

RAE-IC, Revista de la Asociación Española de
Investigación de la Comunicación

vol. 12, núm. 23 (2025), raeic122313

ISSN 2341-2690

DOI: <https://doi.org/10.24137/raeic.12.23.13>



Recibido el 26 de abril de 2024

Aceptado el 10 de marzo de 2025

Producción audiovisual de vídeo 360°: Un estudio de caso aplicado a la ecoalfabetización científica

*360° audiovisual video production: A case study applied to scientific eco-
literacy*

Sanchez-Acedo, Alberto

Universidad Rey Juan Carlos (URJC)

alberto.acedo@urjc.es

Carbonell-Alcocer, Alejandro

Universidad Rey Juan Carlos (URJC)

alejandro.carbonell@urjc.es

Benitez-Aranda, Nerea

Universidad Rey Juan Carlos (URJC)

Nerea.benitez@urjc.es

Gertrudix, Manuel

Universidad Rey Juan Carlos (URJC)

manuel.gertrudix@urjc.es

Forma de citar este artículo:

Sanchez-Acedo, A., Carbonell-Alcocer, A., Benitez-Aranda, N., & Gertrudix, M. (2025). Título del artículo. *RAE-IC, Revista de la Asociación Española de Investigación de la Comunicación*, 12(23), raeic122313. <https://doi.org/10.24137/raeic.12.23.13>

Resumen:

En las últimas décadas, las tecnologías inmersivas han creado nuevas posibilidades para la producción audiovisual, facilitando al usuario interactuar de manera directa en el relato y haciéndole partícipe de este. Esta investigación presenta un análisis centrado en el proceso de producción de un vídeo 360º cuyo objetivo es mostrar, de forma sencilla, procesos industriales complejos, como la valorización de productos de valor añadido mediante pirólisis catalítica. A través de este estudio de caso, se describen las etapas de preproducción, producción y postproducción, detallando las decisiones narrativas y técnicas para el uso del formato de vídeo 360º. Los resultados presentan un estudio de caso basado en la realización de un proyecto inmersivo orientado a la sensibilización medioambiental y la ecoalfabetización de los usuarios. Busca, a través de un formato novedoso, facilitar la comprensión de conceptos industriales complejos. Las conclusiones ofrecen una guía para la replicación de este producto aplicado a contenidos de educación y comunicación científica.

Palabras clave: tecnologías inmersivas, producción audiovisual, comunicación científica, sensibilización medioambiental, comunicación ambiental, educación ambiental para la sostenibilidad

Abstract:

In recent decades, immersive technologies have created new possibilities for audiovisual production, allowing the user to intervene directly in the story and make him/her a participant. In this research, the production process of a 360º video is analysed, which aims to show in a simple way complex industrial processes such as the valorisation of value-added products through catalytic pyrolysis. This case study describes the pre-production, production and post-production phases and explains the

narrative and technical choices made for the use of the 360° video format. The results show how the characteristics of this format contribute to the environmental awareness and education of users by presenting complex industrial concepts in an understandable way. The conclusions provide a guide for the replication of this product for science communication and educational content.

Keywords: immersive technologies, audiovisual production, scientific communication, environmental awareness, environmental communication, environmental education for sustainability.

1. INTRODUCCIÓN: NUEVAS FORMAS DE PRODUCCIÓN AUDIOVISUAL INMERSIVA

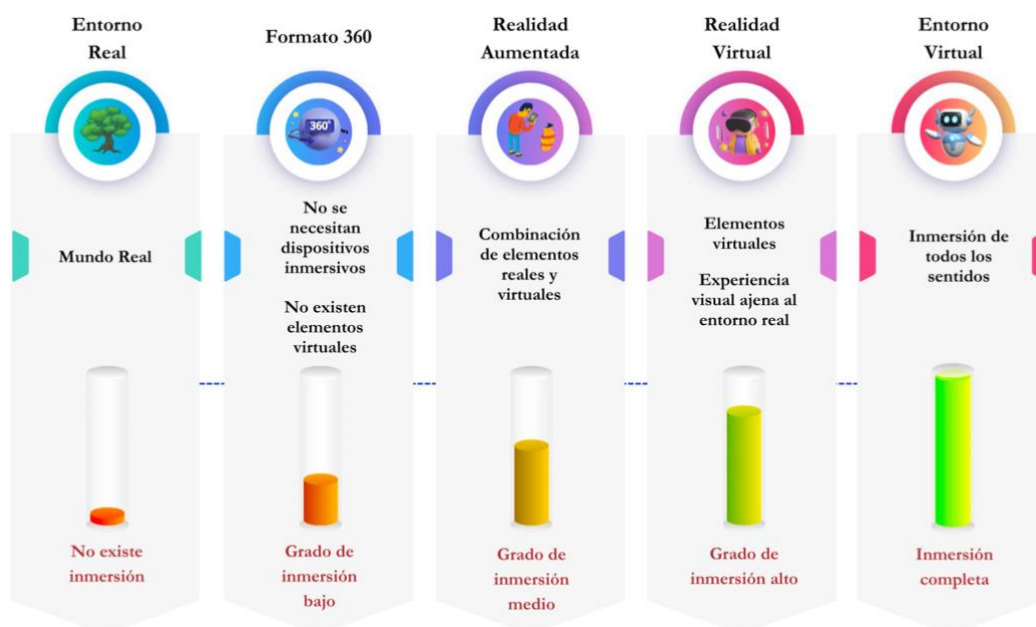
En los últimos años, las tecnologías inmersivas han cobrado una creciente relevancia en los procesos de producción audiovisual gracias a la disponibilidad tecnológica y al interés por explorar formatos innovadores que atraigan al público. La búsqueda de estos nuevos formatos se relaciona directamente con la urgencia de revitalizar la manera en la que se narran las historias (Ivars-Nicolás et al., 2020). El modo de relatar, lo que se conoce en inglés como *storytelling*, no solo determina profundamente la estructura narrativa (Chatman, 1990), sino que también impulsa la innovación creativa (Salmon, 2008) al moldear la forma en que las historias se articulan y logran captar la atención del público (Van Hulst, 2012). La forma es creadora porque condiciona la sustancia del relato, impregna los elementos de la historia narrativa para articular discursos novedosos que capten la atención del espectador y logren una mayor permanencia en el imaginario social. Esta reflexión motiva a explorar nuevas herramientas de comunicación, como es el caso de las tecnologías inmersivas. Aunque la reflexión sobre estas se ha consolidado de manera teórica y práctica (Murray, 1999; Ryan, 2004; Jenkins, 2006), la evolución tecnológica actual permite que se contemplen en mayor medida como una opción viable para desarrollar nuevas propuestas narrativas (Mabrook & Singer, 2019) que exploten las posibilidades de un *storytelling* inmersivo (Pérez-Seijo, 2023) aplicado con este tipo de tecnologías.

2. ESTADO DEL ARTE: APLICACIONES DE LOS SISTEMAS INMERSIVOS EN LA COMUNICACIÓN CIENTÍFICA Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

2.1. TECNOLOGÍAS INMERSIVAS: CONCEPTO Y TIPOLOGÍAS

El concepto de tecnologías inmersivas es un término amplio que engloba la realidad virtual, la realidad aumentada (Selzer et al., 2018) o el vídeo 360, entre otras. Estas tecnologías comparten la característica de proporcionar un grado de inmersión al usuario, generando una sensación de presencia y participación activa en la experiencia (De la Peña et al., 2010; Mejía et al., 2019). Milgram y Kishino (1994) propusieron una clasificación de las tecnologías inmersivas según su grado de inmersividad en lo que se conoce como continuo de virtualidad. Este concepto clasifica en una escala los dispositivos tecnológicos según el grado de inmersión que ofrecen. No obstante, estudios más recientes ponen de manifiesto que el uso de estos dispositivos es insuficiente para determinar su inmersividad, por lo que se deben tener en cuenta otros aspectos como la narrativa y el lenguaje audiovisual (Ivars-Nicolás & Martínez-Cano, 2020).

Ilustración 1. Tecnologías inmersivas y su grado de inmersión.



Fuente: elaboración propia

En la figura 1 se muestran las tecnologías inmersivas más conocidas. Se considera el grado de inmersión que son capaces de ofrecer, teniendo siempre en cuenta el contexto narrativo y de lenguaje audiovisual.

Más cercano al mundo real, se encuentra la tecnología 360, tanto en formato vídeo como imagen. Este formato ofrece un menor grado de inmersión que la realidad virtual y aumentada. Las primeras representaciones inmersivas 360 se remontan al siglo XVIII, cuando el inventor Robert Baker presentó su propuesta Panorama (Comment, 2002). Este invento consistía en la recreación de una pintura alrededor de una rotonda generando una vista 360º (Thompson et al., 2017). Más recientemente, autores como Hosseini y Swaminathan (2016) definen el vídeo 360 como una herramienta audiovisual inmersiva que permite al usuario explorar su entorno mientras se reproduce el vídeo. La creciente accesibilidad de esta tecnología ha llevado a un aumento significativo de producciones audiovisuales con este formato en la última década (Sora, 2017). En términos de producción, el formato 360º es el más sencillo y asequible de cara a un público generalista, ya que la tecnología necesaria para realizar proyectos de este tipo se reduce a la utilización de una cámara capaz de captar todo el entorno (Singhirunnusorn et al., 2021). Por ello, el vídeo 360 tiene un alto grado de alcance para los usuarios que podrán experimentar de manera sencilla la sensación de inmersión.

En cuanto a la realidad aumentada, esta combina elementos del mundo real con elementos virtuales superpuestos, creando una experiencia híbrida interactiva. Su origen se remonta a la década de 1960 (Rigueros, 2017), cuando el inventor Morton Heilig construyó uno de los modelos antecesores de la realidad aumentada, el prototipo llamado Sensorama en 1962 (De la Horra, 2017). Su finalidad era aumentar la experiencia del espectador mediante la estimulación de sus sentidos. El concepto de realidad aumentada, tal y como se conoce en la actualidad, se establece en la década de 1990. Caudell (1995) la define como un sistema que amplía la visión periférica del usuario al proveer la información relevante para la tarea que está realizando. Además, otros autores cercanos a Caudell, como Janin et al. (1993), explican el funcionamiento de un sistema de realidad aumentada como un dispositivo de casco transparente, que permite identificar la posición y la orientación del sujeto, y que dispone de componentes

electrónicos y software auxiliar. Recientemente, la realidad aumentada se ha concebido como aquella donde los contenidos virtuales se fusionan con la percepción del mundo real del usuario (Rauschnabel et al., 2022) y se aplica a un amplio número de sectores profesionales (Palmarini, 2018).

Por último, se encuentra la realidad virtual, caracterizada por ofrecer un mayor grado de inmersión. Durante las últimas décadas del siglo XX, este término se popularizó (Rubio-Tamayo & Gertrudix, 2016) y han sido varios los autores que han ofrecido una aproximación teórica de lo que se entiende por realidad virtual. Biocca y Levy (1995) la definen como un sistema diseñado para sumergir por completo los canales sensoriales y motores humanos en una experiencia vital generada por computadora. Más recientemente, Pimentel et al. (2023) la han definido como una experiencia inmersiva que implica la manipulación e interacción con objetos virtuales dentro de un entorno completamente virtual. Las grandes corporaciones tecnológicas, como Telefónica (2023), también han realizado su definición, indicando que se trata de una experiencia que busca proporcionar una inmersión completa en entornos tridimensionales digitales, transportando a los usuarios a una experiencia 360 grados. Microsoft (2023) considera la realidad virtual como una experiencia inmersiva que contribuye a aislar a los usuarios del entorno real, típicamente mediante el uso de un casco y auriculares diseñados específicamente para esta finalidad.

Además de estas tecnologías, se señala que existen otras más específicas, como el vídeo volumétrico. Este se plantea como un medio activo que permite la libre navegación del espectador en un entorno tridimensional potenciando la sensación de inmersión y de interacción con los elementos del relato (Pietroszek, 2020). Se trata de una construcción volumétrica que transita, tecnológicamente, del píxel al vóxel; es decir, que trasciende el cuadrado plano para pasar a un cubo tridimensional situado en el espacio en las coordenadas de posición (x, y, z). Ello facilita que el usuario puede navegar y visualizar cualquier ángulo de la producción. El grado de inmersividad que se consigue aumenta y expande las oportunidades tanto en términos de narrativas – se produce, de facto, un omniperspectivismo narrativo activable-, como en cuanto a las metodologías de creación (Prilusky, 2019).

2.2. APLICACIONES DE LAS TECNOLOGÍAS INMERSIVAS EN LA COMUNICACIÓN

La aplicación de las tecnologías inmersivas en el ámbito de la comunicación se conoce como comunicación inmersiva. En los últimos años, se han producido numerosos avances en este campo (Apostolopoulos et al., 2012), mostrando su capacidad para transformar la forma en que se consumen y producen contenidos, fomentando una mayor inmersión, comprensión y retención de información (Rosendahl & Wagner, 2023; Shadiev et al., 2021).

Concretamente, en el periodismo distintos actores mediáticos han optado por la tecnología inmersiva (Sidorenko-Bautista et. al, 2020) para producir contenido informativo. El uso de las tecnologías inmersivas aplicadas al periodismo es una creciente área de investigación (Sanchez-Acedo et al., 2023) conocida como periodismo inmersivo, el cual De la Peña (2010) define como la producción de noticias cuyo objetivo es proporcionar a las personas una sensación de presencia sobre los acontecimientos y las situaciones descritas en las noticias. Investigaciones recientes han mostrado cómo el formato de vídeo 360 en el periodismo puede aumentar la empatía y la comprensión de temas complejos, facilitando una mejor comprensión por parte de los espectadores (Breves & Schramm, 2021; Hebbel-Seeger et al., 2021). Importantes medios de comunicación nacionales e internacionales, como El País, RTVE (Pérez-Seijo, 2021), The New York Times o The Washington Post (Domínguez, 2017) han hecho uso de la tecnología inmersiva, empleando el vídeo 360 para la producción de noticias.

La industria cinematográfica también lleva años experimentando con tecnología inmersiva para realizar producciones fílmicas. Así, Sáez (2007) afirma que, gracias a la aparición de estas técnicas inmersivas, como la realidad virtual, el cine se encuentra con una nueva herramienta para desarrollar producciones innovadoras. Este avance tecnológico no solo enriquece la experiencia audiovisual, sino que también abre un abanico de nuevas posibilidades narrativas en las que el usuario toma mayor protagonismo (Ranieri et al., 2022). Al permitir una exploración más rica del punto de vista y la perspectiva del narrador, la narración cinematográfica se beneficia de una presentación multifacética. Ya no se limita exclusivamente a la visión del director; ahora,

puede abrazar y representar múltiples ángulos y perspectivas, enriqueciendo así la trama y ofreciendo una experiencia más inmersiva al espectador. Ello convierte al espectador en un participante activo de la película (Martínez-Cano & Roselló-Tormo, 2021). En esta línea, una de las primeras producciones cinematográficas en realidad virtual (Martínez-Cano, 2018) fue obra del director Alejandro González Iñárritu, que presentó *Carne y Arena* en el Festival de Cannes de 2017.

En la última década, otro de los ámbitos comunicativos donde destaca el uso de las tecnologías inmersivas es en la industria del entretenimiento, concretamente, en la industria de los videojuegos, ya que ha actualizado significativamente el paradigma lúdico conocido (Jiménez, 2014) mediante videojuegos como los que ofrece PlayStation VR. De esta manera, la realidad virtual se hace más accesible a un público generalista.

Además, el uso de las tecnologías inmersivas y los videojuegos con fines científicos, como puede ser en el caso del sector sanitario (Peláez-Vélez et al., 2023), suponen un nuevo horizonte para generar productos de comunicación eficaces. Así, para la comunicación científica, estas tecnologías se convierten en un recurso esencial para representar conceptos complejos, especialmente cuando estos presentan un alto nivel de abstracción en los que la vivencia inmersiva facilita su comprensión, como sucede en temas ambientales y técnicos (Elmezeny et al., 2018).

2.3. TECNOLOGÍAS INMERSIVAS PARA LA EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN MEDIOAMBIENTAL

Las tecnologías inmersivas ofrecen un gran potencial de aplicación en el entorno educativo y en distintos ámbitos científicos (Rubio Tamayo et al., 2017), y de manera específica para fomentar el compromiso ambiental y promover comportamientos sostenibles (Yu & Lin, 2019; Cho & Park, 2023). El creciente número de aplicaciones diseñadas con esta tecnología (Chiu, 2021) estimula experiencias de aprendizaje realistas e interactivas en entornos seguros y controlados (Navas-Parejo et al., 2023), en las que se presentan problemas complejos como, por ejemplo, el derretimiento de los glaciares (Smith, 2015). Su uso representa una oportunidad para concienciar a la población ante la necesidad de instaurar un modelo sostenible que promueva el cuidado

medioambiental (Thoma et al., 2023), lo que se refleja en el aumento de investigaciones presentadas en eventos especializados como el Congreso Futuro 2025 o en el Congreso internacional IDEICE.

En la era del Antropoceno, en la que los efectos adversos del cambio climático son cada vez más evidentes (Kempt et al., 2022), el ser humano es el principal responsable de un *wicked problem* interconectado que repercute directamente en el desarrollo y progreso social (Equihua Zamora et al., 2016). Tanto en el contexto internacional como nacional, se han impulsado numerosos marcos de actuación para desarrollar acciones que mitiguen las consecuencias del cambio climático como el Pacto Verde Europeo (Comisión Europea, 2022), los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos en la Agenda 2030 (Naciones Unidas, 2015) o el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (Gobierno de España, 2021).

Pero, además de desarrollar políticas eficaces, se deben buscar mecanismos de concienciación que capaciten a los ciudadanos a desarrollar y adquirir habilidades verdes (Rodrigo-Cano et al. 2019) y competencias para la sostenibilidad. En este sentido, las tecnologías inmersivas, como la realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR), han mostrado su poder para complementar otros métodos educativos, al generar experiencias multisensoriales (Kovács et al., 2015). La comunicación frente al cambio climático se posiciona como un elemento que puede suponer la gran diferencia en los procesos de concienciación y sensibilización medioambiental (Heras et al., 2010). A partir de procesos participativos, se deben generar nuevas formas de interacción entre los actores involucrados destinados a impulsar la formación permanente y educación hacia el desarrollo sostenible (Badillo Mendoza & Martínez Roa, 2014) empleando productos comunicativos ecoinnovadores (Carayannis & Campbell, 2010), entre los que se encuentra la realidad virtual (López-Fernández et al., 2023).

La cooperación entre los agentes que trabajan en el ámbito científico con expertos en comunicación para desarrollar productos formativos que permitan la sensibilización de diferentes colectivos (Burrows et al., 2022) es fundamental. En este proceso, los comunicadores deben explorar nuevos formatos que permitan la alfabetización ecosocial

(Murga-Menoyo & Bautista-Cerro, 2022) a partir del entendimiento de la problemática medioambiental de manera integral, teniendo en cuenta la propia realidad social y el empleo de tecnologías atractivas que aboguen por nuevas formas de representar la información y generar experiencias atractivas para el aprendizaje. En la transición verde, el aprendizaje basado en la experiencia, especialmente en contextos de aprendizaje concretos y contextualizados, puede suponer el elemento diferenciador en el cambio de pensamiento. En el proceso de generar un aprendizaje innovador, la Unión Europea reconoce en el *GreenComp* que las tecnologías digitales favorecen la adquisición de competencias sostenibles (European Commision, Join Research Centre, 2022).

Otro ámbito en el que estas tecnologías inmersivas destacan es por su capacidad para involucrar a los usuarios en experiencias multisensoriales, en las que pueden experimentar problemas ambientales complejos, vivenciarlos y comprender la necesidad de seguir comportamientos sostenibles (Oparin et al., 2022; McGinity, 2018). Estas situaciones de inmersión favorecen la motivación intrínseca del alumnado y la empatía (Kavanag, et al. 2017; Sánchez Laws, 2020) En la búsqueda de una alfabetización ecológica (López, 2019), estas herramientas favorecen la creación de recursos que fomenten una ciudadanía comprometida con el cuidado del planeta y preparada para afrontar nuevos problemas en un futuro incierto (Menéndez-Alvarez-Hevia et al., 2022).

El formato de vídeo 360 proporciona una experiencia inmersiva que ubica al usuario en el centro de la acción, ofreciendo una perspectiva esférica completa de procesos complejos. Que puedan observar e interactuar con el entorno desde cualquier ángulo, impulsa una comprensión más profunda y directa de los conceptos representados. Esto facilita que puedan experimentar realidades lejanas, como los ecosistemas más afectados por el cambio climático, haciéndoles comprender su impacto y motivando que actúen en consecuencia (Smith, 2015). En este sentido, estudios recientes han demostrado que los vídeos 360 pueden mejorar significativamente los resultados de aprendizaje y el compromiso de los usuarios en comparación con métodos tradicionales (Fokides & Arvaniti, 2020; Muntean et al., 2020). Además, su accesibilidad en

dispositivos convencionales facilita su uso y amplía los escenarios de aplicación y su alcance, facilitando su implementación en proyectos de sensibilización ambiental.

Así, el vídeo 360 se convierte en un recurso educativo muy valioso para la Educación Ambiental para la Sostenibilidad (CENEAM, 2021). No obstante, emplear estas tecnologías presenta retos relevantes que deben ser abordados desde la investigación en comunicación, como las posibles distracciones del espectador o ciertas incomodidades (Cinnamon & Jahiu, 2023). Por ello, se precisa repensar los procesos de producción, desde el *acting* hasta el cuidado y trabajo de cada ángulo del producto, ya que cada escena será visible desde cualquier perspectiva y no solo desde el ángulo que nos muestra el tiro de cámara (Pietroszek, 2020). A través de la investigación de casos concretos, como el abordado en esta investigación, se puede producir un refinamiento de los procesos de producción de vídeos 360 para que se consoliden como una herramienta clave en la educación ambiental.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal de la investigación es describir el proceso de producción audiovisual inmersiva seguido para el desarrollo de un vídeo 360 con el fin de permitir su replicación y facilitar la creación de nuevos productos.

El estudio de caso se presenta en el contexto de un proyecto de investigación competitivo, orientado a la comunicación científica en el ámbito de la educación medioambiental, enfocado a la bioeconomía urbana y economía circular. La finalidad es ofrecer un producto que pueda ser útil para expertos en la materia, pero también para su aplicación en contextos educativos, o consulta por parte del público general.

Para la consecución del objetivo principal se establecen los siguientes objetivos específicos:

- OE1: Documentar un estudio de caso que contribuya a desarrollar una modelización de producciones audiovisuales inmersivas con el fin de facilitar su replicabilidad y adaptación a diferentes contextos.

- OE2: Describir las fases de producción seguidas en el rodaje inmersivo para el estudio de caso presentado, e identificar los elementos clave en cada etapa.
- OE3: Elaborar una serie de recomendaciones prácticas que optimicen la grabación y postproducción de futuras producciones audiovisuales inmersivas.
- OE4: Documentar el equipamiento técnico, humano e informático utilizado para la realización del estudio de caso presentado.
- OE5: Identificar el potencial de las tecnologías inmersivas para desarrollar productos audiovisuales efectivos, basados en vídeo 360, para educación y sensibilización ambiental.

4. METODOLOGÍA

La investigación presenta un estudio de caso el proceso de creación audiovisual de una producción inmersiva de un vídeo 360 enmarcada en un proyecto de investigación competitivo de temática medioambiental, concretamente sobre economía circular.

Esta iniciativa surge como vía de exploración de nuevos formatos de comunicación científica para el desarrollo de acciones comunicativas dentro del Proyecto BIOTRES-CM (S2018/EMT-4344), cofinanciado por la Comunidad de Madrid, el Fondo Social Europeo y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Entre los objetivos de las acciones de comunicación de este proyecto, se encuentra la exploración del vídeo 360, lo que permitirá conocer esta manera de producción audiovisual que se aleja del formato tradicional. Así, se decide realizar un proyecto piloto inmersivo en el ámbito de la pirolisis catalítica, estudiando las posibilidades de esta tecnología que puedan ser extrapoladas a otros ámbitos de trabajo.

El proyecto científico BIO3 pretende poner en valor la utilización de los biorresiduos, residuos lignocelulósicos y restos alimenticios, como una alternativa de valor añadido para la producción de biogás y compost (BIOTRES-COM, s.f.). Esta iniciativa, integrada por distintos grupos de trabajo, pretende sensibilizar y concienciar sobre el valor y la importancia de la economía circular. Dentro de las estrategias de comunicación planteadas, se incluye la realización de un vídeo interactivo multimedia 360 orientado a la valorización de los biorresiduos como productos de valor añadido.

De manera general, las producciones audiovisuales inmersivas se realizan con fines comerciales y cinematográficos (Antezana Guizada, 2017). Sin embargo, por la naturaleza divulgativa de este proyecto de investigación, la producción presentada se enmarca en la comunicación científica.

Para explicar el proceso de creación audiovisual que se presenta en los resultados, se emplean las tres etapas fundamentales definidas en el Manual de producción audiovisual de Soto Alvarado (2015): preproducción, producción (rodaje) y postproducción, y que Ohanian y Phillips (2013) consideran básicas para toda producción audiovisual. Además, estas fases se dividen en subfases más específicas, contempladas en la figura 2, para establecer un modelo de producción exacto en producciones audiovisuales inmersivas.

Ilustración 2. Fases de la producción audiovisual inmersiva propuesta.



Fuente: elaboración propia

5. RESULTADOS

5.1. FASE DE PREPRODUCCIÓN

Generalmente, la fase de preproducción es la más extensa, ya que es donde se prepara y plantea toda la producción audiovisual. Como parte de la investigación previa, se

dispuso de tecnología inmersiva para estudiar el potencial que ofrecen estas herramientas para desarrollar un producto de comunicación científica eficiente y eficaz. En este caso, se trabajó con el modelo de cámara 360 Ricoh Theta V, una cámara de gama media que ofrece una serie de ventajas como la manejabilidad y el coste económico asequible, entre otras. Además, fue necesario conocer el formato inmersivo 360, por lo que, antes de la grabación, se realizaron pruebas con la Ricoh Theta V para estudiar la forma de exportación e importación de archivos y conocer los softwares capaces de editar escenas 360. Este modelo de cámara 360 presenta la ventaja de que el propio dispositivo es capaz de realizar el cosido de las imágenes para lograr panoramas 360 sin necesidad de realizar un procesado de edición posterior mediante softwares externos.

Para llevar a cabo una correcta preproducción, esta fase se divide a su vez en subfases, donde se trabajan en distintos ámbitos como la preparación del rodaje, la gestión de las localizaciones, realización de pruebas o la preparación de equipos técnicos, entre otras.

5.1.1. Fase de contacto

En una producción de carácter científico es necesario trabajar de manera conjunta entre el equipo técnico experto audiovisual y el equipo experto en la temática a comunicar. Para la elaboración de un producto audiovisual científico eficaz es imprescindible conocer, de forma adecuada, el objeto de estudio para lograr una comunicación eficiente (Gertrudix & Rajas, 2021). En este caso, la economía circular y la bioeconomía urbana como modelo de reutilización de biorresiduos. Se eligió el tema de la pirólisis catalítica porque esta no solo representa un proceso innovador y tangible dentro del ámbito de la economía circular, capaz de ejemplificar cómo transformar biorresiduos en biocombustibles de valor añadido, sino que es uno de los fundamentos tecnológicos de las biorrefinerías, y conocer su funcionamiento, especialmente por público no experto, puede aumentar la confianza en estas tecnologías renovables.

Para ello, se establecieron reuniones previas con los equipos especialistas en la temática medioambiental a fin de instruir y formar al equipo dedicado al desarrollo de las acciones de comunicación. En la primera reunión se explicaron las actividades de

bioeconomía que incluyen la integración de transformaciones termoquímicas, químicas y biológicas (BIO3-COM, s.f.). Entre todas las actividades propuestas, se decidió realizar el proyecto inmersivo sobre el proceso de pirolisis catalítica, un proceso termoquímico que permite la transformación de biorresiduos en biocombustibles como productos de valor añadido. Estas reuniones previas fueron necesarias para establecer las estrategias de comunicación y empezar la elaboración de los guiones técnicos y las escaletas referentes al proceso de pirolisis.

En el proyecto BIO3 participan diversos laboratorios que desarrollan investigación química. Entre ellos, se encuentra el laboratorio de transformación termocatalítica de residuos, donde se lleva a cabo el proceso termoquímico de pirolisis catalítica. Este laboratorio está situado en las instalaciones del IMDEA Energía (Instituto Madrileño de Estudios Avanzados), donde se realizó la grabación.

Antes de la grabación, se realizó una segunda reunión para visitar las instalaciones del laboratorio. Durante esta visita se llevó a cabo un completo proceso de reconocimiento y planimetría de los espacios para identificar los espacios clave, realizar la medición y análisis de cada una de las salas en la que se iba a desarrollar la grabación (sala principal de acceso y dos salas técnicas), y determinar cuáles debían ser las rutas y posiciones básicas para el rodaje. Estas reuniones permitieron determinar con precisión las necesidades técnicas, prever las posibles dificultades a resolver, y analizar previamente los requerimientos técnicos necesarios, lo que documentó el proceso previo para la elaboración del guion y el desarrollo de los primeros borradores de la escaleta.

5.1.2. Fase de preparación

En esta fase se prepararon tanto los documentos como el equipo técnico. Se elaboraron las primeras versiones del guion y la escaleta con la información proporcionada por el equipo experto en economía circular. Una vez realizados estos documentos, fue necesario que los expertos en economía circular los revisaran para dar el consentimiento para proceder al siguiente paso. Estos documentos tuvieron varias versiones con las recomendaciones y propuestas otorgadas por los expertos en la temática. Una vez que los documentos finales han sido preparados —pueden

consultarse en (Sanchez-Acedo, 2025). se establecen las fechas de rodaje. En este punto también es necesario preparar el equipo técnico necesario para la grabación.

5.1.3. Fase de acordar fechas de rodaje

Con todo preparado para el rodaje, los documentos y el material necesario, se acuerdan las fechas de rodaje entre los equipos de trabajo.

5.2. FASE DE PRODUCCIÓN

La fase de producción consiste en la realización de las grabaciones y la generación de los materiales gráficos (Gertudix et al., 2017) para la elaboración del producto. Esta fase consiste en la ejecución de las decisiones tomadas en la fase anterior (Vélez Amador, 2017) en el tiempo establecido. La grabación se realizó en dos días, acordados en la fase anterior.

En el caso de una producción audiovisual para un proyecto inmersivo esta fase es parecida a la de una producción convencional, pero deben considerarse varios aspectos técnicos a la hora de enfrentarse a un rodaje inmersivo.

Una vez preparada la organización de las grabaciones, se desarrolla el rodaje en dos sesiones. El primer día de grabación se reservó para las grabaciones convencionales de los vídeos integrados en los elementos interactivos. En el segundo día se graban las escenas inmersivas 360 con la cámara 360 Ricoh Theta V, un trípode y micrófonos de corbata. Para una correcta grabación 360, se hace necesario reducir el equipamiento técnico y humano al máximo.

5.2.1. Recomendaciones para un rodaje inmersivo

En primer lugar, se debe tener en cuenta que la grabación se realizará con una cámara 360, capaz de captar todo el entorno que rodea a una escena. Por ello, a diferencia de un rodaje realizado con una cámara de vídeo convencional, en el caso del video 360 se verá lo que hay detrás de la escena, es decir, todo el equipo técnico humano (operarios de cámara, técnicos de sonido) encargado de dirigir el rodaje. Aquí, se establece el primer término para tener en cuenta en un rodaje en este formato: a una escena de

rodaje en una producción inmersiva solamente debe acudir el equipo técnico humano imprescindible, en este caso, el operario de cámara y el técnico de sonido. Por parte de la iluminación en interiores, tampoco se recomienda la utilización de focos u otros elementos de iluminación, ya que aparecerían en escena. Por ello, los espacios donde se realice la grabación deben contar con buena iluminación. De lo contrario, es posible que la calidad de la imagen se vea perjudicada.

Consecutivamente, se establece el segundo término para tener en cuenta y quizá más importante: el equipo humano no debe aparecer en escena. Para ello, se proponen las siguientes opciones: los operarios de cámara y técnicos de sonido deben ser figurantes en la escena o encontrar puntos muertos donde el equipo humano se pueda esconder, como, por ejemplo, detrás de una escalera, un cartel o una columna.

En cuanto al sonido, se recomienda el uso de micrófonos de corbata y captar el sonido con una grabadora. Las herramientas de postproducción permiten, posteriormente, sincronizar la imagen y el audio de manera sencilla. La utilización de otro tipo de micrófonos o elementos auxiliares como pértigas puede resultar inapropiada, ya que incorpora elementos externos que alteran la escenografía.

La cámara 360 debe estar dispuesta sobre un trípode de manera estática. Para calibrar su posición, se recomienda situarla a la altura de los ojos de una persona de estatura media, es decir, a 160 cm aproximadamente. Además, se recomienda ubicarla en el centro de los espacios de grabación para que no haya distorsiones de ángulo ni de perspectivas en cuanto a los límites de las salas. En este punto es importante considerar la distancia entre la cámara y las acciones de la escena según las necesidades del proyecto, pudiendo estar a una distancia larga, media o corta.

Finalmente, dependiendo también de las necesidades del proyecto, se debe tener en cuenta la escenografía 360 de la grabación y contemplar los posibles puntos activos donde el usuario pueda acceder a más información. Si se añaden puntos calientes interactivos en el proyecto, se deben dejar estos espacios libres de acciones para que no interfieran con el correcto acceso a la información adicional.

5.3. FASE DE POSTPRODUCCIÓN

En esta fase se realiza el maquetado final, se realizan los procesos de integración de efectos y modificaciones (Bourriaud, 2022) sobre el material grabado. Para facilitar el proceso, esta fase se divide en cuatro subapartados principales que Jódar Marín (2019) contempla en su investigación y en una subfase última dedicada al proceso de exportación de un proyecto audiovisual inmersivo.

5.3.1. Fase de preparación y planificación

Tras el rodaje, se revisa y prepara todo el material grabado, tanto vídeo como audio, para la fase de edición. Se seleccionan los brutos con los que se van a trabajar y se descartan las tomas que no se utilizarán.

5.3.2. Fase de edición y montaje

Con los brutos seleccionados, es hora de realizar la edición y el montaje de las escenas. En este punto, se trabaja con los softwares informáticos y los programas de edición necesarios para realizar esta fase. En este caso, se utilizó Adobe Premiere para la edición de los vídeos, con el que también se realizaron las tareas de etalonaje y corrección de color correspondientes.

5.3.2.1. Eliminación de trípode

Como proceso de postproducción característico en una producción audiovisual inmersiva, se encuentra el trabajo de eliminación del trípode. Al tener escenas inmersivas 360, en las que todo es visible, el trípode que sostiene a la cámara también lo será. Para solucionar este problema, se realizan tareas de edición con procesado de la imagen para eliminarlo. Actualmente, no existe ningún manual académico que considere este ítem como un punto necesario en el proceso creativo de un audiovisual inmersivo. No obstante, en esta investigación se considera como aspecto importante, por lo que se realizó la eliminación del trípode mediante Adobe Photoshop y el uso de herramientas específicas que permiten retocar el entorno capturado, asegurando una transición visual fluida (Grupo Ciberimaginario, 2023).

5.3.3. Fase de maquetado, uso de grafismo e infografía

Para la realización de un proyecto de comunicación es conveniente establecer una identidad corporativa gráfica (Galindo Rubio, 2004) donde se determinen la tipografía, los colores, se realicen infografías o se emplee el uso de *motion graphics*.

Se creó una línea gráfica acorde al kit de medios de BIO3, en los que se diseñó la interfaz del proyecto, así como los botones interactivos que se incorporarán en la siguiente fase.

5.3.4. Fase de procesado digital y efectos visuales

Por último, el proyecto cuenta con una parte multimedia. En esta sección se añaden elementos interactivos que son botones o *hotspots* integrados dentro de las escenas que permiten ampliar la información del proyecto en forma de imágenes, audio y vídeo. Este trabajo se desarrolló con el software 3DVista, capaz de ofrecer la creación, en formato 360, de recorridos virtuales para hacer partícipe al espectador del proyecto (Argyriou et al. 2020). Esta interactividad multimedia permite al usuario participar en el relato (Perceval-Verde y Tejedor, 2006) de manera directa, pudiendo seleccionar qué información consultar en cada momento mediante el uso de los botones interactivos, ofreciéndoles la posibilidad de explorar y visitar las instalaciones y los espacios de la escena de manera más detallada.

5.3.5. Fase de exportación

Finalmente, para la publicación del proyecto, el software 3DVista ofrece la posibilidad para la descarga de archivos y su subida a los servidores del grupo de investigación utilizando características técnicas para el desarrollo del site mediante HTML 5, XHTML 1.0 y CSS 3, compatible con los estándares web y teniendo en cuenta la exportación inmersiva y responsiva para una correcta visualización en toda clase de dispositivos, creando un site rápido de carga y optimizado. En la figura 3 se muestra una captura de pantalla de la interfaz inicial del producto elaborado y se proporciona acceso para su visualización.

Ilustración 3. Producto inmersivo 360.



Fuente: <https://multimedia.ciberimaginario.es/360/2019/bio3/pirolisis/>

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La decisión de realizar un vídeo 360 en vez de un vídeo convencional para mostrar el proceso de pirolisis catalítica da como resultado el proyecto piloto y la documentación del proceso de producción llevado a cabo.

Los resultados obtenidos muestran que el formato 360 no solo mejora la capacidad de inmersión, sino que permite transmitir procesos complejos de manera visual y participativa. El caso desarrollado confirma las conclusiones de estudios como los de Oh et al. (2020) o Breves & Schramm (2021) que señalan cómo el vídeo 360 puede ayudar a una mayor comprensión de procesos técnicos complejos como la pirólisis catalítica, haciéndolo más accesible tanto para expertos como para el público general.

Por su parte, el plan de producción puede ser replicado en la realización de nuevos proyectos inmersivos multimedia 360 enfocados tanto a objetivos de ecoalfabetización como en otros ámbitos. El desarrollo de un producto eficiente puede apoyarse en manuales como los de Jaunt Studios (2017) e Ivars-Nicolás et al. (2020) que presentan los pasos para crear un plan de producción inmersivo. También, son útiles las buenas prácticas documentadas para realizar una grabación inmersiva 360 (Benítez de Gracia y Herrera Damas, 2021) o la utilización de herramientas útiles para diseñar producciones 360 (Vegas Molina, 2021). Los resultados amplían estas referencias al incluir elementos

interactivos que pueden enriquecer la experiencia educativa y permiten al usuario explorar información adicional a través de hotspots multimedia, aspecto que ha sido señalado por investigaciones previas que subrayan la importancia de la interactividad en formatos inmersivos para aumentar el impacto en los usuarios (Argyriou et al., 2020).

El formato 360 como medio para producir contenidos audiovisuales ha sido objeto de estudio desde hace varias décadas (Martínez García, 2012). Domínguez-Martín (2015) subraya que ya en la década de 1990, en la Universidad de Columbia, se realizaban experimentos periodísticos en este formato. Los resultados de este estudio contribuyen directamente a esa línea histórica al aportar un caso concreto de aplicación en la comunicación científica, enfocándose en procesos medioambientales como la pirólisis catalítica. Con ello no solo amplía el alcance del análisis del vídeo 360°, sino que también demuestra su capacidad para representar problemas complejos de forma accesible y atractiva, promoviendo una mayor comprensión de fenómenos como el cambio climático, aspectos avanzados por Muntean et al. (2020) y Cinnamon & Jahiu (2023), entre otros.

Para la elaboración de esta producción se ha utilizado como referencias modelos previos y recomendaciones propuestas en otros estudios más genéricos, en los que, en su mayor parte, no se utiliza el formato inmersivo, como los estudios de Soto Alvarado (2015) o Jódar Marín (2019). Por lo que la producción presentada se constituye siguiendo las bases de un modelo de producción audiovisual convencional.

En lo que se refiere a la comunicación científica, el proyecto presentado ofrece una configuración de esta herramienta narrativa para la elaboración de producciones audiovisuales basadas en vídeo 360 aplicadas a la concienciación ambiental. La utilización de las tecnologías inmersivas como recurso comunicativo científico puede favorecer la concienciación del usuario (Ivars-Nicolás & Martínez Cano, 2020) y potencia el aprendizaje multisensorial, que es clave para la educación ambiental y científica, como han revelado Rubio Tamayo et al., (2017) y Yu & Lin (2019). Tal y como contempla el centro de investigación europea, el uso de estas tecnologías digitales ayuda a adquirir las competencias sostenibles básicas para estimular el cambio de mentalidad necesario

(European Comission, Join Research Centre 2022). Por lo tanto, se concluye que el uso de estas tecnologías podrá generar un mayor compromiso (Sánchez Laws, 2020) con la problemática actual, favoreciendo la sensibilización y el compromiso con el medioambiente, donde se adopten nuevos enfoques ecoinnovadores que ayuden a generar una comprensión amplia del fenómeno medioambiental (Carayannis & Campbell, 2010) y se establece necesario una experimentación sobre la sostenibilidad para generar entornos que fomenten la reflexión y aboguen por el cambio de pensamiento. Además, ya existen estudios que analizan experiencias realizadas con tecnología inmersiva para la educación ambiental (Carrizo, 2020), por lo que se confirma que las tecnologías inmersivas son una buena herramienta comunicativa en el ámbito de la ecoalfabetización.

En lo que se refiere al caso que en esta investigación se contempla, el proyecto ha sido presentado en ferias y eventos por parte del IMDEA Energía y la Universidad Rey Juan Carlos, como en la Feria Genera 2021 en IFEMA Madrid, teniendo gran acogida entre el público especializado en el sector. Todo ello ratifica la utilización del vídeo 360 como una opción adecuada para explicar contenidos científicos y técnicos de manera eficiente y eficaz.

Finalmente, sobre las investigaciones que evalúan el uso de las tecnologías inmersivas como recursos comunicativos para la producción de contenido científico estas son limitadas, por lo que este artículo, además, propone una nueva vía de aplicación para dichas tecnologías inmersivas. Sin embargo, sí que existen publicaciones que estudian la aplicación de las tecnologías inmersivas en otras áreas profesionales, como es el caso de la educación (Miguélez-Juan, Núñez-Gómez y Mañas-Viniegra, 2019), el turismo (Quiroz-Fabra et al., 2023), reportajes periodísticos (Benítez De Gracia y Herrera Damas, 2018) o el área de la salud (Snoswell & Snoswell, 2019), entre otras.

Esta investigación se centra en el uso de los vídeos 360 como herramienta para la comunicación científica, y su potencial para mejorar la educación y sensibilización ambiental, por lo que se sugiere que, si se quieren realizar proyectos con otro tipo de

tecnologías inmersivas, como la realidad virtual o aumentada, se consulten además otros manuales y referencias.

7. LIMITACIONES

Aunque el estudio de caso de producción ha mostrado ser eficaz y eficiente, y podría servir de guía para futuras producciones inmersivas, su validación requiere iteraciones adicionales que sean evaluadas sistemáticamente. Esto permitirá comprobar su aplicabilidad en diferentes tipos de producción de vídeo inmersivo y en contextos temáticos diversos. Además, es recomendable contrastar los resultados de este estudio con otras investigaciones relacionadas con la producción de contenido 360, como la de Del Arbol y Nielsen (2022).

Uno de los aspectos técnicos contemplados en esta investigación es la grabación de sonido 360, también llamado ambisónico. Este componente resulta fundamental en el diseño de experiencias inmersivas, ya que permite guiar al usuario por el entorno mediante la posición precisa de la fuente sonora. No obstante, tras las investigaciones previas realizadas en el proyecto, se optó por utilizar sonido estéreo para agilizar los procesos de postproducción. Este ámbito de la inmersión sonora se ofrece como una vía de experimentación para futuras producciones, considerando que la integración de audio inmersivo podría mejorar significativamente la calidad de las producciones 360.

El material técnico empleado, como las cámaras 360, requieren de una instrucción previa y aprendizaje para su correcto funcionamiento, por lo que se recomienda consultar otros documentos o hacer uso de tutoriales para aprender el funcionamiento de las cámaras y su puesta en marcha. En esta investigación se utiliza la cámara 360 Ricoh Theta V, pero es posible utilizar una cámara de gama más alta, como la Insta360 Pro2, que ofrece la grabación de escenas 360 en 8K, si bien tiene un coste económico mayor que condiciona su disponibilidad para producciones de bajo coste.

Por último, la producción se centra en la comunicación científica y no aborda con profundidad aplicaciones en otros contextos, como el entretenimiento. Por ello, se

recomienda, consultar y complementar este documento con otras referencias que puedan ser aplicables y relevantes en otros contextos.

8. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en el 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) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España. También en el marco del Proyecto BIOTRES-CM (S2018/EMT-4344), financiado por la Comunidad de Madrid y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

9. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Conceptualización, A.S.-A., A.C.-A., N.B.-A. y M.G.; metodología, A.S.-A., A.C.-A. y M.G.; validación, A.S.A. y M.G.; análisis formal, A.S.-A. y A.C.-A.; investigación, A.S.-A., A.C.-A. y M.G.; redacción, A.S.-A., A.C.-A., N.B. y M.G.; revisión y edición, A.S.-A., A.C.-A. y M.G.; desarrollo del proyecto, A.S.-A. y M.G.; supervisión, M.G.; administración del proyecto, M.G.; obtención de fondos, M.G. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antezana Guizada (2017). Las características de los procesos de producción audiovisual en la ciudad de Cochabamba. *Punto Cero*, 22(35), 24-37.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421854968003>

Apostolopoulos, J. G., Chou, P. A., Culbertson, B., Kalker, T., Trott, M. D., & Wee, S. (2012). The road to immersive communication. *Proceedings of the IEEE*, 100(4), 974-990. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2011.2182069>

Argyriou, L., Economou, D., & Bouki, V. (2020). Design methodology for 360 immersive video applications: the case study of a cultural heritage virtual tour. *Personal and Ubiquitous Computing*, 24, 843-859. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01373-8>

Badillo Mendoza, M. E., & Martínez Roa, O. G. (2014). Educomunicación y medio ambiente: en la búsqueda y construcción de fisuras. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 5(1), 255-270. <https://doi.org/10.22490/21456453.960>

Benítez De Gracia, M. J., & Herrera Damas, S. (2018). El reportaje inmersivo en vídeo en 360 en los medios periodísticos españoles. *Revista de Comunicación*, 17(2), 66-100. <https://doi.org/10.26441/RC17.2-2018-A3>

Benítez de Gracia, M. J., & Herrera Damas, S. (2021). Buenas prácticas para guiar la atención del espectador en el reportaje inmersivo con vídeo en 360º. *Doxa Comunicación*, 32, 263-287. <https://doi.org/10.31921/doxacom.n32a13>

Biocca, F., & Levy, M. R. (1995). *Communication in the age of virtual reality*. L. Erlbaum Associates.

Referencia completa: BIOTRES-CM. (s. f.). Bioeconomía circular en el entorno urbano. Bio3. <https://madrid.bio3project.es>

Bourriaud, N. (2022). *Postproducción*. Adriana Hidalgo Editora.

Breves, P., & Schramm, H. (2020). Bridging psychological distance: The impact of immersive media on distant and proximal environmental issues. *Computers in Human Behavior*, 111, 106606. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.10660>

Burrows, S., Olive, R., O'Brien, S., & Galloway, T. (2022). Connection is key when there's no planet B: The need to innovate environmental science communication with transdisciplinary approaches. *Science of The Total Environment*, 853, 158435. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158435>

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other?: a proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSESD)*, 1(1), 41-69. <https://doi.org/10.4018/jsesd.2010010105>

- Carrizo, N. (2020). Análisis de experiencias con tecnologías inmersivas aplicadas a la educación ambiental. 2do Congreso latinoamericano de comunicación de la UNVM, nuevos escenarios entre emergencias y conflictos.
http://biblio.unvm.edu.ar/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=38862&seule=1
- Caudell, T. P. (1995). Introduction to augmented and virtual reality. In *Telem manipulator and Telepresence Technologies* 2351, 272-281. <https://doi.org/10.1117/12.197320>
- CENEAM. (2021). *Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad (2021-2025)*. Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM), Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Ministerio de Educación y Formación Profesional.
https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ceneam/plan-accion-educacion-ambiental/paeas_2023_tcm30-560047.pdf
- Cinnamon, J., & Jahiu, L. (2023). 360-degree video for virtual place-based research: A review and research agenda. *Computers, Environment and Urban Systems*, 102, 102044. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2023.102044>
- Chatman, S. (1990). *Historia y discurso: La estructura narrativa en la novela y en el cine*. Taurus.
- Chiu, W. K. (2021). Pedagogy of emerging technologies in chemical education during the era of digitalization and artificial intelligence: A systematic review. *Education sciences*, 11(11), 709. <https://doi.org/10.3390/educsci11110709>
- Cho, Y., & Park, K. S. (2023). Designing Immersive Virtual Reality Simulation for Environmental Science Education. *Electronics*, 12(2), 315.
<https://doi.org/10.3390/electronics12020315>
- Comment, B. (2002). *The panorama*. Reaktion Books.
- Comisión Europea. (2022). *Pacto Verde Europeo*. Consejo Europeo.
<https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/>

De la Horra Villacé, I. (2017). Realidad aumentada, una revolución educativa. *Edmetic*, 6(1), 9-22. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5762>

De la Peña, N., Weil, P., Llobera, J., Giannopoulos, E., Pomés A., Spanlang, B., Friedman, D., Sánchez-Vives, M., & Slater, M. (2010). Immersive Journalism: immersive virtual reality for the first-person experience of news. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 19(4), 291-301. https://doi.org/10.1162/PRES_a_00005

Del Arbol, L. A., & Nielsen, M. F. (2022). 360: Diseño y Realización de Video Inmersivo. Nobuko/Diseño editorial.

Domínguez-Martín, E. (2015). Periodismo inmersivo o cómo la realidad virtual y el videojuego influyen en la interfaz e interactividad del relato de actualidad. *Profesional de la información*, 24(4), 413–423. <https://doi.org/10.3145/epi.2015.jul.08>

Domínguez, E. (2017). Going beyond the classic news narrative convention: The background to and challenges of immersion in journalism. *Frontiers in Digital Humanities*, 4, 10. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2017.00010>

Elmezeny, A., Edenhofer, N., & Wimmer, J. (2018). Immersive Storytelling in 360-Degree Videos: An Analysis of Interplay Between Narrative and Technical Immersion. *The Journal of Virtual Worlds Research*, 11. <https://doi.org/10.4101/JVWR.V11i1.7298>

Equihua Zamora, M., Hernández Huerta, A., Pérez Maqueo, O., Benítez Badillo, G., & Ibáñez Bernal, S. (2016). Cambio global: el Antropoceno. *CIENCIA ergo-sum*, 23(1), 67-75. <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/8115>

European Commission, Joint Research Centre, (2022). *GreenComp, El marco europeo de competencias sobre sostenibilidad*, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/094757>

Fokides, E., & Arvaniti, P. A. (2020). Evaluating the effectiveness of 360 videos when teaching primary school subjects related to environmental education. *Journal of*

Pedagogical Research, 4(3), 203–222. <https://doi.org/10.33902/JPR.2020063461>

Galindo Rubio, F. (2005). Comunicación Audiovisual Corporativa: un modelo de producción. *Actas dos III SUPCOM, LUSOCOM e IBÉRICO*, Universidade da Beira Interior, Covilha, 667-677.

Gertrudix, M., & Rajas, M. (2021). *Comunicar la ciencia: guía para una comunicación eficiente y responsable de la investigación e innovación científica*. Editorial Gedisa.

Gertrudix, M., Rajas, M., Barrera, D., Bastida, M., & Soto, C. (2017). Realización de vídeo educativo: análisis de la producción audiovisual de los MOOC de URJCx. En: J. Sierra-Sánchez (Coord.), *Nuevas tecnologías audiovisuales para nuevas narrativas interactivas digitales en la era multidispositivo* (pp. 289-302). McGraw Hill Education. <https://goo.gl/h9YTdM>

Gobierno de España (2021). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://cutt.ly/drdhyL1Z>

González Iñárritu, A. (2017). *Carne y arena*. Fondazione Prada.

Grupo Ciberimaginario (2023). *Tutorial - Cómo Quitar Trípode en Vídeo 360 - Adobe Photoshop y Premiere*. https://www.youtube.com/watch?v=xSVMYVA_KaE

Hebbel-Seeger, A., Rudeloff, C., Wagner, R., & Pranz, S. (2021). Communicating within immersion and presence: The use of 360-degree video to make climate change touchable. En *Communicating Climate Change* (1st ed., pp. 19). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003037378>

Heilig, M. L. (1962). Sensorama simulator. United States Patent Office. Patent No. 3,050,870.

Heras, F., Sintes, M., Serantes, A., Vales, C., & Campos, V. (2010). *Educación ambiental y cambio climático. Respuestas desde la comunicación, educación y participación ambiental*. Celda, Centro de extensión Universitaria e divulgación ambiental.

Hosseini, M., & Swaminathan, V. (2016). Adaptive 360 VR video streaming: Divide and conquer. In *2016 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM)*. IEEE.

<https://doi.org/10.1109/ISM.2016.0028>

Ivars-Nicolás, B., & Martínez-Cano, F.J. (2020). En busca de narrativa inmersiva con la tecnología de vídeo 360º, *Sphera Publica*, 1(20), 160-177.

<http://hdl.handle.net/10952/5800>

Ivars-Nicolás, B., Martínez-Cano, F. J., & Cuadra-Martínez, J. (2020). Immersive experiences in 360 video for social youth engagement. *Catalan Journal of Communication & Cultural Studies*, 12(2), 225-237.

https://doi.org/10.1386/cjcs_00029_1

Janin, A. L., Mizell, D. W., & Caudell, T.P. Calibration of head-mounted displays for augmented reality applications. *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, Seattle, WA, USA, 1993, pp. 246-255.

<https://doi.org/10.1109/VRAIS.1993.380772>

Jaunt Studios. (2017). The Cinematic VR Field Guide: A Guide to Best Practices for Shooting 360. *Santa Monica: Jaunt, Inc.*

Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: Where old and new media collide*. New York University Press.

Jiménez, R. (2014). Realidad virtual, su presente y futuro. Univ. Católica Nuestra Señora la Asunción, 1. <https://cutt.ly/QrdhuHMk>

Jódar Marín, J. (2019). Caracterización del lenguaje audiovisual de los fashion films: realización y postproducción digital. *Revista Prisma Social*, (24), 135-152.

<https://revistaprismasocial.es/article/view/2825>

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119. <https://www.learntechlib.org/p/182115/>

Kemp, L., Xu, C., Depledge, J., Ebi, K. L., Gibbins, G., Kohler, T. A., Rockström, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H. J., Steffen, W., & Lenton, T. M. (2022). Climate Endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(34), e2108146119.

<https://doi.org/10.1073/pnas.2108146119>

Kovács, P. T., Murray, N., Rozinaj, G., Sulema, Y., & Rybárová, R. (2015). Application of immersive technologies for education: State of the art. In *2015 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL)* (pp. 283–288). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IMCTL.2015.7359604>

López, A. (2019). Ecomedia literacy. En, R. Hoobs & P. Mihailidis (Eds.), *The International Encyclopedia of Media Literacy*. John Wiley y Sons, Inc.

<https://doi.org/10.1002/9781118978238.ieml0210>

López-Fernández, D., Mayor, J., García-Pérez, M., & Gordillo, A. (2023). Are virtual reality serious video games more effective than web video games? *IEEE Computer Graphics and Applications*, 43(2), 32-42. <https://doi.org/10.1109/MCG.2023.3244036>

Mabrook, R., & Singer, J.B. (2019) Virtual Reality, 360 Video, and Journalism Studies: Conceptual Approaches to Immersive Technologies. *Journalism Studies*, 20, 2096–2112. <https://doi.org/10.1080/1461670X.2019.1568203>

McGinity, M. (2018). Immersive media for environmental awareness. In *2018 IEEE Workshop on Augmented and Virtual Realities for Good (VAR4Good)* (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/VAR4GOOD.2018.8576891>

Martínez-Cano, F. J. (2018). Impresiones sobre Carne y Arena: práctica cinematográfica y realidad virtual. *Miguel Hernández Communication Journal*, (9), 161-190. <http://dx.doi.org/10.21134/mhcj.v0i9.222>

Martínez-Cano, F. J., & Roselló Tormo, E. (2021). Estrategias del cine volumétrico para generar empatía en la audiencia. El caso de Queerskins: Ark. *Artnodes: revista de arte, ciencia y tecnología* (28). <http://doi.org/10.7238/artnodes.v0i28.386381>

Martínez García, M. Á. (2012). La estrategia 360 grados como futuro posible para la creación de contenidos. El caso de Jelly Jamm. *COMUNICACIÓN. Revista Internacional De Comunicación Audiovisual, Publicidad Y Estudios Culturales*, 1(10), 176–186.

Mejía Mejía, G. P., López Cabrera, M. V., Hernández-Rangel, E., & Cercano Fuentes, J. L. (2019). Diseño de un modelo de evaluación mediante la integración de tecnología inmersiva ya distancia. *Educación médica*, 20(3), 140-145.

<https://doi.org/10.1016/j.edumed.2018.02.009>

Menéndez-Alvarez-Hevia, D., Urbina-Ramírez, S., Forteza-Forteza, D., & Rodríguez-Martín, A. (2022). Contributions of futures studies to education: A systematic review. *Comunicar*, 73, 9-20. <https://doi.org/10.3916/C73-2022-01>

Microsoft (2023). *¿Qué es la realidad aumentada o AR?*

<https://dynamics.microsoft.com/es-es/mixed-reality/guides/what-is-augmented-reality-ar/>

Miguélez-Juan, B., Núñez-Gómez, P., & Mañas-Viniegra, L. (2019). La Realidad Virtual Inmersiva como herramienta educativa para la transformación social: Un estudio exploratorio sobre la percepción de los estudiantes en Educación Secundaria Postobligatoria. *Aula abierta*. 48, 157-166.

<https://doi.org/10.17811/rifie.48.2.2019.157-166>

Milgram, P., & Kishino, F. (1994) Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *Proceeding SPIE 2351*, 282–292.

<https://doi.org/10.1117/12.197321>

Muntean, R., Antle, A. N., & Hennessy, K. (2020). Communicating sustainable consumption and production in 360 video. In *Proceedings of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference* (pp. 1259–1271). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3357236.3395460>

Murray, J. H. (1999). *Hamlet en la holocubieta. El futuro de la narrativa en el ciberespacio*. Paidós.

Murga-Menoyo, M. A., & Bautista-Cerro, M. J. (2022). Voces para una alfabetización ecosocial. UNED. <http://doi.org/10.5944/VAE28060>

Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Navas-Parejo, M. R., Chamba, W. R. M., Villegas, C. C., & Campoverde, M. M. P. (2023). La Tecnología Inmersiva en Educación. In *Investigación educativa en el contexto ecuatoriano: retos y prospectiva* (pp. 65-72). Dykinson.

Oh, J., Sudarshan, S., Jin, E., Nah, S., & Yu, N. (2020). How 360-Degree Video Influences Content Perceptions and Environmental Behavior: The Moderating Effect of Environmental Self-Efficacy. *Science Communication*, 42(4), 423-453. <https://doi.org/10.1177/1075547020932174>

Ohanian, T., & Phillips, N. (2013). *Digital filmmaking: the changing art and craft of making motion pictures*. CRC Press. <https://doi.org/10.4324/9780080504407>

Oparin, R. V., Arbuzova, E. N., Sumatokhin, S., Poleshchuk, P., & Nazarov, S. (2022). The system of additional ecological education with use of immersive technologies as a factor of sustainable development. *Pedagogical Education and Science*. <https://doi.org/10.56163/2072-2524-2022-5-101-111>

Palmarini, R., Erkoyuncu, J. A., Roy, R., & Torabmostaedi, H. (2018). A systematic review of augmented reality applications in maintenance. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 49, 215-228. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2017.06.002>

Peláez-Vélez, F.J., Eckert, M., Gacto-Sánchez, M., & Martínez-Carrasco, Á. (2023). Use of Virtual Reality and Videogames in the Physiotherapy Treatment of Stroke Patients: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 20, 4747. <https://doi.org/10.3390/ijerph20064747>

Perceval-Verde, J. M., & Tejedor, S. (2006). El cuento multimedia interactivo. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 13(26), 177-182. <https://doi.org/10.3916/C26-2006-27>

Pérez-Seijo, S. (2021). Uso del vídeo 360 por los medios nativos digitales. Análisis exploratorio de los primeros pasos en el ecosistema periodístico español. *Periodismo hi-tech*, 30 (3), 1-12. <https://doi.org/10.3145/epi.2021.may.04>

Pérez-Seijo, S. (2023). Periodismo inmersivo con vídeo 360 grados: valor, narrativa y retos de futuro. Doxa Comunicación. *Revista Interdisciplinar De Estudios De Comunicación Y Ciencias Sociales*, (37), 385–400. <https://doi.org/10.31921/doxacom.n37a1841>

Pietroszek, K. (2020). Volumetric Filmmaking. In: Lee, N. (Eds.), *Encyclopedia of Computer Graphics and Games*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_391-1

Pimentel Elbert, M. J., Zambrano Mendoza, B. M., Mazzini Aguirre, K. A., & Villamar Cárdenas, M. A. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 7(2), 74-88. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.74-88](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.74-88)

Prilusky, D. (2019). *El cine del futuro con narrativas inmersivas y aumentadas* [vídeo]. TED Conferences. <https://cutt.ly/2rdhp7rn>

Quiroz-Fabra, J., Valencia-Arias, A., Montoya-Hincapié, E. M., Cifuentes-Correa, L. M., & Londoño-Celis, W. (2023). Tendencias investigativas sobre la incursión de tecnologías inmersivas en el turismo: un análisis bibliométrico. *Revista Turismo & Desenvolvimento (RT&D)/Journal of Tourism & Development*, (40), 165-174. <https://doi.org/10.34624/rtd.v40i0.31507>

Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360 videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(5), 1199–1219. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>

Rauschnabel, P. A., Babin, B. J., tom Dieck, M. C., Krey, N., & Jung, T. (2022). What is augmented reality marketing? Its definition, complexity, and future. *Journal of business research*, 142, 1140-1150. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.12.084>

Rigueros, C. (2017). La realidad aumentada: lo que debemos conocer. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(2), 257-261.

Rodrigo-Cano, D., Picó, M. J., y Dimuro, G. (2019). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 25-36.
<https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.02>

Rosendahl, P., Wagner, I. (2024). 360 videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials. *Education and Information Technologies*, 29, 1319–1355. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11549-9>

Rubio-Tamayo, J. L., & Gertrudix M. (2016). Realidad Virtual (HMD) E Interacción Desde La Perspectiva De La Construcción Narrativa Y La Comunicación: Propuesta Taxonómica. *Revista ICONO 14. Revista Científica De Comunicación Y Tecnologías Emergentes* 14(2), 1-24. <https://doi.org/10.7195/ri14.v14i2.965>

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>

Ryan, M.-L. (2004). *La narración como realidad virtual: La inmersión y la interactividad en la literatura y los medios electrónicos*. Paidós.

Sáez, E. (2007). La realidad virtual como objeto y contexto cinematográfico. En J. Marzal Felici y F. J Gómez Tarín (Eds.), *Metodologías de análisis del film* (pp. 293-301). Edipo.

Salmon, C. (2008). *Storytelling: La máquina de fabricar historias y formatear mentes*. Península.

Sanchez-Acedo, A. (2025). Documentos para la grabación del vídeo inmersivo "El proceso de pirólisis para la transformación de biorresiduos en productos de valor añadido". Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15173735>

Sanchez-Acedo, A., Carbonell-Alcocer, A., Gertrudix, M., & Rubio-Tamayo, J.L. (2023). Metaverse and Extended Realities in Immersive Journalism: A Systematic Literature Review. *Multimodal Technologies and Interaction*, (10), 96.

<https://doi.org/10.3390/mti7100096>

Sánchez Laws, A. L. (2020). Can Immersive Journalism Enhance Empathy?. *Digital Journalism*, 8(2), 213-228. <https://doi.org/10.1080/21670811.2017.1389286>

Selzer, M. N., Gazcón, N. F., Trippel Nagel, J. M., Larrea, M. L., Castro, S. M., & Bjerg, E. (2018). Tecnologías inmersivas aplicadas: realidad virtual y aumentada. En *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste)*.

Shadiev, R., Yang, L., & Huang, Y. M. (2021). A review of research on 360-degree video and its applications to education. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(5), 784–799. <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1928572>

Sidorenko-Bautista, P., Herranz de la Casa, J. M., & Molina Díez, M. (2020). Evolución del periodismo inmersivo en España, desde su inicio hasta la pandemia por COVID-19. *Estudos em Comunicação*, (31) 69-94. <https://doi.org/10.25768/20.04.03.31.04>

Smith, J. W. (2015). Immersive Virtual Environment Technology to Supplement Environmental Perception, Preference and Behavior Research: A Review with Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(9), 11486-11505. <https://doi.org/10.3390/ijerph120911486>

Singhirunnusorn, K., Fahimi, F., & Aygun, R. (2021). A single camera 360-degree real time vision-based localization method with application to mobile robot trajectory tracking. *IET Cyber-Systems and Robotics*, 3(3), 185–198. <https://doi.org/10.1049/csy2.12021>

Snoswell, A. J., & Snoswell, C. L. (2019). Immersive virtual reality in health care: systematic review of technology and disease states. *JMIR Biomedical Engineering*, 4(1), e15025. <https://doi.org/10.2196/15025>

- Sora, C. (2017). Una inmersión en el audiovisual VR y 360. Universitat Pompeu Fabra. Ediciones Profesionales de la Información. <https://hdl.handle.net/11537/23879>
- Soto Alvarado, J. A. (2015). *Manual de producción audiovisual*. Ediciones uc. P19
- Telefónica (2023). ¿Qué es la realidad virtual inmersiva y cómo funciona? <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/realidad-virtual-inmersiva-como-funciona/>
- Thoma, S.P., Hartmann, M., Christen, J., Mayer, B., Mast, F.W. & Weibel, D. (2023) Increasing awareness of climate change with immersive virtual reality. *Front. Virtual Real.* 4:897034. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.897034>
- Thompson, S., Momchedjikova, B., Alting, S., & Leitão, T. (2017) Panorama. (Re)Thinking the Panorama. *International Panorama Council Journal*, 1, 53.
- Van Hulst, M. (2012). Storytelling, a model of and a model for planning. *Planning Theory*, 11(3), 299-318. <https://doi.org/10.1177/1473095212440425>
- Vegas Molina, F. (2021). Herramientas para el diseño de producción en videoclip 360 como modelo ante la necesidad de un producto audiovisual más inmersivo. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 54, 65-92. <http://doi.org/10.15198/seeci.2021.54.e720>
- Vélez Amador, R. (2017). Modelo de producción de vídeos didácticos para la modalidad presencial de la enseñanza universitaria. *Revista de Comunicación de la SEECI*, (43), 69-97. <https://doi.org/10.15198/seeci.2017.43.69-97>
- Yu, Z., & Lin, X. (2019). Short paper: The impact of environmental education with immersive environment on learning performance and environmental identity. In *2019 First International Conference on Transdisciplinary AI (TransAI)* (pp. 18–21). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TransAI46475.2019.00011>