

REALIDAD EXTENDIDA, INTERACTIVIDAD Y ENTORNOS INMERSIVOS 3D: REVISIÓN DE LA LITERATURA Y PROYECCIONES

EXTENDED REALITY, INTERACTIVITY AND IMMERSIVE 3D ENVIRONMENTS: LITERATURE REVIEW AND PROJECTIONS

JOSE LUIS RUBIO TAMAYO

Profesor URJC / Investigador Ciberimaginario
Facultad de Ciencias de la Comunicación y Sociología. **UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS.**
Camino del Molino S/N (Fuenlabrada, Madrid, España) CP
Email: jose.rubio.tamayo@urjc.es / joseluisrubiotamayo@ciberimaginario.es

Resumen

Esta investigación pretende realizar un análisis del caso del distrito cultural y creativo situado supuesto una transformación en nuestra relación con el espacio y con la información. El caso de la realidad virtual es paradigmático, debido a que es un medio que ha evolucionado de manera imparable en los últimos años, evolución se produce a la par que otras tecnologías, y que hacen que el concepto deba de ser redefinido a medida que las fronteras entre espacio físico e información generada por medios digitales se desdibujan, dando de este modo paso a nociones como la realidad extendida (XR o RE). Por otro lado, la forma en que se “fabrican” y desarrollan entornos inmersivos varía mucho en función de la tecnología por la cual obtenemos o generamos esa información digital, siendo necesario plantear modelos que nos ayuden comprender ese proceso de inmersión. Así, este artículo pretende plantear, esbozar y configurar potenciales escenarios en los que un cada vez mayor uso y normalización de tecnologías de esta índole está suponiendo una serie de profundas transformaciones en nuestro sistema de referencias y en nuestra forma de interactuar con la información.

Abstract

The advance of technology in recent years, with an exponential growth in the last ones, has meant a dramatic transformation in our relationship with the environment and with information. The case of virtual reality is paradigmatic, being a medium that has evolved unstoppable in recent years. This evolution occurs along with other technologies, so that the concept must be redefined. Thus, the boundaries between physical environment and information generated by digital means are blurred, thus giving way to notions such as extended reality (XR). On the other hand, the way in which they “manufacture” and develop immersive environments varies a lot, depending on the technology by which we obtain or generate that digital information and being also necessary to propose new models that will help us understand how that immersion process works. Thus, this article aims to outline and configure potential scenarios, in which an increasing use and standardization of technologies of this nature is assuming a series of deep changes in our system of references and in our way of interacting with information.

PALABRAS CLAVES

Realidad Virtual, Realidad Mixta. Realidad Extendida, Interacción, Interactividad, Entornos Inmersivos

KEY WORDS

Virtual reality, mixed reality, extended reality, interactions, interactivity, immersive environments



Introducción

Es evidente que las tecnologías inmersivas e interactivas, gracias a los avances en computación, están cambiando el panorama de las ciencias de la comunicación en el presente contexto. Al mismo tiempo, cabe plantearse cómo se va a ver una evolución en la forma en que las personas se relacionan con el medio (sea este físico, digital o mixto) y con la información que reciben, y cómo las acciones desempeñadas en ese medio alteran la información y la estructura tanto en el espacio físico como en el espacio digital.

Más allá de teorías que reflejan un escenario futuro post-humanista mediado por tecnologías como la realidad virtual (ahora en una categoría más amplia denominada realidad extendida) o la inteligencia artificial, -así como otros avances tecnológicos que se vienen produciendo de forma simultánea-, cabe definir los diferentes aspectos que conforman el escenario actual, y el hecho de cómo este avance de la tecnología y las ciencias de la computación, a presente, nos permiten sacar una foto en detalle, por un lado, y una panorámica, por otro, de cómo se puede plantear ese escenario en los próximos años.

Decía Nam June Paik que “nuestra piel se ha convertido en una forma inadecuada de interactuar con la realidad, siendo sustituida por la tecnología como nueva membrana de existencia”¹³ (June Paik, en Jens, 1995, en Warr, 2000). Esta afirmación, de tan universal, define de forma precisa las tendencias que se llevan produciendo desde los años 60 en un mundo en el que la tecnología viene sustituyendo o modificando funciones asociadas a nuestra forma de proceder. Podríamos, incluso, a día de hoy, ir mucho más allá y decir que esta membrana de existencia se ha ido integrando en todos nuestros sentidos e incluso en la forma en que percibimos el mundo, interactuamos con él y, en cómo lo pensamos y concebimos, dando lugar a un mundo de información artificial incrustado en nuestro mundo físico conocido hasta ahora.

Es de ahí que, partiendo de las bases de la teoría de la comunicación a partir de la teoría de la comunicación expuesta por autores como Shannon (1948), y posteriormente desarrollada, revisada y ampliada por diferentes autores (Craig, 1999, Griffin, 2006, McQuail & Windahl, 2015) cabría formularse la evolución de este marco en un contexto en el que el uso de la realidad virtual se viene normalizando. Autores como Biocca y Levy (2013) plantean un enfoque en esta línea, poniendo de relieve, en su trabajo, factores como la comunicación interpersonal o las propias narrativas desarrolladas que ha ido desarrollando el medio en base a su propia índole, a la vez que inciden en las implicaciones culturales y las transformaciones que puede suponer una tecnología con tantas posibilidades, muchas de las cuales están todavía por explorar.

Trabajos de otros autores como Jones, (2004, p. 83), ponen también de relieve esta relación entre la comunicación y su evolución, donde tiene especial relevancia el contexto cultural en el que se enmarcan las sociedades. Este contexto ayudaría a configurar un escenario en el que entran en juego el conjunto de sentidos de una persona y diferentes canales de un modo multidireccional en la medida en que la tecnología avanza y los dispositivos que nos permitan interactuar con información generada por medios computacionales



y de forma sintética sean cada vez más sofisticados. Ya desde los años 90 del siglo XX se llevan planteando la implicaciones que tiene una tecnología como la realidad virtual en el campo de la comunicación (Wlather, 1996).

Otro de los factores que es necesario plantearse en el escenario en el que la realidad virtual es una realidad (valga la redundancia), es la visión de la arquitectura de la información en relación a los parámetros que manejamos en lo referente a la teoría de la información. También es de especial interés el planteamiento de cómo la ya mencionada teoría de la información puede tener una relación intrínseca con el conjunto de factores que componen áreas de estudio como el diseño de interacciones (ID), la experiencia de usuario (UX), la interfaz de usuario o la interacción humano-computadora (HCI), o la propia inteligencia artificial (IA). Porque... ¿acaso la interacción no es, en cierta medida, una forma específica de comunicación?

Para terminar esta introducción, cabría destacar también la implementación de nueva terminología en la medida en que los conceptos adquieren tal nivel de complejidad que su propia definición no abarca todos los posibles. Así algunos autores, cuyas aportaciones son referenciadas más adelante en el apartado de revisión de la literatura (Mann et al., 2018), refieren el conjunto de realidades generadas con medios digitales y combinadas con componentes del espacio real, como realidad extendida (RE o XR). Este hecho refleja la complejidad que resulta en definir un concepto cuya naturaleza e índole no se encuentra delimitada y que va incorporando rasgos a medida que avanza la tecnología y nuestra capacidad de generar contenidos en la misma, utilizándose, en muchos casos, el propio término de realidad virtual para hacer referencia a lo que en el contexto actual debería tal vez entenderse como realidad extendida.

Objetivos

Este trabajo plantea, en términos generales definir, a nivel teórico, el escenario actual en el que las denominadas tecnologías de realidad extendida (que integra la realidad virtual, la realidad aumentada, y la realidad mixta, entre otras), y su relación en el marco de las teorías de la información y otros factores de necesaria asociación como la experiencia de usuario o el diseño de interacciones. Así pues, de plantea una serie de objetivos específicos de forma más detallada a continuación:

- Definir rasgos característicos del contexto actual en el que se encuentran las tecnologías de la información y la comunicación, tanto a nivel teórico como en su implantación en la vida cotidiana.
- Esbozar modelos que permitan establecer marcos de investigaciones futuras dentro de este ámbito.
- Realizar una aproximación al concepto y los rasgos que definen la realidad extendida en la medida en que se conforma como conjunto general que engloba términos utilizados de manera habitual hasta ahora, como realidad virtual o realidad aumentada.
- Tratar de establecer, a través de modelos, y en base al estado de la tecnología actual, una serie de inputs y outputs que definirían las interacciones entre personas, información, y espacio.



- Realizar una aproximación entre las teorías de la comunicación, la arquitectura de la información, y áreas del conocimiento y dominios como la experiencia de usuario (UX), el diseño de interacciones (ID), o la interacción humano-computadora (HCI).

- Determinar los mecanismos existentes, a día de hoy, para crear y desarrollar contenidos inmersivos, con la finalidad esbozar escenarios futuros de implantación de la tecnología.

- Tratar de definir, a través de estos mecanismos, terminología en proceso de normalización del uso tal que realidad extendida, en su relación con otros términos ampliamente utilizados como realidad virtual, realidad aumentada, o realidad mixta.

Metodología

Este documento pretende contribuir a establecer las características que van a tener las experiencias inmersivas y los procesos de interacción con el espacio y la tecnología en un escenario hipotético partiendo del estado de la cuestión actual.

Como metodología principal, se realiza una breve revisión de la literatura en torno al a los rasgos que definen y delimitan a nivel semántico y conceptual la tecnología de realidad virtual (con diferentes niveles y aproximaciones de inmersión) para proponer una serie de modelos que sirvan para determinar la naturaleza de este concepto, tanto desde el punto de vista de la tecnología, como desde el punto de vista de la interacción con las personas y los/las usuarios/as.

Al mismo tiempo, y a partir de esta revisión de la literatura, se hace un recorrido por la terminología relacionada con la realidad extendida, partiendo de definiciones de conceptos interrelacionados como la realidad virtual, y analizando aplicaciones de la tecnología en estudios recientes. De este modo, y aunque posteriormente se observa que no existe un uso generalizado del término (realidad extendida) en la literatura científica a día de hoy, se pretende determinar definiciones y rasgos de cara a un potencial uso más generalizado de este término a medida que la tecnología avance y el concepto de realidad virtual presente limitaciones a la hora de explicar y definir ciertas experiencias.

Esta revisión de la literatura pretende también proyectar la realidad virtual como un medio, tratando de definir a la vez los rasgos que serían característicos de los soportes y los formatos asociados a tal medio. Además, esta proyección como un medio se haría patente en conceptos más universales como la propia realidad extendida. De este modo, las propias realidades virtual y extendida, podrían ser consideradas categorías extendidas del propio ámbito audiovisual.

La otra metodología principal utilizada sería, a partir de parte de la revisión de la literatura, el diseño de modelos que permitirían conocer más en detalle los formatos de tecnologías inmersivas en la actualidad, haciendo énfasis en el potencial de las diferentes categorías de estos formatos para crear contenido y diseñar



interacciones. Se establecerían tres niveles principales para la realidad virtual, relacionando la forma de generar contenidos por medios computacionales con la implementación de la realidad extendida (que opera con elementos tanto de la realidad virtual como del espacio físico).

De este modo, dentro de la categoría de realidad extendida, habría un porcentaje de inmersión en una realidad generada por medios computacionales, por un lado, y, por otro, habría un nivel de conexión limitado con el mundo físico en el que nos situamos, pudiendo ser este medio físico un soporte al que los objetos virtuales se adaptan.

1. Revisión de la Literatura

Cuando hablamos de realidad virtual, hacemos referencia a una tecnología de transición que, como ya se ha indicado anteriormente, encajaría en la categoría de medio, soporte y formato, desdibujando las fronteras entre estos conceptos y reconfigurando nuevos paradigmas en el ámbito de la comunicación. Así, surge el concepto de realidad extendida (XR), abordada ya por diferentes autores, como Mann et al. (2018), -aunque de manera bastante reciente-, no existiendo una producción científica demasiado extensa que use de forma generalizada el término realidad extendida o extended reality (en la literatura anglosajona).

La realidad extendida abarcaría, como ya se ha especificado, la totalidad de la línea del continuo de la virtualidad definido por Milgram y Kishino (1994), ampliando además a potenciales posibles otras experiencias de difícil catalogación dentro de una sola categoría, siendo por ello más relevante el hecho de que estos dos autores ya definieran el continuo (virtuality continuum) ya entonces como una línea en la que los límites entre conceptos no quedan claramente delimitados. La imparable evolución de este conjunto de tecnologías no ha hecho sino incrementar el nivel de complejidad a la hora de definir y delimitar este conjunto de terminologías, cuyas fronteras están cada vez más desdibujadas.

Si bien es cierto que el término no se encuentra generalizado en la literatura científica a fecha de redacción de este documento, el término se viene aplicando a estudios específicos que se centran en aplicaciones de la tecnología a un campo concreto. Entre los diferentes ejemplos, tenemos estudios como los de Jantz et al. (2017), -que trabajan en el desarrollo de interfaces cerebro-computadora- o Vilanova (2017) que aborda el tema desde una perspectiva filosófica (incidiendo en, lo que el autor denomina, aproximación pragmalingüística), y tratando, a la vez, de definir conceptos tales como “entidades abstractas” (p.51) para referirse a objetos y componentes que se enmarcan dentro del ámbito de la información generada por medios computacionales, pero que, a su vez, es muy real, ya que en muchos casos nos aporta más información que la del mero espacio físico, y/o experiencias con muchos más matices.

En el caso concreto de la realidad aumentada (como una subcategoría de la realidad extendida) afirma también Vilanova (2018, p. 41) que esta es una evolución de una tecnología que “comenzó cuando



los humanos crearon el lenguaje y continuaron desarrollándolo a través de la ciencia, la ingeniería, el arte y otros instrumentos que nos permitirían expandir la realidad a partir de la inclusión de nuevos tipos de objetos, extendiendo, de este modo, nuestro acceso epistémico y existencial a la propia realidad”. De este modo, según el autor, el propio lenguaje y la propia iconografía e imaginarios desarrollados a lo largo de la historia y antes de la normalización del uso de términos como realidad virtual, serían un precedente de estas últimas. Este hecho es importante en sí porque pueden ser un factor clave a la hora de buscar mecanismos de representación de la información digital a partir de la tecnología vigente en este momento. En la misma línea vienen abordado trabajos de la década anterior, como los de Ryan (2001), en donde ya se argumenta que la narrativa (y el propio lenguaje) son, de algún modo, experiencias análogas a lo que puede ofrecer la realidad virtual.

Trabajos de otros autores, como Little et al. (2018), inciden en lo que lleva siendo una tendencia en este campo, y es en la necesidad de desarrollar mecanismos de interacción humano-computadora (HCI) en el campo de la realidad extendida, ya que esta va a abarcar diferentes niveles en los que una persona se va a relacionar con la información a través de un medio. No obstante, cabe destacar que en la literatura científica esta temática resaltando la importancia de ámbitos como la experiencia de usuario, el diseño de interacciones, o la ya mencionada interacción humano-computadora o la interfaz de usuario, entre otras.

De este modo, salvo aplicaciones en campos específicos, como los estudios de Trevino y Sakamoto (2017) –desarrollando un método de renderizado de sonido para este campo–, o su mención en trabajos como el de Portalés Ricart et al. (2017) –que trabajan en la optimización en el calibrado de pantallas y otros dispositivos visuales–, el término realidad extendida se encuentra, paradójicamente, y haciendo eco de una redundancia, poco extendido en la literatura científica. De ahí la necesidad de ampliar la literatura científica en este campo para, por un lado, contribuir a crear un marco conceptual que ayude a desarrollar experiencias basadas en este concepto y por ende impulse el desarrollo tecnológico en áreas específicas. Por otro, generar literatura científica que contribuya a aplicar la tecnología de realidad extendida (en un escalafón cualitativo más allá de la realidad virtual) a campos específicos, como la medicina, la educación, la arquitectura, la ciberarqueología, etc., de manera que se pueda calibrar cuantitativamente el alcance de esta tecnología.

De hecho, sería, además, un hito de gran relevancia tratar de encuadrar las teorías de Milgram y Kisihino (1994), fundamentalmente en lo referente al continuo de la virtualidad, en el conjunto de la denominada realidad extendida, de forma que pudiera llevarse a cabo esa comprensión, a la vez que nos permitiera desarrollar futuros modelos aplicables tanto en el desarrollo de contenidos inmersivos como de formas de interacción con los mismos.



1.1. Sobre Realidad Virtual Inmersiva

La realidad virtual inmersiva es, precisamente, un campo de estudio relevante ya que nos permite visualizar cómo ha evolucionado, desde que en los años 80 y 90 por autores como Lanier y Biocca (1992), siendo el propio Biocca (1992) quien ya apuntaba a la necesidad de llevar a cabo investigaciones desde el punto de vista de la comunicación en el campo de la realidad virtual de entonces. Es el mismo Biocca (1995) quien posteriormente recupera esa noción de realidad virtual como sistema de comunicación, incidiendo en la necesidad de aplicar metodologías de investigación usadas en el campo de la comunicación a un área entonces emergente e inexplorada como era la propia realidad virtual.

Biocca y Delaney (1995) también hacen, en esa misma década, referencias al potencial inmersivo de la tecnología, si bien es cierto que esa tecnología era considerada inmersiva de manera visual y auditiva en la mayoría de los casos, incluyendo, ya por entonces, de vez en cuando, tecnologías hápticas como guantes. Al mismo tiempo, la forma en que el usuario se desplazaba por el espacio virtual presentaba no pocos retos que a día de hoy se plantean solventar.

Los estudios que reflejan una noción de inmersión completa en la realidad virtual ya vienen apareciendo desde la década de los primeros 2000, aunque ya en la década de los 90 aparecen estudios que sugieren esta idea (Kato & Billinghurst, 1999). Los experimentos aplicados con una tentativa de inmersión completa en la realidad virtual aplicados a diferentes campos, proliferan en la pasada década (Patel et al., 2006, Greffou et al., 2008., Greffou et al., 2012), aunque, ciertamente, no queda del todo claro cómo se define inmersión completa, sobrentendiéndose esta definición como un grado elevado de desconexión con la realidad (o más apropiadamente, espacio físico).

Ya en años recientes (y desde esa década) existen tentativas de clasificar las tecnologías inmersivas o la realidad virtual (Coomans & Timmermans, 1997, Milgram & Colquhoun, 1999, Hughes et al., 2011, Rubio-Tamayo & Gertrudix Barrio, 2016). Estas tentativas de clasificación son una evolución natural de las clasificaciones taxonómicas surgidas en los 90 de la mano de Milgram y Kishino (1994), y donde se han ido, posteriormente, integrando diferentes factores que van desde la narrativa a la experiencia de usuario, teniendo, a la vez, como referencia la interfaz que supone el conjunto de los sentidos (lo que se podría considerar como el input) o cómo se estructura la información. También, a su vez, cómo influye el comportamiento del usuario en el espacio generado por medios computacionales (output).

La cuestión es que definir realidad virtual a día de hoy es sumamente complejo.



1.2. Sobre Interacción con la Información e Inmersión en el Espacio

Partiendo de que no existe una definición clara de “inmersión completa” en lo referente al campo de la realidad virtual, es relevante cómo, desde la literatura científica, a día de hoy, se considera un nivel aceptable de inmersión realista un proceso en el que estén implicados la vista y el oído (es decir, que toda la información aportada a estos sentidos provenga de medios generados de forma computacional y ninguna del mundo físico en el momento de la inmersión). De forma más específica, y cuando se produce una interacción del usuario con los objetos que se encuentran en el espacio virtual, ese nivel de inmersión se ve incrementado mediante el uso de dispositivos relacionados con las tecnologías hápticas (como, por ejemplo, guantes).

De todas formas, ese estudio del potencial de interacción en este ámbito (primero, realidad virtual, posteriormente, realidad extendida) se lleva dando desde los años 90 a partir de diferentes facetas. De hecho, la capacidad de influir en el entorno digital (generado por medios computacionales), por un lado, y la complejidad en la forma de interactuar con los objetos y desencadenar eventos, por otro, depende no sólo de la tecnología, sino de cómo estudiemos factores como la ergonomía humana o de cómo diseñemos la información con la que vamos a interactuar.

De esta manera, este planteamiento viene siendo una cuestión fundamental en parte de la literatura científica desde que se ha normalizado la investigación en realidad virtual, fundamentalmente desde los años 70, y tal y como se viene refiriendo, pero ya de una forma más explícita a partir de los años 90. De este modo, la interacción se va consolidando como un pilar fundamental en el diseño de experiencias y entornos de realidad virtual.

Así viene siendo y de esta manera lo indican numerosos documentos que desde la década de los 90 forman parte de estudios relacionados con la usabilidad y la interacción con una tecnología que ya entonces presentaba innumerables posibilidades. Entre ellos, podemos destacar los de Burdea (1996), o los de Poupyrev et al. (1996) –llamada técnica de interacción go-go- o patentes ya creadas a partir de la década de los 2000, como la de Miyashita y Nashida (2000), que consistía en uno de los primeros sistema de interacción 3D que podía ser utilizado por múltiples usuarios, quienes además recibían la información desde su posición. Y en esa misma década de los 90 surgían también libros y estudios que hablaban sobre las potenciales dinámicas sociales mediada por la tecnología de realidad virtual (Schroeder, 1996)

Ya a principios de la década de los 2000, surgen estudios que tratan de profundizar en este potencial de la tecnología de realidad virtual como mediador entre el usuario, el medio generado digitalmente (y a imagen y semejanza del mundo real, en muchos casos), y la información. Así tenemos trabajos relevantes, como los de Reitmayr y Schmalstieg (2001), que ya en esa década desarrollan un software de código abierto llamado OpenTracker en el que investigan sobre las interacciones con realidad virtual. Otras investigaciones, como la de Riva et al. (2007), tienen otro enfoque completamente diferente, centrándose en la dimensión afectiva de



las interacciones en el campo concreto de la realidad virtual. En esa misma década, Sherman y Craig (2002) tratan de definir conceptos como realidad virtual o telepresencia nombrando 4 componentes claves que nos ayudarían a entender mejor el proceso de interacción: el mundo virtual, la inmersión, el feedback sensorial y la interacción, realizando grandes aportaciones a nivel teórico que luego nos han ayudado a comprender mejor estos campos y la propia naturaleza de una tecnología tan difícil de delimitar en su concepto. Especial relevancia en este campo merecen también los trabajos de Lécuyer et al. (2008), centrados ya entonces en las denominadas brain-computer interfaces (interfaces cerebro-computadora).

Recientemente, también tenemos trabajos que profundizan en áreas específicas como el uso de head-mounted displays (HMDs) –o cascos de realidad virtual centrados en una mejora de la interacción con el usuario, como podemos ver en trabajos de autores como Larsen et al. (2018), o de Liu et al. (2012), que investigan en torno al reconocimiento de gestos manuales para mejorar el proceso de interacción en entornos inmersivos.

2. Visualización de Modelos de Contenidos Inmersivos

Una vez planteada esta problemática, sería conveniente tratar de configurar modelos que sirvieran para entender posibles tendencias de evolución de las tecnologías inmersivas que abarcan lo que hemos venido denominando realidad extendida, y que incluye la propia realidad virtual y las subcategorías, o subniveles de realidad según el origen o la procedencia de la información que se aplica a la experiencia (físicos o computacionales).

Partiendo, de nuevo de que la realidad virtual y la realidad extendida tienen como punto de partida el mundo real (al igual que hace la imaginación, construimos en base a nuestra percepción y nuestra experiencia), podríamos decir que, igualmente, esa realidad pretende configurarse como un espacio optimizado. Ya sea para vivir una experiencia determinada sin tener que desplazarnos físicamente, ya sea simular situaciones sin poner en riesgo la integridad física, ya sea para recrear mundos a partir de nuestra imaginación, si lo pensamos detenidamente, podría decirse que la realidad extendida, como medio, potencialmente, la capacidad de generar más información que, por ejemplo, toda la historia del arte. A la vez, tiene un potencial de abstracción y representación cada vez más eficaz, siendo, hasta ahora, el medio por excelencia que puede representar el espacio en 3D y el tiempo, y hacer interactuar al usuario con ese espacio-tiempo virtual.

Pensemos, por un momento, en una persona humana, en las primeras décadas del siglo XXI, es decir, en un contexto actual. Pensemos, por un momento, todas las posibilidades y dimensiones que tiene para interactuar con el medio (sentidos, percepción), tanto a nivel de inputs como de outputs. Pensemos, además, todas las interacciones que a día de hoy no se producen pero que en algún momento podrían existir, y de qué manera se podrían producir con nuestra base de conocimiento actual.



El ecosistema resultante de este ejercicio de abstracción sobre las múltiples maneras de interactuar con el medio y la información es sumamente complejo, pero nos da una dimensión de cómo estas tecnologías y la información digital, así como los nuevos sentidos, son el preámbulo de una transformación paulatina pero a la vez inminente de nuestra relación con el medio (físico, digital, mixto) y la información que recibimos y transmitimos.

A este respecto, y para tratar de configurar este escenario, a continuación se detallan varios de los principales formatos en los que la imagen 360 se puede representar con la tecnología existente actualmente, y cómo un usuario puede interactuar potencialmente con el medio.

2.1. Imagen Fija Inmersiva

El primer nivel de interacción con un entorno inmersivo podría enmarcarse dentro del formato correspondiente la imagen fija. Al igual que en la historia del arte, y hasta la invención del cinematógrafo y otras tecnologías que permitían aplicar movimiento a las imágenes, la imagen fija ha desarrollado un imaginario propio que puede ser trasladado al ámbito inmersivo.

Con el auge de las cámaras 360, la capacidad de generar imágenes fijas inmersivas a partir de información obtenida en un espacio físico se ve incrementada exponencialmente. A día de hoy, podemos retratar el mundo real y obtener información del mismo en 360 grados. No obstante, el nivel de interacción potencial con estas imágenes sería un elemento implementado, a posteriori, en procesos de postproducción.

Entre las características de la imagen fija inmersiva y la capacidad de crear contenido encontraríamos la siguiente:

- Seis medios grados de libertad de giro con respecto a la bóveda. Dependiendo del dispositivo se podrían llegar a seis grados de libertad (esto es una constante debido a las limitaciones ergonómicas de la persona).
- Posibilidad de editar las imágenes que configuran la esfera para crear trabajos de índole artística o con un nivel elevado de abstracción.
- Posibilidad de documentar un espacio determinado en un momento determinado (p. ej. Fotografías 360 en google maps).
- Nivel de interacción: limitado. El hecho de que la bóveda 360 constituya una imagen fija limita las interacciones y el movimiento, pero a la vez permite incrustar una arquitectura de la información en ese espacio (a modo de una web o una aplicación) en que las interacciones sean de carácter intuitivo y user friendly.
- La imagen fija inmersiva sería también un soporte o un fondo de escenario (a modo de bóveda) para integrar objetos virtuales a modo de código, como es el caso del framework A-Frame.



La imagen fija inmersiva 360 plantea diferentes aproximaciones que las disciplinas relacionadas con los factores humanos lo sitúan, de manera equivalente, a cómo sería una imagen fija. Las funciones, en este caso, serían análogas a las de una imagen fija, con lo que cabría abarcar desde una interfaz sencilla hasta una simulación de un espacio en el que se necesitara observar la información contenida en el mismo de forma detallada.



Figura 1. Fotografía 360. Tomada por el autor con una cámara Ricoh Theta 360 V.

Ejemplo de fotografía (imagen fija) obtenida con una cámara 360. En este caso, y tal y como se indica en el resto del presente documento, las posibilidades de una imagen fija 360 obtenida a partir de información real tendrían, por un lado, funciones de documentación de un espacio en un momento concreto, a modo de cómo funcionan aplicaciones como Google Maps. Independientemente de esto, puede ser de gran interés plantearse la imagen de fondo generada como una potencial interfaz, tratando de ordenar la información en el espacio (una vez que la imagen se procesa como imagen 360) de manera que al usuario le resulte intuitivo el hecho de interactuar con la información.



Figura 2. La misma fotografía procesada por el algoritmo de inteligencia artificial Deep Dream Generator

La misma imagen anterior procesada por el algoritmo Deep Dream. En este caso, el ejemplo sirve para plantearse de qué múltiples maneras podrían procesarse imágenes, ya sea a partir del trabajo de artistas y diseñadores, o bien mediante algoritmos, para tratar de investigar en nuevas potenciales funciones de la imagen. Este fenómeno es de especial interés, ya que implica líneas de trabajo que van desde las artes visuales, las ciencias de la computación, el diseño, la usabilidad, o la ergonomía, entre otras. Es por ello por lo que, desde el punto de vista de esta investigación, la imagen es un componente susceptible de ir adquiriendo nuevas dimensiones, usos y significados, gracias, también, a que la tecnología va a permitir insertarla en un cada vez mayor número de soportes y formatos.

2.2. Imagen en Movimiento Inmersiva

La cuestión de la imagen en movimiento (en este caso, inmersiva) es que presenta, dentro de sus múltiples rasgos una línea de tiempo que, por su propia naturaleza, es unidireccional, a semejanza del vídeo o el cine. Este rasgo específico, si bien lo diferencia de otros formatos audiovisuales clásicos en que es potencialmente inmersivo (si bien su grado de potencial inmersivo debería ser objeto de futuros estudios), presenta semejanzas con un medio (el audiovisual) que ha evolucionado de manera considerable desde la presentación del cinematógrafo por los hermanos Lumière en enero de 1895 (en Lumière, 1936), tanto desde el punto de vista tecnológico, por un lado, como desde el punto de vista de la exploración de las posibilidades creativas y narrativas del medio, por otro.

A pesar de que, gracias a la tecnología actual y la combinación con otros medios se pueden generar historias no lineares, el punto de partida de la imagen en movimiento inmersiva es similar a la de un formato



de vídeo, con varias particularidades en cuanto a lo que el uso del medio se refiere. Entre estas, podemos destacar que, por ejemplo, no existe una subjetividad de los planos, usados hasta ahora, en el audiovisual clásico, como recurso narrativo cuya utilización dependía de la persona que dirigía el producto audiovisual (película, documental). Es aquí donde la persona que visualiza un producto audiovisual en 360 grados posee cierta libertad para observar los fenómenos que desee, sin estar condicionada por los planos, pero, en el estado de la tecnología actual con este medio (cámaras 360) no posee una libertad de desplazamiento propiamente dicha, aunque esto se ha tratado de paliar, de alguna forma, con cierto grado de postproducción y un nivel de interacción limitado (a modo de aventura gráfica de videojuego, por buscar un equivalente).

- Entre los rasgos principales de la imagen inmersiva en movimiento (o vídeo 360 propiamente dicho) encontramos los siguientes:
 - El espectador participa en un evento de forma pasiva, teniendo libertad de elección que parte del evento visualiza.
 - Existe un nivel limitado de interacción con el medio, que se irá resolviendo a medida que la tecnología consiga encontrar soluciones óptimas en la que se plantee la necesidad de navegar de forma realista en un espacio generado a partir de información del espacio físico.
 - El vídeo 360 plantea un dilema interesante: por un lado, tenemos todas las referencias (lenguaje audiovisual, medios formatos) del audiovisual no inmersivo, pero, por otro lado, este tipo de referencias. Desaparecen, en ciertos casos, conceptos como plano, debido a esa libertad de observación del entorno por parte del usuario, lo cual lo limita como recurso narrativo. Además, y debido a este mismo factor, hay una desaparición del backstage, entrando a formar el conjunto de la escena 360 grados de la narrativa.
 - Debido a este factor, existen limitaciones a nivel de producción relacionadas con cuestiones técnicas y formales que no se presentan de forma explícita en el vídeo convencional.
 - Existe cierto grado de subjetividad diferente, en la medida en la que, aunque no hay un uso de planos que sí que puedan ser usados como recurso para esa subjetividad, sí que se coloca el dispositivo de filmación en una perspectiva específica, siendo este el potencial recurso narrativo y creativo a explorar. Este factor, no obstante, está comenzando a ser investigado y presenta numerosas posibilidades.
 - La suma de estos factores hacen que gran parte del trabajo tenga que ser llevado a cabo desde la postproducción, lo cual hace necesario desarrollar y aplicar metodologías de trabajo en este ámbito, partiendo de técnicas de postproducción ya utilizadas en el ámbito audiovisual. Además, esto puede dar lugar al uso de técnicas de vídeo que no parten necesariamente de información obtenida directamente del entorno físico, como podrían ser los motion graphics: ¿Cómo se podría, a partir del vídeo 360, desarrollar procedimientos para crear otros elementos audiovisuales inmersivos, en formato vídeo, pero cuya información ha sido generada por medios computacionales?



A raíz de esto, cabe plantearse que el vídeo 360, partiendo de todos los antecedentes del audiovisual clásico, es capaz de desarrollar una serie de narrativas y un potencial expresivo propios que no han podido ser planteados en formatos audiovisuales hasta el momento, teniendo en cuenta sus limitaciones por cuestiones formales.

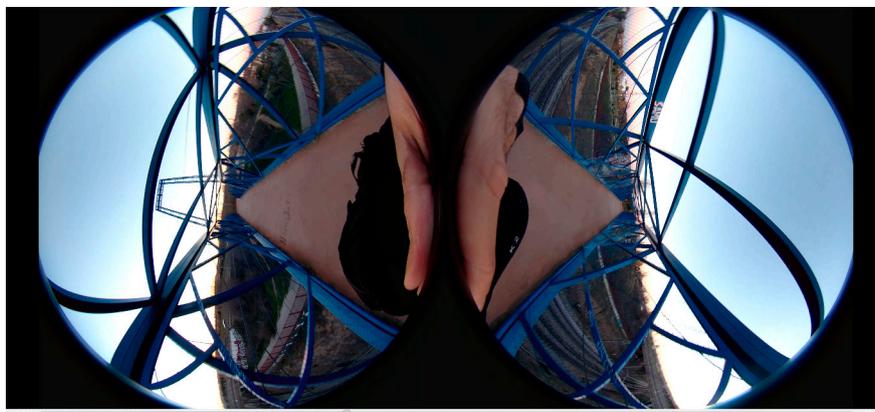


Figura 3. Vídeo 360 Estereoscópico. Tomado por el autor con una cámara Ricoh Theta 360 V.

Ejemplo de vídeo 360 en formato estereoscópico (con dos canales de imagen correspondientes a las dos lentes). El vídeo filmado con una cámara de estas características se puede convertir a vídeo monoscópico en relación de aspecto 2:1, de forma rectangular, con una deformación similar a la resultante en la figura 1. Uno de los retos del vídeo 360 es, por un lado, la gran cantidad de información que contiene con respecto al vídeo convencional (incluso en formatos de 4K), siendo necesarios equipos con una elevada capacidad de almacenamiento y procesamiento. Por otro lado, también plantea un reto la problemática relativa a la filmación, ya que al formar el conjunto de los 360 grados parte de tal escena, resulta de una enorme complejidad relevante minimizar la aparición de componentes que no están a priori en la escena. A este respecto, el vídeo 360 lleva implícito un trabajo importante en la parte de postproducción.

2.3. Entorno de Realidad Virtual Inmersivos-Interactivos

El siguiente paso en potencial de interacción-inmersión con una tecnología existente sería a partir del uso de una tecnología ya aplicada desde hace años a ámbitos como el lúdico o la infografía, y que viene directamente de los programas de diseño 3D: Los motores de juegos.

Esta tecnología (motores de juego 3D –Unreal, Unity, Godot-) incluyen todos los componentes que nos permiten recrear un entorno virtual e interactuar con el mismo en primera persona. A diferencia de la información obtenida por cámaras con capacidad de filmar en 360 (que, lo que realmente obtienen es una imagen plana expandida con una deformación, a semejanza de las proyecciones que se hacen del globo terráqueo), los motores de juego recrean un entorno inmersivo en el que se pueden integrar objetos con



funciones específicas –e interactuar con ellos- por lo que el proceso de generación y de usabilidad son completamente diferentes a lo visto anteriormente –y, posiblemente, nos resulten más familiares-.

Por otro lado, está la estandarización de estos entornos. Si bien es un tema que tiene un amplio recorrido, el proceso natural del desarrollo de entornos y mundos inmersivos es una tendencia a una estandarización a cómo ocurriría en el ámbito del desarrollo web y la arquitectura de la información.

A este respecto, si bien no es la finalidad del presente documento, cabe destacar que ya existen tentativas de estandarización que se van a ir consolidando, seguramente, en los próximos años, como WebGL, o, más recientemente, el framework A-Frame, basado en HTML5.

Es por este conjunto de razones que la tecnología de los motores de juego y frameworks serían concebidos como herramientas de intermediación, a la vez que potenciales instrumentos de medición de usabilidad en los que las disciplinas relacionadas con este campo, como la experiencia de usuario, la interfaz de usuario, la interfaz humano computadora o el diseño de interacciones, deberían focalizar parte de sus esfuerzos a la hora de investigar cómo se producen y evolucionan las interacciones entre las personas, el medio, y la información.

La pregunta que surge es: ¿cómo podemos combinar esta tecnología con el surgimiento de instrumentos de filmación con ese potencial? La respuesta seguramente sea: de múltiples maneras. La cuestión es que es en estos próximos años cuando van a surgir soluciones de toda índole aplicadas a este conjunto de campos.

2.4. Realidad Extendida e Interacción con el Espacio Físico

A este respecto, otra de las líneas de investigación en esta área, probablemente, con la que tiene que ver con la intrínseca relación entre espacio virtual y espacio físico, y la categoría que enmarcaría el conjunto de niveles de realidad-virtualidad: la realidad extendida (XR). Seguramente, gracias al desarrollo de este concepto, que engloba los anteriores, incluido el continuo de la virtualidad de Milgram y Kishino (1994), el salto en el desarrollo de aplicaciones y experiencias con diferentes niveles de interacción será exponencialmente cuantitativo (y cualitativo) en unos años, debido a que justamente responderá a parte de las preguntas que nos venimos haciendo en recientes décadas: ¿para qué más queremos la realidad virtual?

La implementación del concepto realidad extendida, precisamente, es lo que va a permitir ver los potenciales usos y la evolución de la tecnología desde una perspectiva mucho más amplia y que abarque un cada vez mayor número de conceptos e ideas. Es por ello que la realidad extendida, como noción, supone un salto cuantitativo en la medida en que plantea múltiples posibilidades a la hora de combinar información procedente del espacio físico con información generada de forma artificial por métodos computacionales. Y las posibilidades, ahí, se ven incrementadas de forma exponencial, ya que entran en juego factores como



usabilidad, ergonomía, y todas las combinaciones posibles de generar inputs y outputs a través del conjunto de los sentidos humanos.

Conclusiones

El presente documento pretende ser una contribución al contexto presente que ayude a comprender mejor cómo, en el estado de la tecnología actual, puede evolucionar nuestra capacidad para generar entornos artificiales por medios computacionales y combinarlos con información procedente del espacio físico. La cuestión, a este respecto, cuales son los fines para los que vamos a desarrollar experiencias basadas en esta tecnología en los próximos años, y de qué manera va a repercutir este fenómeno en la forma de interactuar con la información. Al mismo tiempo, cabe plantearse, desde toda la construcción del marco teórico de este fenómeno, las funciones que se le pueden asignar a las propias experiencias que desarrollemos a partir de ahora, y de cómo la tecnología y el medio asociadas al conjunto de realidades que conforman la realidad extendida, sirve para idear y configurar dichas experiencias.

Por otro lado, también es interesante cómo la tecnología se convierte en un factor relevante a la hora de contribuir a reconfigurar nuestra relación con el espacio, desde el espacio físico al espacio digital. Esto tiene implicaciones a la hora de diseñar nuestras interacciones con los dispositivos que van a redefinir esa relación, pero también a la hora de diseñar la arquitectura de la información para que el proceso mediante el cual se produce esa interacción sea lo más intuitivo y ergonómico posible.

De este modo, el escenario en el que se sitúan las tecnologías de la información y la comunicación, y en particular la realidad extendida como entidad tecnológica con rasgos característicos (y que abarca el conjunto de realidades generadas por medios computacionales), tal escenario, repetimos, plantea que el desarrollo de experiencias basadas en el funcionamiento de esta tecnología implica múltiples factores. Estos factores van desde nuestra propia percepción y otros componentes cognitivos, hasta aquellos de una índole cultural, pasando por la propia experiencia que nos puede ofrecer una tecnología que tiene como base nuestra experiencia en el mundo real, pero que desarrolla su propia narrativa, teniendo como límite los del propio imaginario cultural y el potencial creativo humanos.

De este modo, planteamientos relacionados con la temática abordada en el presente documento, como la definición de los rasgos característicos del contexto de las tecnologías de la información, hace que los modelos a desarrollar en un futuro sean sumamente complejos de abordar, lo cual pone de relieve, al mismo tiempo, la necesidad de plantear estudios que abarquen una serie de disciplinas para definir escenarios en los que entran en juego cada vez más factores. Este tipo de estudios serán los que, en un futuro próximo, empiecen a redefinir y describir nuestra relación con la información y con el entorno en nuevos escenarios, y desde este documento se prevé una proliferación de los mismos en los próximos años, que surjan desde las necesidades planteadas, a su vez, desde diferentes áreas de estudio y líneas de investigación.



Y es que, al fin y al cabo, se trata de optimizar el uso de la tecnología y la experiencia que nos ofrece la misma.

Referencias

- A-Frame. Recuperado en 2018-12-10 de [<https://aframe.io/>]
- Biocca, F. (1992). Communication within virtual reality: Creating a space for research. *Journal of Communication*, 42(4), 5-22.
- Biocca, F., & Delaney, B. (1995). Immersive virtual reality technology. *Communication in the age of virtual reality*, 15, 32.
- Biocca, F., & Levy, M. R. (1995). Virtual reality as a communication system. *Communication in the age of virtual reality*, 15-31.
- Biocca, F., & Levy, M. R. (2013). *Communication in the age of virtual reality*. Routledge.
- Burdea, G. C. (1996). Force and touch feedback for virtual reality.
- Coomans, M. K., & Timmermans, H. J. (1997, August). Towards a taxonomy of virtual reality user interfaces. In *Information Visualization, 1997. Proceedings., 1997 IEEE Conference on* (pp. 279-284). IEEE.
- Craig, R. T. (1999). Communication theory as a field. *Communication theory*, 9(2), 119-161.
- Deep Dream Generator. Recuperado en 2018-12-17 de [<https://deepdreamgenerator.com/>]
- Greffou, S., Bertone, A., Hanssens, J. M., & Faubert, J. (2008). Development of visually driven postural reactivity: a fully immersive virtual reality study. *Journal of Vision*, 8(11), 15-15.
- Greffou, S., Bertone, A., Hahler, E. M., Hanssens, J. M., Mottron, L., & Faubert, J. (2012). Postural hypo-reactivity in autism is contingent on development and visual environment: a fully immersive virtual reality study. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(6), 961-970.
- Griffin, E. M. (2006). *A first look at communication theory*. McGraw-Hill.
- Hugues, O., Fuchs, P., & Nannipieri, O. (2011). New augmented reality taxonomy: Technologies and features of augmented environment. In *Handbook of augmented reality* (pp. 47-63). Springer, New York, NY.
- Jantz, J., Molnar, A., & Alcaide, R. (2017, July). A brain-computer interface for extended reality interfaces. In *ACM SIGGRAPH 2017 VR Village* (p. 3). ACM.
- Jenks, C. (Ed.). (1995). *Visual culture*. Psychology Press.
- Jones, S. (2004). 404 not found: The Internet and the afterlife. *OMEGA-Journal of Death and Dying*, 49(1), 83-88.
- Kato, H., & Billinghurst, M. (1999). Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system. In *Augmented Reality, 1999.(IWAR'99) Proceedings. 2nd IEEE and ACM International Workshop on* (pp. 85-94). IEEE.
- Lanier, J., & Biocca, F. (1992). An insider's view of the future of virtual reality. *Journal of communication*, 42(4), 150-172.
- Larsen, E., Umminger, F., Ye, X., Rimon, N., Stafford, J. R., & Lou, X. (2018). U.S. Patent Application No. 10/073,516.
- Lécuyer, A., Lotte, F., Reilly, R. B., Leeb, R., Hirose, M., & Slater, M. (2008). Brain-computer interfaces, virtual reality, and videogames. *Computer*, 41(10).
- Little, M. S., & William, L. (2018). Lunch Keynote Speaker—The Next Wave: Humans, Computers, and Redefining Reality.
- Liu, Y., Yin, Y., & Zhang, S. (2012, August). Hand gesture recognition based on HU moments in interaction of virtual reality. In *Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC), 2012 4th International Conference on* (Vol. 1, pp. 145-148). IEEE.
- Lumière, L. (1936). The Lumière Cinematograph. *Journal of the Society of Motion Picture Engineers*, 27(6), 640-647.



- Mann, S., Furness, T., Yuan, Y., Iorio, J., & Wang, Z. (2018). All Reality: Virtual, Augmented, Mixed (X), Mediated (X, Y), and Multimeditated Reality. arXiv preprint arXiv:1804.08386.
- McQuail, D., & Windahl, S. (2015). Communication models for the study of mass communications. Routledge.
- Milgram, P., & Colquhoun, H. (1999). A taxonomy of real and virtual world display integration. *Mixed reality: Merging real and virtual worlds*, 1, 1-26.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Miyashita, K., & Nashida, T. (2000). U.S. Patent No. 6,057,856. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Patel, K., Bailenson, J. N., Hack-Jung, S., Diankov, R., & Bajcsy, R. (2006, August). The effects of fully immersive virtual reality on the learning of physical tasks. In *Proceedings of the 9th Annual International Workshop on Presence*, Ohio, USA (pp. 87-94).
- Poupyrev, I., Billinghamurst, M., Weghorst, S., & Ichikawa, T. (1996, November). The go-go interaction technique: non-linear mapping for direct manipulation in VR. In *Proceedings of the 9th annual ACM symposium on User interface software and technology* (pp. 79-80). ACM.
- Portalés Ricart, C., Casas Yrurzum, S., Coma Tatay, I., & Fernández Marín, M. (2017). A Multi-Projector Calibration Method for Virtual Reality Simulators with Analytically Defined Screens. *Journal of Imaging*, 2017, vol. 3, num. 2.
- 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). ACM.
- Riva, G., Mantovani, F., Capideville, C. S., Preziosa, A., Morganti, F., Villani, D., ... & Alcañiz, M. (2007). Affective interactions using virtual reality: the link between presence and emotions. *CyberPsychology & Behavior*, 10(1), 45-56.
- Ryan, M. L. (2001). *Narrative as virtual reality: Immersion and interactivity in literature and electronic media*. Johns Hopkins University Press.
- Schroeder, R. (1996). *Possible worlds: the social dynamic of virtual reality technology*. Westview Press, Inc..
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell system technical journal*, 27(3), 379-423.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2002). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Elsevier.
- Trevino, J., Sakamoto, S., & Suzuki, Y. (2017, November). An efficient spatial sound rendering method for extended reality applications. In *聴覚研究会資料= Proceedings of the auditory research meeting (Vol. 47, No. 8, pp. 723-728)*. 日本音響学会.
- Vilanova, J. (2017). Extended Reality and Abstract Objects: A pragmlinguistic approach. *AUGMENTED REALITY*, 41.
- Walther, J. B. (1996). Computer-mediated communication: Impersonal, interpersonal, and hyperpersonal interaction. *Communication research*, 23(1), 3-43.
- Warr, T., & Jones, A. (Eds.). (2000). *The artist's body*. London: Phaidon.

