

REVISTA PRISMA SOCIAL N° 49

USOS DEL METAVERSO PARA LA COMUNICACIÓN

2º TRIMESTRE, ABRIL 2025 | SECCIÓN TEMÁTICA | PP. 105-134

RECIBIDO: 25/2/2025 – ACEPTADO: 21/4/2025

A-FRAME Y LA FORMACIÓN EN METAVERSO PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PERFILES PROFESIONALES EN COMUNICACIÓN

A-FRAME AND METAVERSE TRAINING FOR DEVELOPING NEW PROFESSIONAL PROFILES IN COMMUNICATION

ALBERTO SANCHEZ-ACEDO / ALBERTO.ACEDO@URJC.ES

DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL Y PUBLICIDAD, UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS, ESPAÑA

ALEJANDRO CARBONELL-ALCOCER / ALEJANDRO.CARBONELL@URJC.ES

DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL Y PUBLICIDAD, UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS. UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LA RIOJA, LOGROÑO, ESPAÑA

PASQUALE CASCARANO / PASQUALE.CASCARANO2@UNIBO.IT

DEPARTMENT OF THE ARTS, UNIVERSITY OF BOLOGNA, ITALY

MANUEL GERTRUDIX / MANUEL.GERTRUDIX@URJC.ES

DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL Y PUBLICIDAD, UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS, ESPAÑA

ESTE TRABAJO HA SIDO APOYADO POR LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID (ESPAÑA) CON UNA BECA PARA DOCTORADOS INDUSTRIALES (IND2022/SOC-23503) CON EL CONVENIO DE COLABORACIÓN CON PRODIGIOSO VOLCÁN S.L, Y DESARROLLADO EN EL MARCO DE LAS ACTIVIDADES DEL XR COM LAB (REDLABU URJC) LB27.



prisma
social
revista
de ciencias
sociales

RESUMEN

El desarrollo del metaverso y las tecnologías inmersivas requiere la formación de nuevos perfiles profesionales que dispongan de competencias específicas para diseñar y gestionar entornos virtuales interactivos. Estas deben, además, estar alineadas con marcos específicos como el Marco de Competencias Digitales para la Ciudadanía (*DigComp*) y estándares como el *European Skills, Competences, Qualifications and Occupations* (ESCO) para armonizar la formación en el ámbito europeo, e impulsarla en un mercado creciente en el que se demandan habilidades avanzadas en creación de contenido digital.

Desde un enfoque constructivista y de aprendizaje experiencial, esta investigación diseña, implementa y evalúa talleres formativos basados en Aprendizaje Basado en Proyectos, utilizando A-Frame como herramienta para el desarrollo de entornos inmersivos. El estudio, realizado con estudiantes universitarios (n=51), sigue un diseño pretest y posttest para analizar la percepción de utilidad, satisfacción y adquisición de competencias digitales.

Los participantes reconocen el potencial de A-Frame para integrarlo en sus futuras prácticas profesionales.

Se concluye que la formación de los futuros profesionales debe integrar estrategias multidisciplinares que combinen competencias digitales avanzadas y metodologías activas. Esto es fundamental para responder a las demandas de un mercado laboral en evolución y aprovechar las oportunidades que ofrece el metaverso en el campo comunicativo.

PALABRAS CLAVE

Tecnologías inmersivas; realidad virtual; a-frame; metaverso; nuevos perfiles profesionales; formación educativa; intervención educativa

ABSTRACT

The development of the metaverse and immersive technologies requires the training of new professional profiles with specific competences to design and manage interactive virtual environments. These also need to be aligned with specific frameworks such as the Digital Competences Framework for Citizenship (*DigComp*) and standards such as the *European Skills, Competences, Qualifications and Occupations* (ESCO) in order to harmonise training at European level and promote it in a growing market where advanced skills in digital content creation are in demand.

Starting from a constructivist and experiential learning approach, this study will design, implement and evaluate training workshops based on project-based learning, using A-Frame as a tool for the development of immersive environments. The study, conducted with university students (n=51), follows a pretest and posttest design to analyse the perception of usefulness, satisfaction and acquisition of digital skills.

Participants recognise the potential of A-Frame to integrate it into their future professional practise.

The conclusion is that the training of future professionals must include multidisciplinary strategies that combine advanced digital skills and active methods. This is essential to meet the demands of an evolving labour market and to take advantage of the opportunities offered by the metaverse in the field of communication.

KEYWORDS

Immersive technologies; virtual reality; a-frame; metaverse; new professional profiles; educational background; educational intervention

1. INTRODUCCIÓN

1.1. EL PAPEL DEL METaverso EN EL ÁMBITO PROFESIONAL Y NUEVOS PERFILES PROFESIONALES

El concepto de metaverso, que hunde sus raíces en la ciencia ficción (Stephenson, 1992), ha ido reconfigurando su sentido original como mundo virtual persistente que permite la interacción en tiempo real, para convertirse en un elemento digital transformador.

Los sucesivos avances tecnológicos, que Ioannidis y Kontis (2023) clasifican en cuatro grandes etapas, han ido integrando la realidad virtual, la realidad aumentada, el blockchain o la inteligencia artificial, permitiendo expandir sus posibilidades (Mystakidis, 2022; Hwang y Chien, 2022). En este contexto, la propuesta de Meta, liderada por Mark Zuckerberg, presenta el metaverso como un espacio seguro para la comunicación, en el que convergen estas tecnologías (Jeon, 2021).

Más allá de su significado etimológico, que lo considera un universo que se encuentra más allá del conocido (Laurens-Arredondo, 2024), existen numerosas definiciones que lo describen. Heath (2022) declara que es un espacio virtual generado por ordenador en el que los usuarios pueden acceder para interactuar con otros usuarios en tiempo real. Y López-Belmonte et al. (2023) como un espacio en el que las barreras en términos de tiempo y distancia se rompen.

Los términos metaverso y tecnologías inmersivas no son sinónimos, aunque están estrechamente relacionados. De hecho, el metaverso se construye a partir de las tecnologías que lo conforman, entre las que se encuentran la realidad virtual o la inteligencia artificial (Crespo-Pereira et al, 2023). Para aprovechar al máximo el potencial de estas herramientas, resulta fundamental conocer cuál es el verdadero papel del metaverso en el espectro de las tecnologías inmersivas, así como su aproximación teórica (Chen, 2023).

Para numerosos autores, las tecnologías inmersivas son una combinación de elementos físicos y virtuales que generan experiencias inmersivas (Elbert et al., 2023), entre las que se encuentran: el formato 360, la realidad aumentada o la realidad virtual (Suh y Prophet, 2018; Frechette et al., 2023) o tecnologías inmersivas emergentes como el vídeo volumétrico (Benitez-Aranda et al., 2025).

Este conjunto de herramientas virtuales nutre el desarrollo de lo que se conoce como Industria 4.0 o Cuarta revolución industrial (Rozo-García, 2020), caracterizada por la digitalización, automatización tecnológica y la convergencia entre el mundo real y virtual (Rodríguez-Correa et al., 2023).

De ella, forman parte las herramientas denominadas tecnologías convergentes, como la realidad virtual o aumentada (Mamani y Sucari, 2022; Villalobos López, 2024) y con las que se pretende alcanzar un alto impacto en el mercado (Ocampo-Eyzaguirre et al., 2024).

Sin embargo, el desarrollo tecnológico de estas herramientas, impulsado además por la inteligencia artificial, apunta hacia una nueva industria 5.0, caracterizada por el trabajo hombre-máquina (Carro Suárez y Sarmiento Paredes, 2022). En ella, el metaverso tomará un papel primordial para impulsar la sostenibilidad y generar espacios de trabajo conjuntos entre empresas, trabajadores y consumidores (Piccarozzi et al., 2024).

En ese contexto, las tecnologías virtuales e inmersivas, eficaces para el desarrollo de ambientes virtuales, se convierten en elementos necesarios para conseguir la implementación de esta Industria 5.0 (Pérez-Domínguez, 2024). Gracias a su carácter heterogéneo, todas ellas son aplicables a distintas áreas de conocimiento que involucran a empresas, universidades y gobiernos (Rodríguez-Correa et al., 2023).

Todo este contexto socio-tecnológico y económico plantea la inminente necesidad de impulsar la formación digital desde los primeros niveles educativos (Solórzano, 2020; Barberá-Gregori y Suárez-Guerrero, 2021), para garantizar que, en la etapa universitaria, se puedan formar nuevos perfiles profesionales en competencia digital capaces de trabajar con tecnologías convergentes en la creación de espacios virtuales (Baca y Acosta, 2021).

Del mismo modo, la adquisición de estas competencias debe fomentarse, además, desde los gobiernos y las propias empresas, diseñando técnicas específicas que contribuyan a un aprendizaje continuo en materia de transformación digital (Morales, 2020). Estas estrategias deben tener como foco prioritario al usuario, aplicando principios de la Comunicación Clara, de manera que faciliten la transformación digital y empresarial aplicada a los nuevos canales y dispositivos digitales (Prodigioso Volcán, s.f.).

Además, para garantizar tanto la formación como el reconocimiento estandarizado en estas temáticas, los procesos de capacitación en el uso de estas tecnologías deben armonizarse y adecuarse a los marcos y estándares internacionales.

Por un lado, con el marco europeo *Digital Competence Framework for Citizens* (DigComp), en el que se establecen las habilidades necesarias que los ciudadanos europeos deben adquirir para ser competentes en entornos digitales, e incluye la realidad aumentada y virtual como aspectos emergentes que deben ser consideradas en el ecosistema digital.

Por otro lado, con la clasificación europea de capacidades/competencias, cualificaciones y ocupaciones (ESCO), que contempla las capacidades y cualificaciones de estos nuevos perfiles profesionales. Este cumplimiento permitirá impulsar un mercado en constante crecimiento donde se demandan, de forma creciente, este tipo de habilidades avanzadas en creación de contenido digital.

1.2. METAVERSOS VS. ESPACIOS VR. A-FRAME COMO HERRAMIENTA DE INICIACIÓN

La formación en el uso y funcionalidades de cada una de las tecnologías convergentes es necesaria para su utilización adecuada en proyectos comunicativos. Dependiendo de los requisitos de cada trabajo, deberá seleccionarse la más conveniente y evaluar su nivel de impacto y efectividad (Monroy Andrade, 2024).

En términos de diseño de metaversos, plataformas como Frame VR, Roblox o Spatial.io ofrecen la posibilidad de dar forma a espacios donde los usuarios puedan compartir ideas e incluso trabajar de manera virtual.

En el ámbito empresarial, disponer de un metaverso ofrece un nuevo espacio digital para fortalecer el valor de marca y posicionarla estratégicamente en el mercado de la era digital (Domínguez Pérez, 2023). De hecho, el número de empresas que demandan la creación de un

metaverso propio en el que sus trabajadores puedan encontrar un *hub* y un espacio de trabajo tridimensional es creciente (Villarreal Satama, 2022; Lévy y Zapata Ros, 2023).

Sin embargo, a la hora de estudiar el propósito de desarrollo de un metaverso, se deben tener en cuenta varias cuestiones funcionales. El metaverso es un lugar de encuentro para el intercambio, la conexión y la interacción entre usuarios en un espacio virtual mediante el uso de avatares (Cheong, 2022; Kim et al., 2023).

En contraste, una experiencia de realidad virtual no tiene por qué ser necesariamente un metaverso en sí mismo (Sanchez-Acedo et al., 2023). Es importante comprender la diferencia entre una experiencia virtual básica de realidad virtual, donde no hay avatares ni posibilidad de interacción entre usuarios, y un metaverso que sí ofrece un espacio de interacción virtual.

Por ello, desde el ámbito educativo, deben plantearse acciones adecuadas que formen nuevos perfiles profesionales en la capacidad de discernir y conocer con precisión las funcionalidades de cada una de las tecnologías para su aplicación en proyectos comunicativos.

La progresividad de aplicación de estas tecnologías inmersivas, y los diferentes productos y soluciones que permiten, ha facilitado que se posicionen, en las últimas décadas, como soluciones tecnológicas avanzadas en los procesos técnicos de distintas disciplinas profesionales (Vasarainen et al., 2021).

En ese sentido, las escenas de realidad virtual se han aplicado a numerosos ámbitos profesionales, como la industria del entretenimiento y los videojuegos, la medicina y la salud, el arte y las exposiciones, las didácticas educativas o el periodismo y la comunicación, entre otros (Baía Reis y Coelho, 2018; Zaman et al., 2024). La irrupción de esta tecnología en el mundo profesional ha propiciado el desarrollo de herramientas tecnológicas capaces de crear escenas inmersivas. De este modo, han surgido soluciones como Unity, una herramienta habitual en el desarrollo de escenas de realidad virtual (Jerald, 2014).

Sin embargo, todas estas herramientas para la creación de entornos de simulación 3D tienen una curva de aprendizaje muy elevada (Sánchez et al., 2024), lo que limita su aplicación en determinados entornos de producción. Para minimizar esta curva, existen opciones más asequibles, como la solución basada en software libre A-Frame (Santos y Cardoso, 2019).

Esta herramienta es un framework de HTML desarrollado por Mozilla en el año 2015 para crear ambientes virtuales (Koreiko et al., 2021). A-Frame permite la creación de experiencias 3D, de realidad aumentada y de realidad virtual en el navegador mediante etiquetas HTML y entidades propias de A-Frame (Moreno-Lumbreras et al., 2023). El uso de estas etiquetas permite añadir elementos a la escena, así como modificarlos según los criterios del desarrollador en términos de diseño y composición (Gill, 2017).

Esta herramienta ha sido utilizada por medios como *The New York Times* para el desarrollo de productos inmersivos, como el recorrido virtual inmersivo por las calles de Nueva York. En él, el usuario puede conocer en primera persona los rincones de la ciudad al adentrarse en un entorno WebXR (Martí-Testón et al., 2023).

En lo que se refiere a educación, el conglomerado de estas nuevas realidades se presenta como opción tecnológica que está a disposición de la enseñanza y que ya se está aplicando en multitud de niveles formativos (Jiawei y Mokmin, 2023; Pandit et al., 2023). Las tecnologías del

espectro del continuo de virtualidad, como el vídeo 360, la realidad aumentada y la realidad virtual han encontrado su aplicación también para impulsar la innovación en el desarrollo de recursos educativos (Mendoza et al., 2023; Rivas, Gertrudix y Gertrudix-Barrio, 2021).

En este sector, se han realizado también experiencias de enseñanza en el metaverso de manera independiente al conjunto de realidades extendidas (Inceoglu y Ciloglugil, 2022). A nivel tecnológico, la herramienta que predomina en los planes de estudio en las escuelas de arte y de diseño es Unity (Hutson y Olsen, 2022; Yang, 2021; Zhang, 2021). En másteres de desarrollo 3D además de Unity se usa Unreal Engine (Lightbox, 2025; Trazos, 2025; U-Tad, 2020).

Por su parte, A-Frame se está aplicando en entornos educativos en ámbitos como las matemáticas o la automatización industrial, además de casos de uso para el aprendizaje interactivo (Takac, 2020; Matahari, 2022). Para ello, existen recursos didácticos entre los que se encuentran varios cursos disponibles en línea, como el propuesto por Delgado Horna (2018) o el utilizado en esta investigación, disponible en Zenodo (ver sección 8. Material complementario). Ambos incluyen toda la documentación necesaria para empezar a trabajar con A-Frame en su sitio web.

Para la integración de estas herramientas en el ámbito comunicativo y de la información, los periodistas y profesionales deben utilizar herramientas que sean rápidas y sencillas para diseñar piezas periodísticas inmersivas. Para ello, A-Frame es una opción viable por la sencillez en su uso a la hora de construir espacios virtuales, ya que su curva de aprendizaje es menor comparado con otras herramientas de desarrollo 3D (Macario, 2024).

La inclusión de A-Frame en los trabajos realizados por estudiantes con perfiles periodísticos y comunicativos requiere ofrecer cursos formativos universitarios que integren metodologías activas que mejoren el aprendizaje del estudiantado y fomenten, desde los sistemas educativos, el uso de estas herramientas mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos o la gamificación.

Del mismo modo, resulta conveniente desarrollar nuevas investigaciones que pongan en valor los trabajos de formación sobre nuevas herramientas de realidad virtual para su aplicación en el ámbito educativo y profesional.

1.3. OBJETIVOS

Esta investigación presenta los procesos de diseño, implementación y evaluación de una intervención educativa destinada a evaluar el nivel de competencia adquirido por estudiantes universitarios en el uso de A-Frame como herramienta para la realización de entornos inmersivos.

En el taller se tratan conceptos clave teóricos y prácticos sobre realidad extendida aplicada a la construcción de escenas virtuales sencillas.

El objetivo general de la investigación es analizar la percepción de utilidad, el grado de satisfacción y el grado de adquisición de competencias digitales de los estudiantes universitarios en el uso de A-Frame como herramienta para la creación de entornos inmersivos.

Para su consecución, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo 1: Diseñar un curso para la creación de entornos inmersivos con A-Frame.

- Objetivo 2: Impartir, a partir del curso desarrollado, un taller teórico-práctica presencial para estudiantes universitarios orientado al desarrollo de escenas virtuales.
- Objetivo 3: Evaluar las expectativas de uso y utilidad, así como la importancia de la tecnología y la motivación por el aprendizaje de tecnologías inmersivas.

Se establecen las siguientes preguntas de investigación:

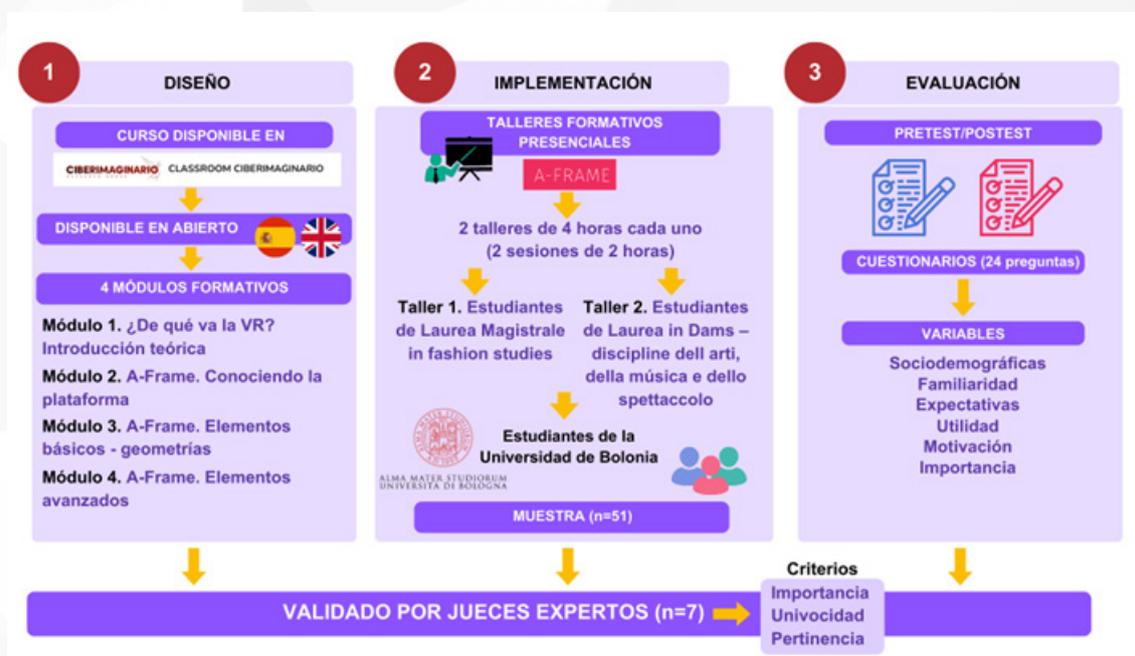
- R.Q.1. ¿Es A-Frame una herramienta sencilla y accesible para la elaboración de escenas virtuales?
- R.Q.2. ¿Es A-Frame una herramienta adecuada para que los estudiantes de grado y profesionales de la comunicación puedan desarrollar proyectos inmersivos?
- R.Q.3. ¿Cómo influyen las expectativas de uso y la percepción de utilidad de A-Frame en la motivación de los estudiantes por aprender tecnologías inmersivas?

2. DISEÑO Y MÉTODO

El diseño metodológico del estudio plantea una investigación exploratoria que, mediante la aplicación de la metodología activa Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y un enfoque constructivista y de aprendizaje experimental, lleva a cabo el diseño y realización de un taller formativo dirigido a estudiantes universitarios con el fin de que puedan elaborar entornos virtuales utilizando la herramienta A-Frame.

La Figura 1 muestra el proceso metodológico llevado a cabo en la investigación.

Figura 1. Proceso metodológico.



En la fase de diseño, se organiza el contenido en cuatro módulos formativos y se aloja en la modalidad de curso online en la plataforma de recursos abiertos Classroom Ciberimaginario.

El curso está disponible tanto en español como en inglés y el material empleado se encuentra disponible en el repositorio Zenodo (ver sección 8. Material complementario).

En la fase de implementación, se plantea el desarrollo de talleres formativos presenciales divididos en dos sesiones de dos horas cada uno. Se impartieron dos talleres en dos grados universitarios diferentes.

En la primera sesión se introducen, de manera teórica, los conceptos propios de realidad extendida y tecnologías inmersivas, así como la utilidad de estas para el desarrollo de proyectos. En esta primera sesión se introduce también el concepto de A-Frame y se empieza a trabajar de forma práctica y guiada en la creación de una escena de realidad virtual básica utilizando etiquetas HTML.

La segunda sesión se realiza de forma completamente práctica, en la que se realizan ejercicios guiados para la integración de geometrías, imágenes, vídeos, audios y animación de objetos 3D en la escena. Durante esta sesión, los estudiantes crean sus propias escenas que visualizan al finalizar la jornada con las gafas de realidad virtual Oculus Quest 3.

En la fase de evaluación, se emplea un diseño cuasiexperimental pretest-postest para medir variables como las características sociodemográficas, familiaridad, importancia, motivación, utilidad y expectativas de los estudiantes en los talleres impartidos con A-frame (Carbonell-Alcocer y Gertrudix, 2019). Para ello se construye un cuestionario estructurado con ítems en escala de Likert basándose en los modelos propuestos por Rinaudo, Chiecher y Danilo (2003) y Murillo (2006). La relación de preguntas del pretest y postest según la variable analizada se encuentra disponible en el repositorio Zenodo (ver sección 8. Material complementario).

Para garantizar la rigurosidad y calidad tanto de la intervención como del instrumento como del diseño e implementación de la validación se realiza validación por jueces expertos siguiendo criterios de importancia, univocidad y pertinencia (Sánchez y Revuelta, 2005). Los perfiles de estos jueces expertos, así como los resultados del proceso de validación se encuentran disponibles y anonimizados en el repositorio Zenodo (ver sección 8. Material complementario).

3. TRABAJO DE CAMPO Y ANÁLISIS DE DATOS

Una vez planteado y validado el modelo, el taller se realizó con 51 estudiantes universitarios de la Universidad de Bolonia (Italia) (n=51) de los grados de Disciplinas de las Artes, la Música y el Espectáculo (*Laurea in Dams – discipline dell'arti, della musica e dello spettacolo*) en la asignatura Informática para las artes (*Informatica per le arti*) y en el máster en estudios de moda (*Laurea Magistrale in fashion studies*) en la asignatura Ciencia de datos y tecnologías inmersivas para el comercio electrónico de moda (*Data Science and immersive technologies for fashion e-commerce*).

Para la realización del experimento, a cada participante se le entrega una hoja informativa junto con el consentimiento informado. En él, se detalla el procedimiento del estudio, así como las pautas e instrucciones. Además, se informa a los participantes sobre sus derechos en materia de protección de datos, indicando que los datos serán anonimizados.

Los datos se recogieron en el segundo cuatrimestre del curso académico 2023-2024 durante la impartición de los talleres universitarios. Al inicio de la realización de los talleres se recogen los datos propios del pretest, y una vez finalizados, se recogen los datos del postest. Estos datos miden la intervención educativa y el trabajo realizado de los estudiantes en su formación con una de las tecnologías que conforman el metaverso, como es la realidad virtual. Se selecciona la herramienta A-Frame por su simplicidad para la creación de escenas virtuales.

Finalmente, se realiza un análisis descriptivo empleando medidas de tendencia central (frecuencias y porcentajes) enfocadas en las variables de familiaridad, expectativas, utilidad, motivación e importancia.

La Figura 2 muestra el protocolo de intervención de los talleres formativos.

Figura 2. Protocolo de la intervención.



4. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL CURSO

Los contenidos que se recogen en el curso están divididos en cuatro módulos formativos donde se estudia, desde el inicio, cómo trabajar con la herramienta A-Frame.

El primer módulo introduce de manera teórica los conceptos de realidad virtual y tecnologías inmersivas, así como su clasificación en el continuo de virtualidad. Además, se incluyen las posibles aplicaciones de la realidad virtual a los distintos ámbitos profesionales.

El segundo módulo presenta la plataforma A-Frame e introduce el concepto de etiquetado HTML, donde se explican las distintas partes de las etiquetas: atributos y valores. En este segundo módulo se propone un ejercicio práctico utilizando la plataforma Glitch.com, donde los estudiantes pueden trabajar en sus proyectos integrando y editando las etiquetas HTML para la construcción de su proyecto virtual.

El tercer módulo introduce de manera teórico-práctica las geometrías propias de A-Frame: cajas (a-box), esferas (a-sphere), planos (a-plane) y fondos (a-sky). Se explica la integración de estos elementos en la escena y se trabaja con los atributos propios de cada uno de ellos. Además, se estudian los atributos comunes a todas las entidades de A-Frame: posición (position), escala (scale), rotación (rotation) y recursos (src). El ejercicio práctico que se plantea en este módulo es la creación de una sala virtual utilizando las geometrías básicas de cajas.

Finalmente, en el cuarto módulo se estudia cómo integrar elementos avanzados en la escena virtual como imágenes, audios, vídeos, luces, textos y objetos 3D animados. El ejercicio práctico de este módulo se dedica a terminar la sala virtual, en la que los estudiantes podrán integrar todos los elementos vistos en este módulo para diseñar su escena de realidad virtual.

La Figura 3 muestra la estructura formativa del curso dividida por módulos, donde se recogen todos los contenidos teóricos y los ejercicios prácticos que se desarrollan en cada uno de ellos.

Figura 3. Estructura formativa y contenido del curso A-Frame.



Para la realización de todos los materiales que componen el curso se ha utilizado la plataforma Genially, donde se han diseñado las presentaciones interactivas para cada uno de los módulos.

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COMPARACIÓN PRETEST-POSTEST

En este apartado se presentan de manera porcentual los resultados detallados del análisis de datos recogidos en los formularios del pretest y posttest en términos de expectativas, importancia, motivación y utilidad. Los resultados de ambos formularios están disponibles de manera anonimizada en el repositorio Zenodo (ver sección 8. Material complementario).

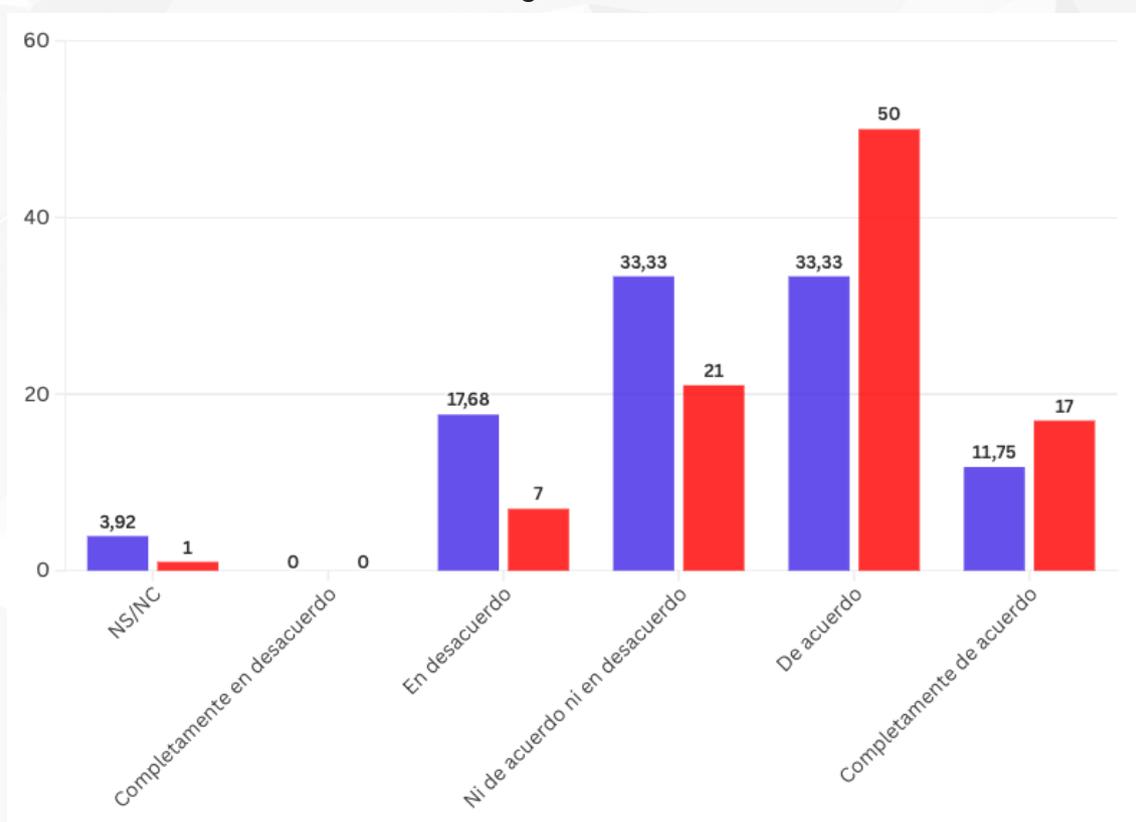
En cuanto a las variables sociodemográficas que permiten caracterizar la muestra, el 78,43% de los participantes son de género femenino y el 19,61% de género masculino. En relación con el país de procedencia, el 73% de los estudiantes son de nacionalidad italiana, mientras que el 27% restante son de otras nacionalidades.

El 64,71% de los estudiantes no desempeña ninguna otra actividad profesional, siendo el estudio su principal actividad. Dentro de esta categoría, un 54,9% están especializados en Disciplinas de las Artes, la Música y el Espectáculo, seguida por un 29,4% que cursa estudios en el ámbito de la moda. El resto se distribuye entre otras especialidades, como idioma italiano, diseño y humanidades.

En lo que se refiere a las cuestiones analizadas de las variables, se realiza un análisis comparativo de los resultados obtenidos en el pretest (representados con la barra azul) con los del postest (representados con la barra roja).

En primer lugar, la Figura 4 presenta y compara el grado de conocimiento de los estudiantes sobre el concepto de 'tecnologías inmersivas' antes y después de realizar el taller.

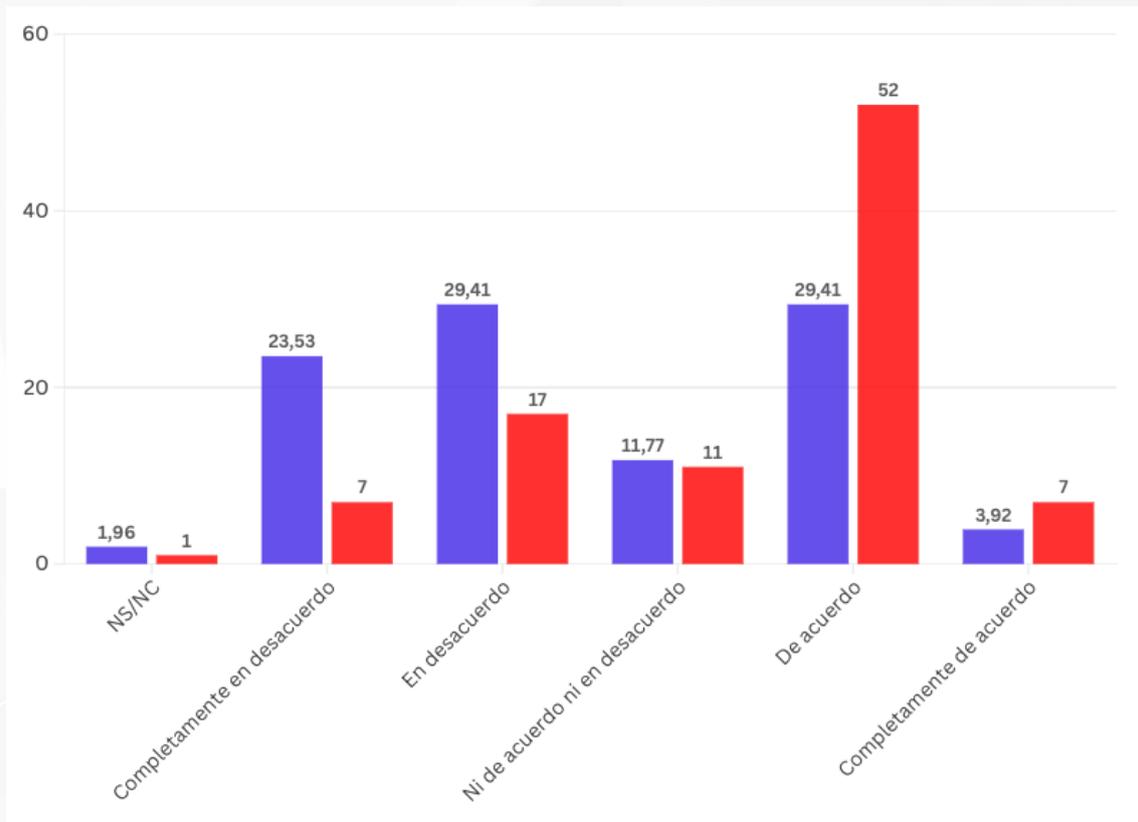
Figura 4. Comparación pretest-postest sobre el conocimiento de qué son las tecnologías inmersivas.



Los estudiantes declaran que, previamente a la realización del taller, la mayoría no estaban familiarizados con el concepto de tecnologías inmersivas. Del mismo modo, se les pidió que, si conocían alguna de estas herramientas, las indicaran. Entre las mencionadas, un 9,8% afirmó conocer la realidad aumentada y un 37,25% la realidad virtual, especificando visores como los de Meta Quest 3.

En esta línea, la Figura 5 compara los resultados acerca del uso de las tecnologías inmersivas por parte de los estudiantes.

Figura 5. Comparación pretest-postest sobre el uso de las tecnologías de realidad extendida.



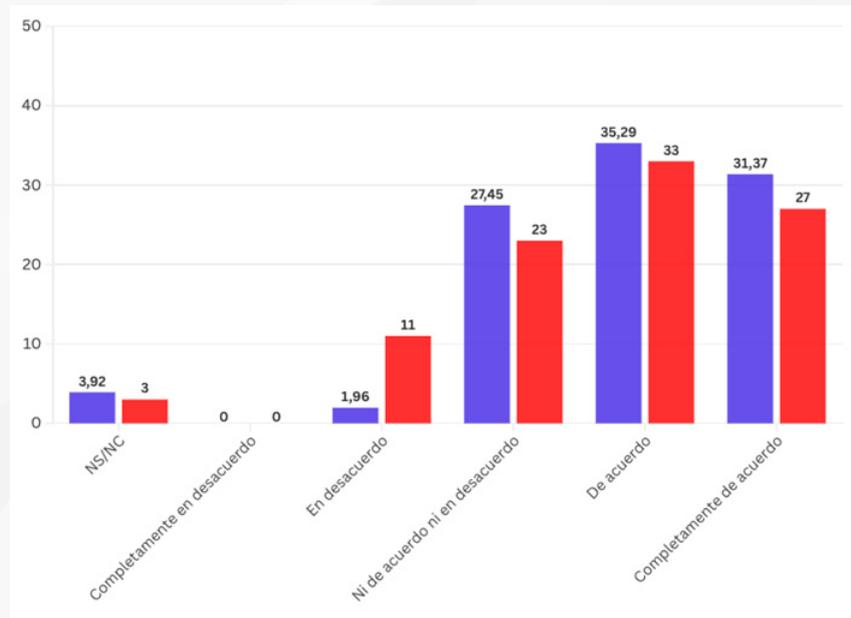
El taller permitió a la mayoría de los estudiantes poder utilizar por primera vez tecnologías inmersivas, entre estas, visores de realidad virtual.

Entre las herramientas utilizadas por los participantes antes del taller, destaca únicamente la realidad virtual, habiendo sido probada por el 27,45% de los encuestados.

Por lo que respecta a la aplicación de este tipo de tecnologías tanto en el futuro profesional de los estudiantes como en sus proyectos académicos, antes de la realización del taller, un 37,25% de los participantes estaba completamente en desacuerdo. Un 31,37% estaba en desacuerdo, mientras que un 19,61% estaba de acuerdo y un 1,96% completamente de acuerdo. Tras la realización del taller, los resultados del postest indican que un 13,72% está completamente en desacuerdo, un 25,49% en desacuerdo, un 43,14% de acuerdo y un 3,92% completamente de acuerdo. Los participantes indicaron que entre las tecnologías inmersivas que contemplan para su aplicación en proyectos académicos y profesionales, destacan el formato 360 con un 19,61% y la realidad virtual con un 31,37%.

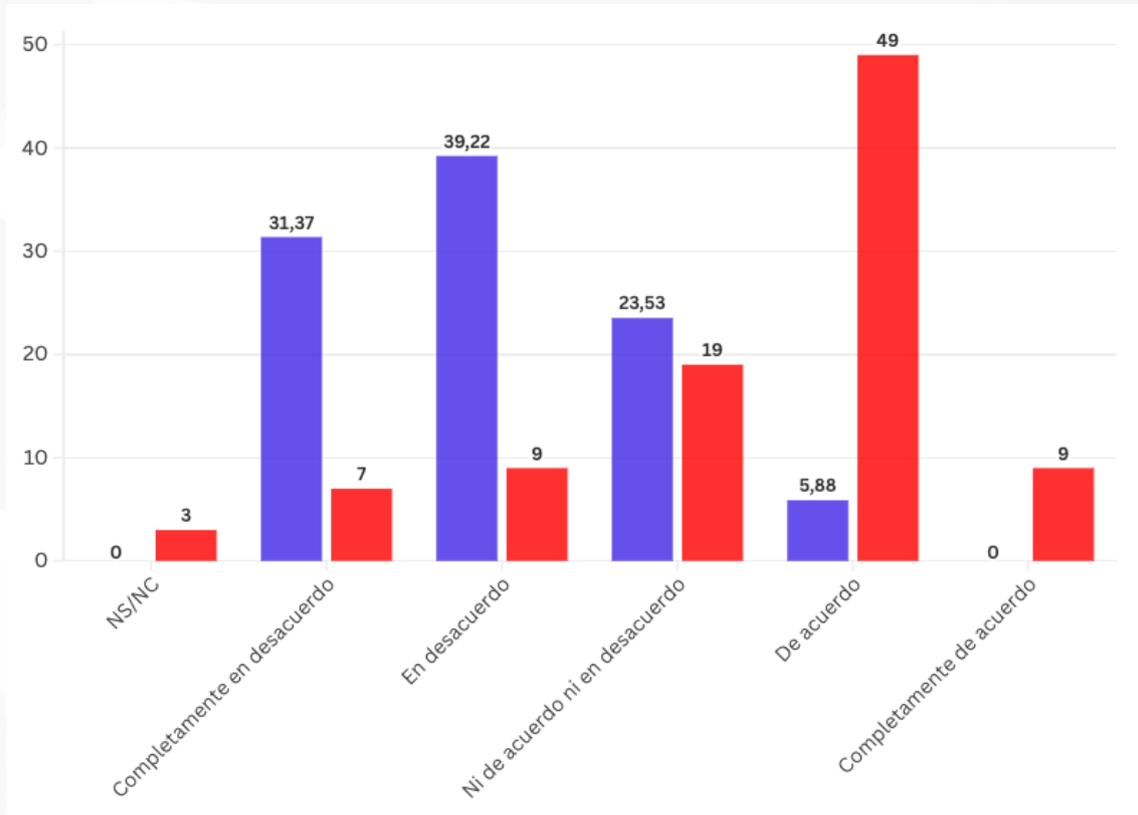
Del mismo modo, la Figura 6 muestra si los estudiantes consideran que estos contenidos están relacionados con su futuro profesional.

Figura 6. Comparación pretest-postest si consideran que los contenidos están relacionados con su futuro profesional.



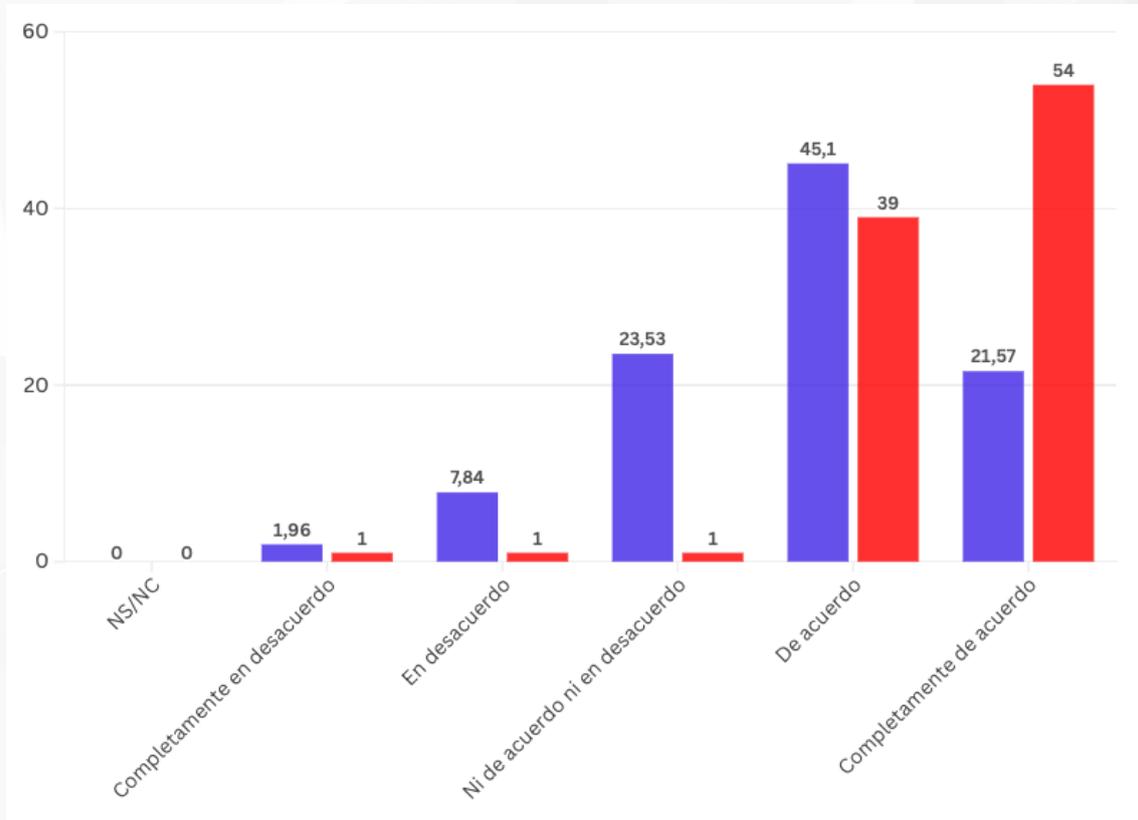
Sobre la variable familiaridad, la Figura 7 muestra el grado de familiaridad de los estudiantes con la herramienta A-Frame para el desarrollo de entornos inmersivos.

Figura 7. Comparación pretest-postest sobre el grado de familiaridad de los estudiantes con A-Frame.



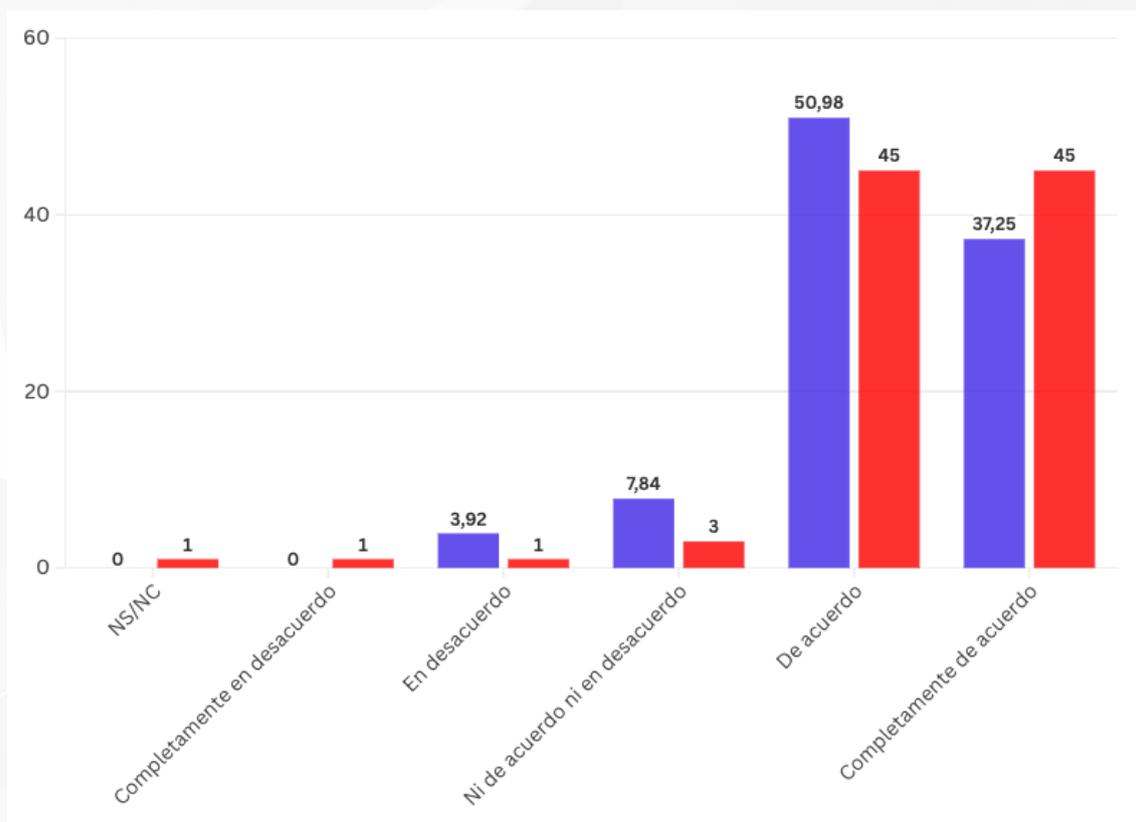
En cuanto a la variable expectativas, la Figura 8 compara los resultados sobre las expectativas de los estudiantes al iniciar el taller y su grado de utilidad una vez finalizado. Tras las sesiones formativas, los estudiantes contemplan la utilidad del taller.

Figura 8. Comparación pretest-postest de las expectativas del taller.



Del mismo modo, la Figura 9 presenta la comparación entre las expectativas de los estudiantes acerca de haber adquirido nuevos conocimientos sobre la realidad extendida tras la realización del taller.

Figura 9. Comparación pretest-postest de los conocimientos adquiridos en el taller.



Por otro lado, en la variable motivación, La Figura 10 presenta la comparación del pretest-postest sobre la motivación de los estudiantes para seguir formándose en estos ámbitos relacionados con la realidad extendida y la Figura 11 muestra el interés de los estudiantes en la materia de realidad extendida.

Figura 10. Comparación pretest-postest sobre la motivación para seguir formándose en estas temáticas.

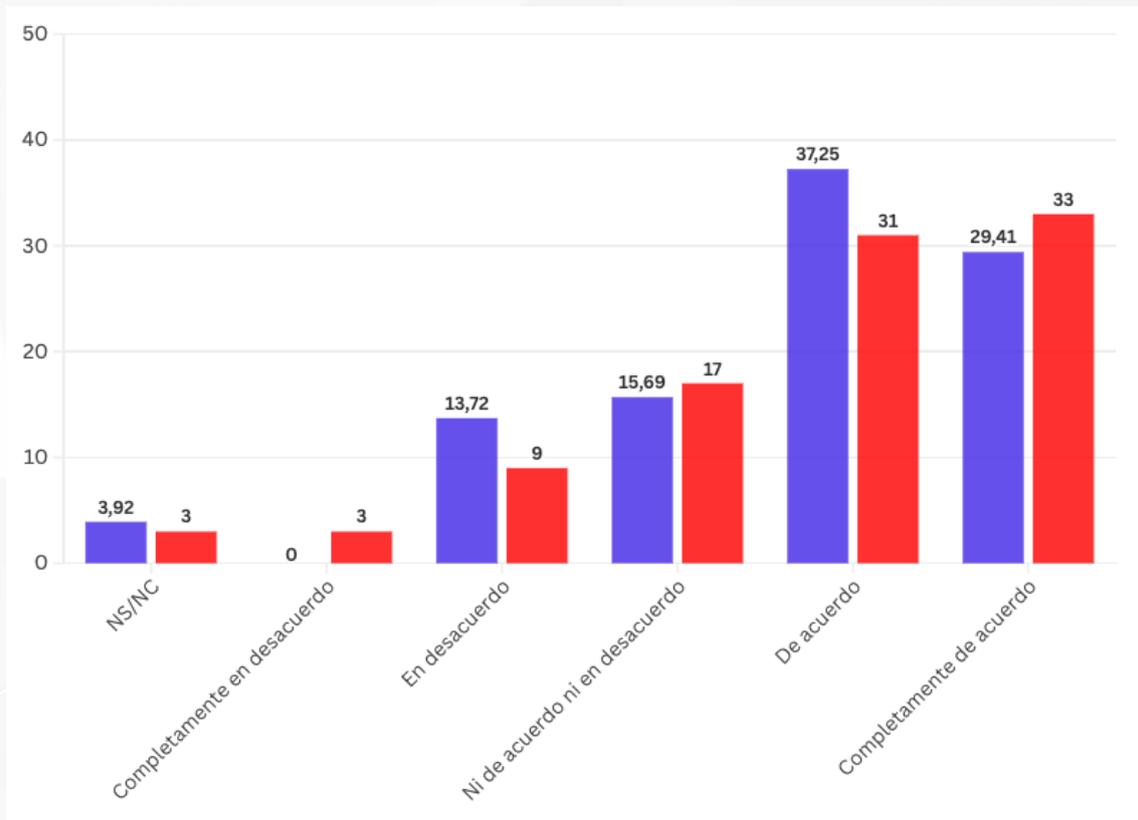
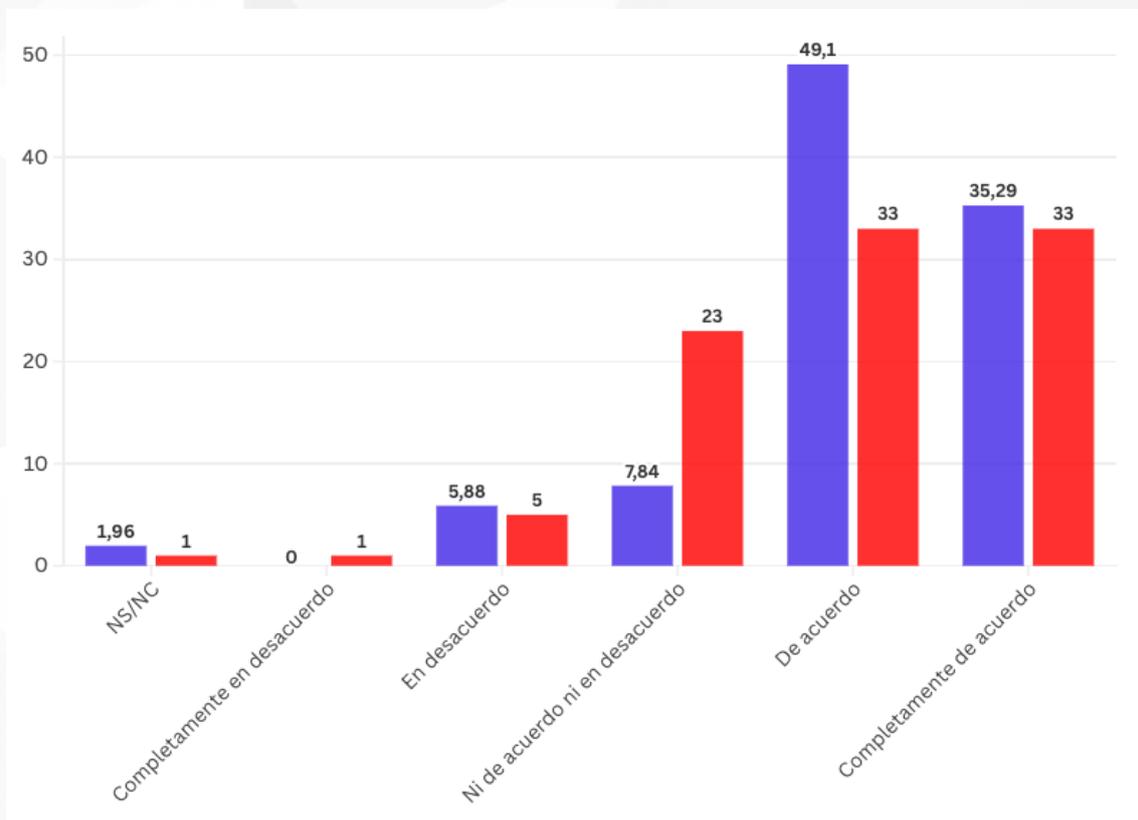
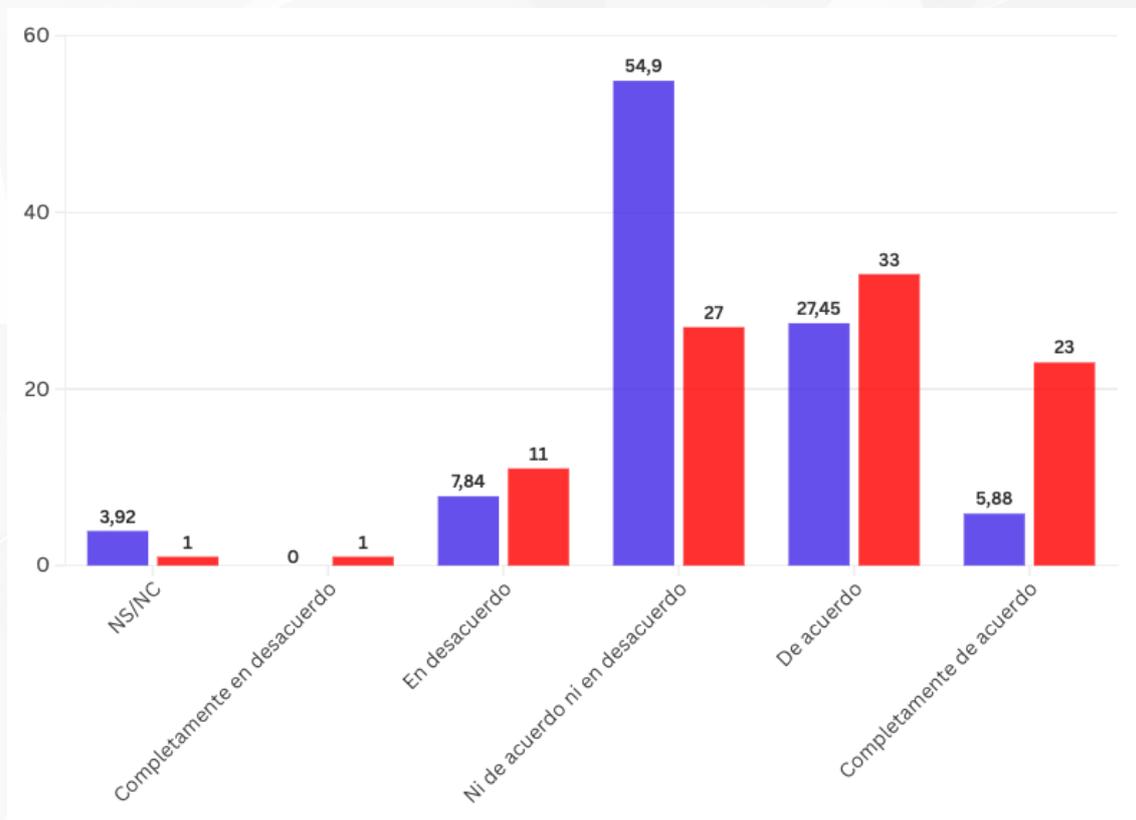


Figura 11. Comparación pretest-postest del interés en la temática de la realidad extendida.



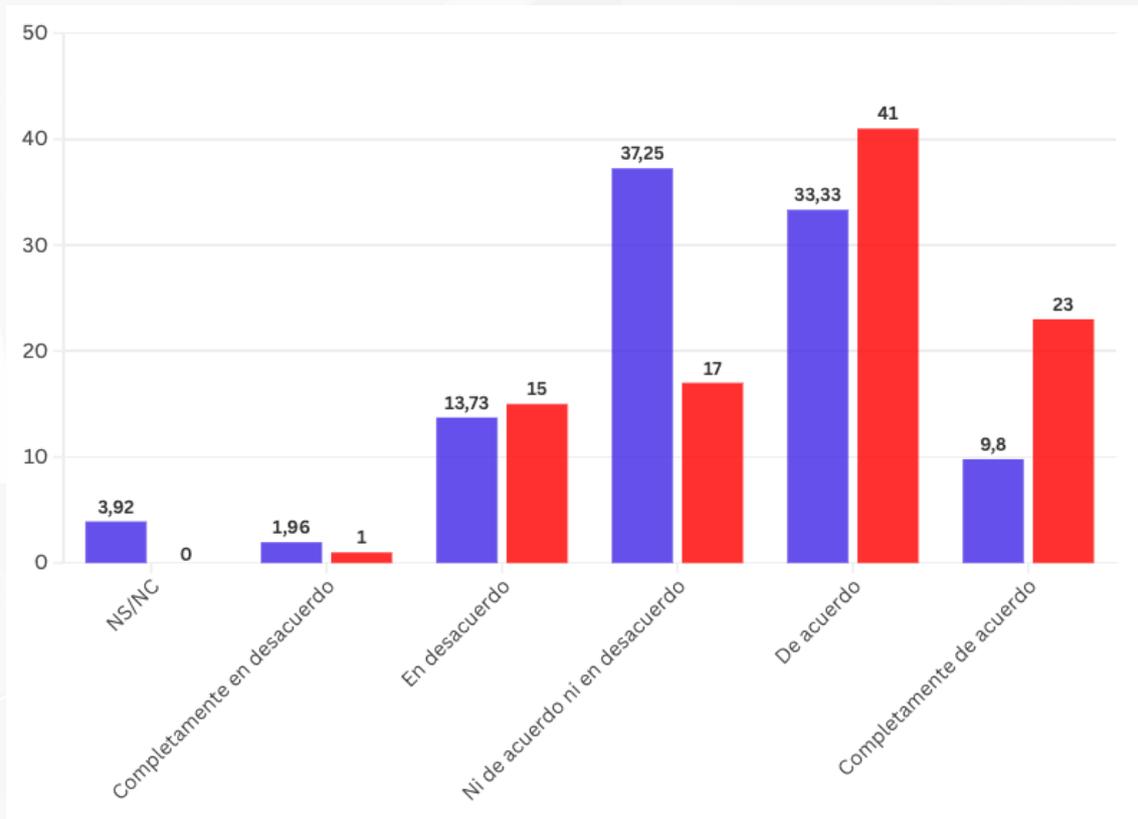
Para analizar el interés de los estudiantes sobre el uso de herramientas inmersivas en su futuro, la Figura 12 muestra la comparación del pretest-postest en este sentido.

Figura 12. Comparación pretest-postest sobre el interés en continuar trabajando con herramientas inmersivas.



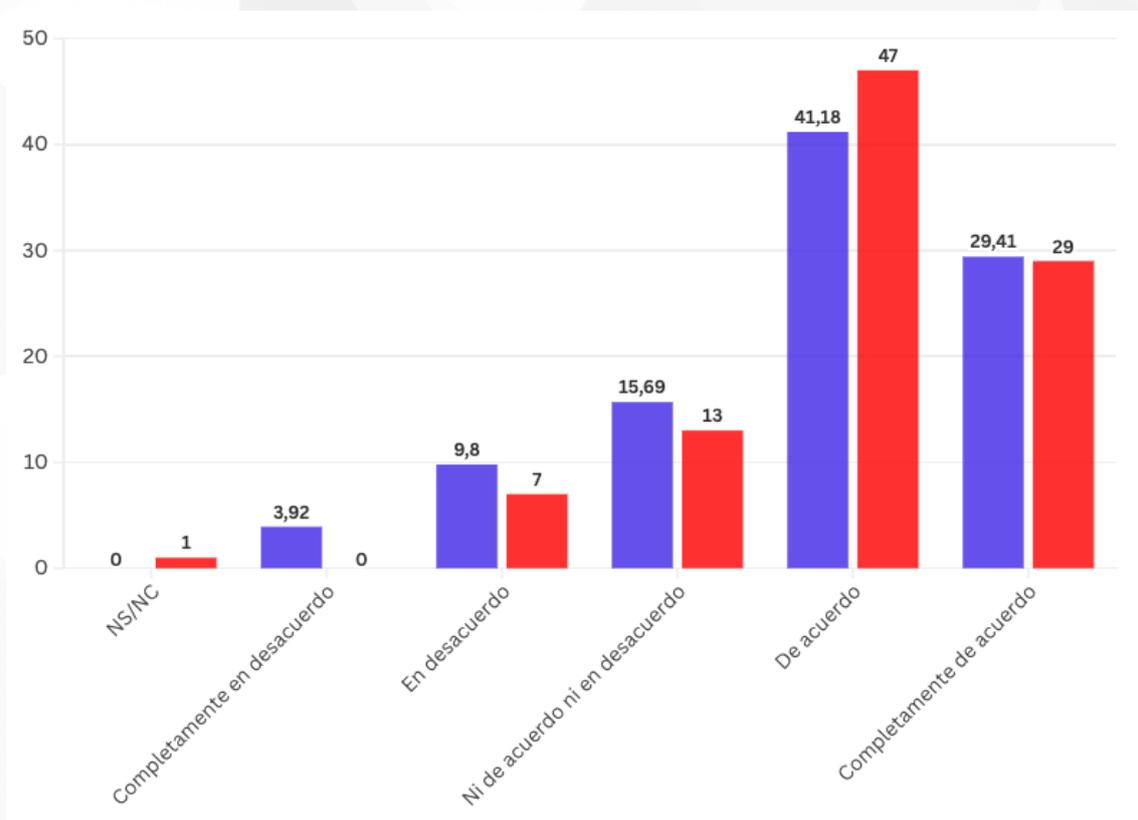
Concretamente, La Figura 13 muestra el interés de los estudiantes de seguir utilizando A-Frame una vez finalizado el curso.

Figura 13. Comparación pretest-postest sobre el interés de continuar trabajando con A-Frame.



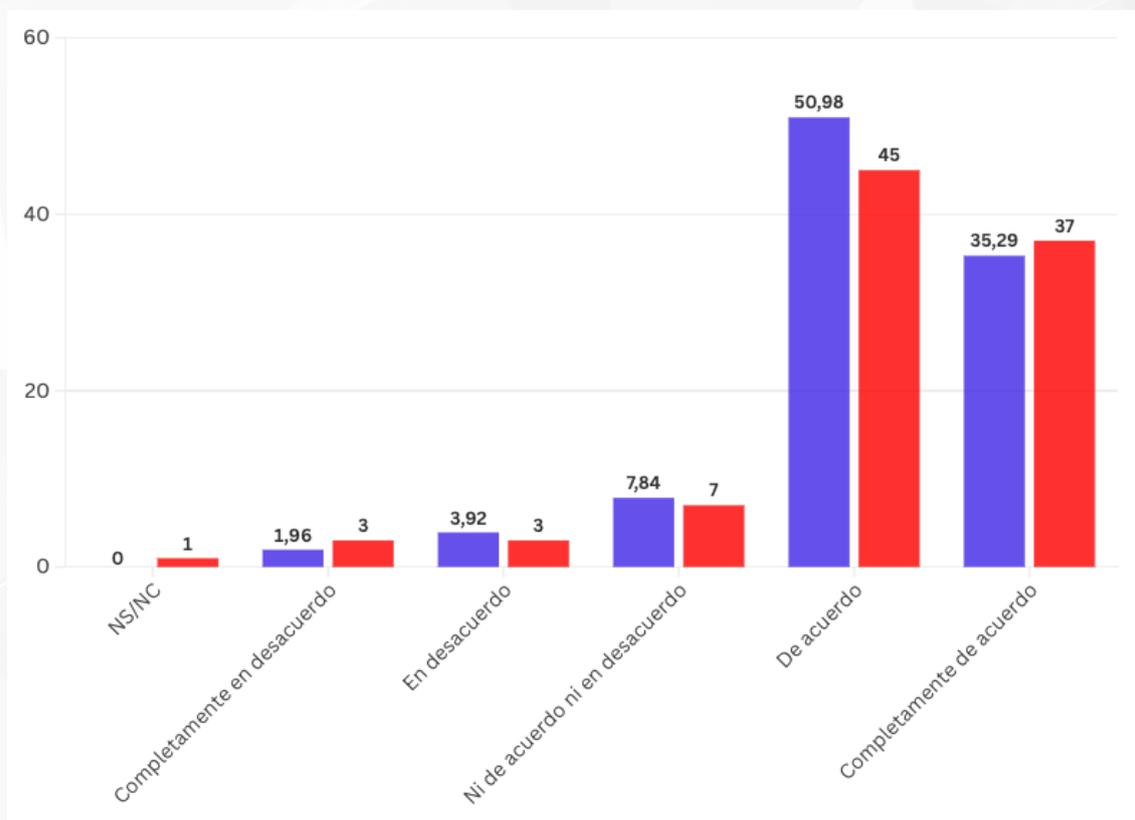
Para analizar la facilidad de uso de la herramienta A-Frame, La Figura 14 muestra cómo consideran este ítem los estudiantes, al inicio del curso y al finalizar el mismo.

Figura 14. Comparación pretest-postest sobre la facilidad de uso de A-Frame.



Para medir el grado de utilidad de A-Frame en la construcción de escenas virtuales, la Figura 15 muestra los resultados.

Figura 15. Comparación pretest-postest sobre la utilidad de A-Frame para la creación de escenas de realidad virtual.



Por lo que se refiere a la importancia de A-Frame como herramienta para la creación de contenido audiovisual, en el pretest, el 35,29% de los encuestados están completamente de acuerdo en ello. El 50,98% están de acuerdo, el 3,92% en desacuerdo y el 1,96% completamente en desacuerdo. Finalizado el taller, el 37,25% están completamente de acuerdo en la importancia de esta herramienta como formato audiovisual, el 45,1% está de acuerdo, el 3,92% en desacuerdo y el 3,92% completamente en desacuerdo.

Finalmente, tras la realización de los talleres formativos, la mayoría de los estudiantes consideran que es necesaria una formación previa para trabajar con esta herramienta. Un 37,25% está completamente de acuerdo con la necesidad de esta formación previa, el 41,18% está de acuerdo, el 5,88% en desacuerdo y el 3,92% completamente en desacuerdo.

4.3. ESCENAS VIRTUALES REALIZADAS CON A-FRAME POR LOS ESTUDIANTES

Tras la impartición del taller, los estudiantes pudieron realizar sus escenas virtuales completas con A-Frame. Las experiencias virtuales diseñadas fueron autorizadas para su publicación en la sección de Proyectos en la web del XR COM LAB del grupo de investigación Ciberimaginario (Ciberimaginario, s.f.).

Los proyectos presentados recrean salas virtuales inmersivas donde los usuarios pueden visualizar en primera persona distintas piezas museísticas relacionadas con la moda, la fotografía,

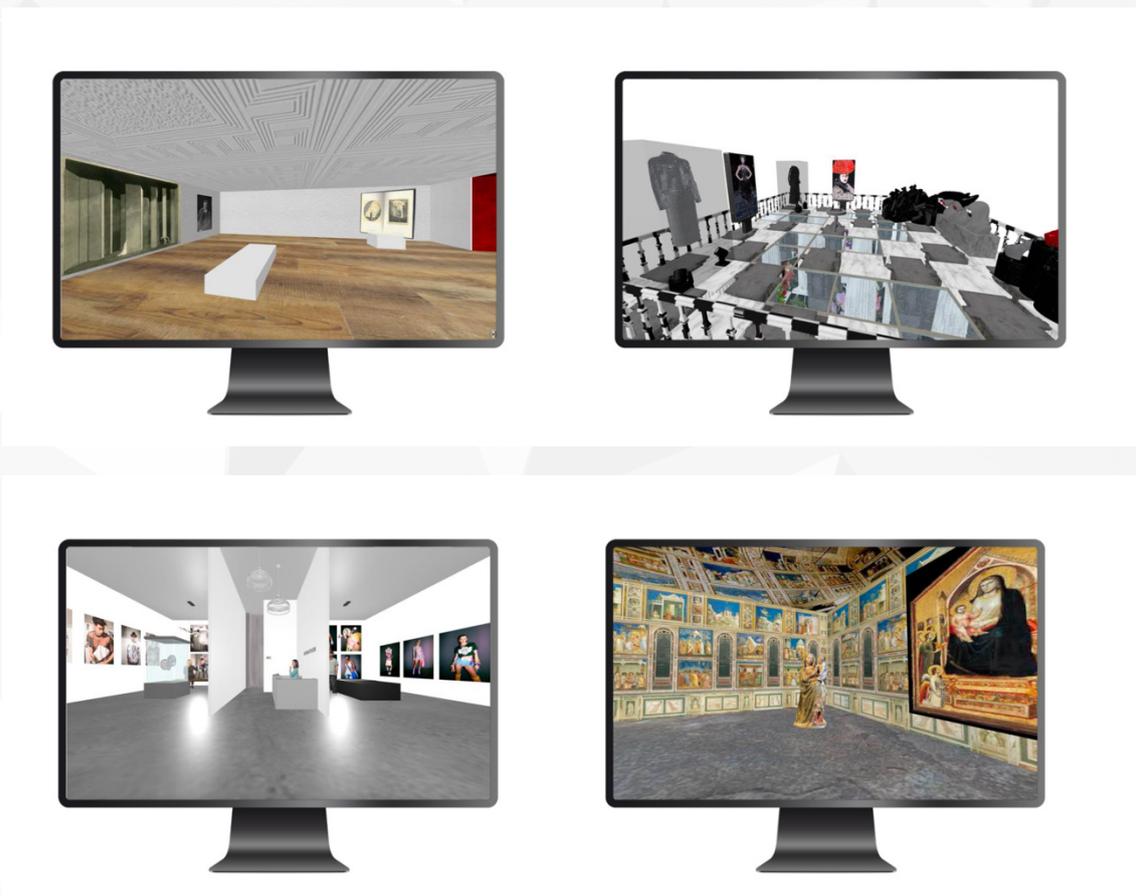
el cine o la música. Entre los proyectos presentados, algunos simulan una exposición artística mediante la integración de imágenes que simbolizan cuadros o fotografías. Otros integran objetos 3D que representan obras de arte, estatuas o piezas de moda.

Para la realización de estas escenas, los estudiantes tenían libertad completa para seleccionar la temática e integrar los distintos elementos explicados durante las sesiones. Mediante la incorporación de estos elementos en forma de imágenes, audios, vídeos u objetos 3D, se conforman estos museos virtuales.

Para empezar a trabajar en el ejercicio práctico, configuraron una sala elemental utilizando geometrías básicas para integrar cajas (a-box). Estas cajas, con los atributos propios de las etiquetas HTML, se dimensionan y sitúan en el espacio 3D. A ellas, les añadieron el atributo que permite incluir texturas para representar el suelo, las paredes y el techo de los museos.

Posteriormente, de manera autónoma y con la sala básica diseñada, los estudiantes integraron las imágenes, vídeos, audios y objetos 3D relacionados con las temáticas propias de un museo. La Figura 16 muestra algunos ejemplos de los proyectos realizados por los alumnos.

Figura 16. Proyectos realizados con A-Frame durante la impartición de los talleres.



Fuente: elaboración propia. Imágenes obtenidas de los proyectos alojados en la web del XR COM LAB.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio aborda la necesidad de formar nuevos perfiles profesionales para el ecosistema de la comunicación digital que sean capaces de trabajar con las nuevas tecnologías convergentes de la industria 4.0 y 5.0.

Los resultados teóricos ponen de manifiesto que este impulso debe iniciarse desde los distintos sistemas formativos, especialmente las universidades, donde se aborden procesos transformativos orientados hacia un ecosistema tecnológico sostenible en el que el metaverso sea uno de los principales actores, tal y como concuerdan Picarozzi *et al.* (2024).

La formación de estos perfiles hará que el metaverso y las tecnologías inmersivas se integren en las distintas disciplinas profesionales. Del mismo modo, se concluye que este proceso de transformación permitirá incorporar estos nuevos perfiles técnicos en empresas y órganos de gobierno, al igual que indican Rodríguez-Correa *et al.* (2023).

La formación de estos perfiles especializados permitirá clarificar aspectos conceptuales clave que, actualmente, generan una importante confusión sobre los límites de cada tecnología y sus aplicaciones. En este sentido, una de las conclusiones está relacionada con la diferencia existente entre las herramientas de realidad virtual y el metaverso. La realidad virtual es una de las herramientas que conforman el metaverso, pero no pueden ser consideradas como herramientas sinónimas. Este aspecto ha sido reseñado previamente por Crespo-Pereira *et al.* (2023), López-Belmonte *et al.* (2023) y Laurens-Arredondo (2024), quienes confirman, además, el estado inicial en el que se encuentran las investigaciones científicas sobre la aplicación del metaverso en el ámbito comunicativo.

Los resultados analizados dan respuesta a las preguntas de investigación planteadas. Respecto a la R.Q.1., se concluye que A-Frame es una herramienta útil y sencilla para la creación de escenas de realidad virtual. Además, resulta adecuada para iniciar a los estudiantes de grados universitarios en el mundo de las tecnologías inmersivas, aspecto señalado previamente por Santos y Cardoso, (2019) y Azevedo *et al.* (2020). Ello porque no requiere de una curva de aprendizaje tan elevada como otras herramientas de creación virtual como Unity o Unreal Engine, conclusión coincidente con el trabajo de Jerald (2014). Al inicio del taller, la gran mayoría de participantes desconocían esta herramienta, y gracias a la formación recibida, estos han sido capaces de realizar proyectos virtuales eficientes.

Con respecto a la R.Q.2., en la que se avanzaba la capacidad de A-Frame para el desarrollo de productos inmersivos, se concluye que es una opción adecuada para que los estudiantes universitarios realicen sus proyectos. Esto coincide con las conclusiones obtenidas por Pandit *et al.* (2023), que consideran que esta herramienta es apropiada para la creación de entornos virtuales educativos, o la de Somavarapu *et al.* (2021), que ha mostrado el valor de A-Frame para la creación de escenas virtuales con temática en astrodinámica.

Desde una perspectiva práctica y aplicada, los resultados de esta investigación arrojan una primera aproximación sobre la utilización de A-Frame en didácticas universitarias, algo que ya ha sido explorado por Takac (2020).

El conocimiento adquirido durante el taller es valorado por los estudiantes como útil para iniciarse en el mundo de las tecnologías inmersivas, lo que incrementa su capacidad académica

y laboral. Sin embargo, este estudio no contempla la utilización de esta herramienta con profesionales de la comunicación. En este sentido, no se pueden obtener conclusiones definitivas relacionadas con la R.Q.2., por lo que será necesario realizar nuevas investigaciones que repliquen esta metodología con profesionales de la comunicación. Esto converge con las conclusiones de Delso Vicente *et al.* (2024), los cuales instan a estudiar la integración del metaverso y las tecnologías inmersivas en las empresas de comunicación.

Una limitación del estudio es que los talleres se han realizado con muestras pequeñas e incidentales, por lo que es posible que algunos de los participantes hayan respondido de manera no sistemática o aleatoria, lo que podría afectar la fiabilidad de los resultados e introducir sesgos en los datos obtenidos. Por ello, se plantea la realización de otras investigaciones longitudinales y transversales que amplíen la muestra para el análisis de los resultados sobre la aplicación del metaverso en la comunicación. Este planteamiento coincide con los resultados de Caballero *et al.* (2023) y Rocha-Ibarra *et al.* (2024), que plantean la importancia de realizar nuevas investigaciones que profundicen sobre la aplicación del metaverso en otros ámbitos profesionales.

Por último, en lo que se refiere a la R.Q.3., que contempla la motivación de los estudiantes por seguir formándose en materia de realidad extendida, se concluye que, tras la realización del taller, hay un interés claro en profundizar su conocimiento sobre tecnologías inmersivas y, más concretamente, en la herramienta A-Frame.

En esta investigación se plantean entornos virtuales museísticos relacionados con el arte, concordando con el trabajo de otras investigaciones que se centran en el uso de otras herramientas de realidad virtual para la creación de entornos artísticos, como los estudios de Raya *et al.* (2021), Kim y Lee (2022) y el de Jiawei y Mokmin (2023).

El interés reflejado por parte de los estudiantes en este punto coincide con las conclusiones de la investigación de Aznar-Díaz *et al.* (2018), donde se resalta el interés existente en la aplicación de la realidad virtual en entornos museísticos. Del mismo modo, y coincidiendo con Magallanes Rodríguez *et al.* (2021) y Díaz-López *et al.* (2020), la formación en realidad virtual influye positivamente en el interés de seguir trabajando con herramientas de este tipo.

Las conclusiones ofrecen como resultado un conjunto de recomendaciones que se deben de tener en cuenta a la hora de desarrollar espacios inmersivos y metaversos, con el objetivo de contribuir a las actividades prácticas de las empresas de comunicación en este ámbito. La primera de ellas está relacionada con las preguntas clave que es necesario plantear de inicio en la planificación de un proyecto, lo que ayudará a enfocar correctamente este:

- ¿Mi proyecto cumple con los requisitos básicos del metaverso como espacio de intercambio e interacción virtual?
- ¿Para qué lo quiero? ¿Es un desarrollo funcional o un producto que dará valor añadido a mi marca?
- ¿Quiero que sea un espacio de intercambio entre usuarios? ¿O simplemente quiero una experiencia virtual sin interacción?

Responder adecuadamente a estas cuestiones permitirá acertar con la solución a realizar, ya que si, por ejemplo, el espacio no va a ser un lugar de intercambio virtual entre usuarios, quizá sea más adecuado la realización de un proyecto con herramientas de realidad virtual.

La segunda recomendación se orienta a la necesidad de que este proceso de creación de nuevos productos inmersivos debe cumplir con los estándares de la Comunicación Clara (Prodigioso Volcán, s.f.), puesto que es necesario que la experiencia de usuario sea integral y permita 'hacer fácil' las tareas para las que se construyen. Este enfoque permitirá también que los nuevos perfiles profesionales integrados en empresas puedan construir espacios virtuales de manera sencilla y comunicar claramente cómo disfrutar de este tipo de experiencias *metaversísticas* o virtuales, ofreciendo experiencias de alto valor añadido.

Del mismo modo, se recomienda que las empresas de comunicación sigan estos estándares, así como la integración de estos perfiles profesionales para poder ofrecer en sus catálogos de productos y servicios proyectos virtuales innovadores, aspecto señalado como clave por Villarreal Satama (2022).

Finalmente, este estudio contribuye a una necesidad urgente de transformación digital que promueva la aplicación de nuevos formatos en empresas de comunicación. Desde la labor educativa, se busca capacitar a futuros profesionales para que impulsen un pensamiento crítico respaldado por la innovación y por una alfabetización adecuada en términos inmersivos y del metaverso. Este nuevo paradigma hacia el que nos encaminamos ya está siendo abordado por autores como Cuenca-Fontbona *et al.*, (2020) y Manzanarez (2025).

Además, esta línea de acción se ajusta a las prioridades estratégicas de la Unión Europea, que impulsa las competencias digitales a través de iniciativas como la Digital Skills and Jobs Coalition (European Commission, 2020), enmarcada en la estrategia Década Digital (2021). Asimismo, estudios recientes advierten sobre la creciente demanda de perfiles especializados en tecnologías inmersivas, inteligencia artificial y entornos XR tanto en el ámbito europeo como en España (Inmersivaxr, 2024; CEDEFOP, 2022). En este contexto, el marco europeo ESCO reconoce ya competencias clave como el diseño de experiencias de realidad virtual y de realidad simulada en entornos digitales, o la creación de sistemas de realidad virtual, lo que subraya la importancia estratégica de estas formaciones para la empleabilidad en un marco crecientemente competitivo.

6. REFERENCIAS

- Azevedo, J., Gomes, P. V., Donga, J., y Marques, A. (2020). A-Frame as a Tool to Create Artistic Collective Installations in Virtual Reality. *Proceedings*, 54(1), 47. <https://doi.org/10.3390/proceedings2020054047>
- Aznar-Díaz, I., Romero-Rodríguez, J.M., y Rodríguez-García, A.M. (2018). La tecnología móvil de Realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 256-274. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10139>
- Baca, H. G. V., y Acosta, H. P. (2021). La digitalización de la formación universitaria con enfoque socioformativo: un análisis documental. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, (12), 67. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1199
- Baía Reis, A., y Coelho, A. F. V. C. C. (2018). Virtual Reality and Journalism: A gateway to conceptualizing immersive journalism. *Digital Journalism*, 6(8), 1090-1100. <https://doi.org/10.1080/21670811.2018.1502046>
- Barberá-Gregori, E., y Suárez-Guerrero, C. (2021). Evaluación de la educación digital y digitalización de la evaluación. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 33-40. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.30289>
- Benitez-Aranda, N., Carbonell-Alcocer, A., y Gertrudix, M. (2025). Alfabetización mediática para la Generación Z desde una perspectiva informativa local: formatos innovadores mediante comunicación inmersiva. *adComunica Revista Científica de Estrategias Tendencias E Innovación En Comunicación*, (29). <https://doi.org/10.6035/adcomunica.8554>
- Caballero-Garriazo, J. A., Rojas-Huacanca, J. R., Sánchez-Castro, A., y Lázaro-Aguirre, A. F. (2023). Revisión sistemática sobre la aplicación de la realidad virtual en la educación universitaria. *Revista Electrónica Educare*, 27(3), 463-480. <https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17271>
- Carbonell-Alcocer, A., y Gertrudix, M. (2019). Evaluación de una intervención educativa para la alfabetización en datos mediante el uso del método científico y el aprendizaje situado. *Revista Mediterránea de Comunicación*, 10(2), 213-241. <https://www.doi.org/10.14198/MEDCOM2019.10.2.6>
- Carro Suárez, J., y Sarmiento Paredes, S. (2022). El factor humano y su rol en la transición a Industria 5.0: una revisión sistemática y perspectivas futuras. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 10(24). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.81727>
- CEDEFOP (2022). *Annual report 2022*. <https://www.cedefop.europa.eu/es/content/annual-report-2022>
- Cheong, B. C. (2022). Avatars in the metaverse: potential legal issues and remedies. *International Cybersecurity Law Review*, 3(2), 467-494. <https://doi.org/10.1365/s43439-022-00056-9>
- Chen, M. (2023). The philosophy of the metaverse. *Ethics and Information Technology*, 25(3), 41. <https://doi.org/10.1007/s10676-023-09714-w>

Ciberimaginario (s.f.). *XR COM LAB*. Laboratorio de Comunicación Interactiva e Inmersiva. <https://xrlab.ciberimaginario.es/>

Crespo-Pereira, V., Sánchez-Amboage, E., y Membiela-Pollán, M. (2023). Retos del metaverso: una revisión sistemática de la bibliografía desde las Ciencias Sociales, el Marketing y la Comunicación. *El Profesional de la Información*, 32(1). <https://doi.org/10.3145/epi.2023.ene.02>

Cuenca-Fontbona, J., Matilla, K., & Compte-Pujol, M. (2020). Transformación digital de los departamentos de relaciones públicas y comunicación de una muestra de empresas españolas. *Revista de comunicación*, 19(1), 75-92. <http://doi.org/10.26441/rc19.1-2020-a5>

Década Digital (2021). *Digital Skills And Jobs Platforms*. <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/actions/european-initiatives/digital-decade>

Delgado Horna, J. (2018). *Crear con Código: A-Frame*. <https://designmatters.blogs.uoc.edu/2018/09/20/crear-con-codigo-a-frame/>

Delso Vicente, A. T., Almonacid Durán, M., y García de Blanes Sebastián, M. (2024). La evolución del metaverso y su influencia en la realidad digital: Una revisión y líneas de investigación futura. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-22. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-546>

Díaz-López L., Tarango J. y Refugio Romo-González J. (2020). Realidad Virtual en procesos de aprendizaje en estudiantes universitarios: motivación e interés para despertar vocaciones científicas. *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 31, e68958. <https://doi.org/10.5209/cdmu.68958>

Domínguez Pérez, E.M. (2023). Marca en el metaverso: avances y cuestiones abiertas. *Revista La Propiedad Inmaterial*. 36, 149–175. <https://doi.org/10.18601/16571959.n36.07>

Elbert, M. J. P., Mendoza, B. M. Z., Aguirre, K. A. M., y Cárdenas, M. V. (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)

European Commission (2020). *Digital skills and Jobs coalition*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/digital-skills-coalition>

Frechette, C., Diasio, S., Lockett, M., Trocchia, P. J., y Natali, S. (2023). Immersive technology as a social marketing tool: exploring the impact of 360-video & virtual reality on intent to help and attitudes toward the homeless. *Social Marketing Quarterly*, 29(1), 45-66. <https://doi.org/10.1177/15245004221150796>

Gill, A. (2017). AFrame: A domain specific language for virtual reality. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Real World Domain Specific Languages*. <https://doi.org/10.1145/3039895.3039899>

Heath, D. R. (2022). The Metaverse and how it will revolutionize everything. *Journal Of Information Technology Case And Application Research*, 25(1), 98-101. <https://doi.org/10.1080/15228053.2022.2136927>

- Hutson, J., y Olsen, T. (2022). Virtual reality and art history: A case study of digital humanities and immersive learning environments. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 22(2). <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i2.5036>
- Hwang, G. J., y Chien, S. Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100082. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100082>
- Inceoglu, M. M., y Cilogluligil, B. (2022). Use of Metaverse in education. *International conference on computational science and its applications*, 171-184. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10536-4_12
- Inmersiva XR (2024). *Industria XR en España 2024*. <https://inmersivaxr.com/actividades/industria-xr-2024>
- Jeon, J. H. (2021). A study on education utilizing metaverse for effective communication in a convergence subject. *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, 13(4), 129-134. <https://doi.org/10.7236/IJIBC.2021.13.4.129>
- Jerald, J., Giokaris, P., Woodall, D., Hartholt, A., Chandak, A., y Kuntz, S. (2014). *Developing virtual reality applications with Unity*. 2014 IEEE Virtual Reality (VR) 1-3. <https://doi.org/10.1109/VR.2014.6802117>
- Jiawei, W., y Mokmin, N. A. M. (2023). Virtual reality technology in art education with visual communication design in higher education: a systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 28(11), 15125-15143. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11845-y>
- Kim, Y., y Lee, H. (2022). Falling in love with virtual reality art: A new perspective on 3D immersive virtual reality for future sustaining art consumption. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 38(4), 371-382. <https://doi.org/10.1080/10447318.2021.1944534>
- Kim, D. Y., Lee, H. K., y Chung, K. (2023). Avatar-mediated experience in the metaverse: The impact of avatar realism on user-avatar relationship. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 73, 103382. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103382>
- Korečko, Š., Hudák, M., Sobota, B., Sivý, M., Pleva, M., y Steingartner, W. (2021). Experimental performance evaluation of enhanced user interaction components for web-based collaborative extended reality. *Applied Sciences*, 11(9), 3811. <https://doi.org/10.3390/app11093811>
- Laurens-Arredondo, L. A. (2024). Metaversidad como ecología de aprendizaje en la era del metaverso: Una revisión sistemática. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, (79), 10-22. <https://doi.org/10.58262/V33279.2>
- Lévy, P., y Zapata Ros, M. (2023). Visiones de espacios de trabajo tridimensionales o virtuales, metaversos, y educación. Realidad virtual y aprendizaje: Presentación del número especial y conclusiones. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.554591>
- Lightbox (2025). *Máster en Desarrollo en Unity*. <https://lboxacademy.es/formacion/videojuegos/master-desarrollo-unity/>

- López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., Moreno-Guerrero, A.-J., y Lampropoulos, G. (2023). Metaverso en Educación: una revisión sistemática. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.511421>
- Macario, G. (2024). WebXR, A-Frame and Networked-Aframe as a Basis for an Open Metaverse: A Conceptual Architecture. *arXiv preprint arXiv:2404.05317*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.05317>
- Magallanes Rodríguez, J. S., Rodríguez Aspiazu, Q. J., Carpio Magallón, Ángel M., y López García, M. R. (2021). Simulación y realidad virtual aplicada a la educación. *RECIAMUC*, 5(2), 101-110. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.\(2\).abril.2021.101-110](https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.(2).abril.2021.101-110)
- Mamani, U. Q., y Sucari, Y. V. S. (2022). Tecnologías convergentes en la industria 4.0 (I4. 0). *Waynarroque-Revista de ciencias sociales aplicadas*, 2(4), 63-74. <https://doi.org/10.47190/rcsaw.v2i4.40>
- Manzanarez, B. A. J. (2025). Transformación digital en la comunicación: nuevas herramientas y retos profesionales. *Revista Multi-Ensayos*, 11(21), 76-84. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v11i21.20083>
- Martí-Testón, A., Muñoz, A., Gracia, L., y Solanes, J. E. (2023). Using WebXR metaverse platforms to create touristic services and cultural promotion. *Applied Sciences*, 13(14), 8544. <https://doi.org/10.3390/app13148544>
- Matahari, T. (2022). WebXR asset management in developing virtual reality learning media. *Indonesian Journal of Computing, Engineering, and Design (IJoCED)*, 4(1), 38-46. <https://doi.org/10.35806/ijoced.v4i1.253>
- Mendoza, G. A. A., Lewis, F., Plante, P., y Brassard, C. (2023). Estado del arte sobre el uso de la realidad virtual, la realidad aumentada y el video 360 en educación superior. *Edu-tec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84), 35-51. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2769>
- Monroy Andrade, J. (2024). El uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 28, 115-140. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18987>
- Morales, J. E. (2020). Utilidad y aplicaciones de las tecnologías convergentes. *Revista Ciencia Multidisciplinaria CUNORI*, 4(1), 43-53. <https://doi.org/10.36314/cunori.v4i1.108>
- Moreno-Lumbreras, D., Minelli, R., Villaverde, A., Gonzalez-Barahona, J. M., y Lanza, M. (2023). CodeCity: A comparison of on-screen and virtual reality. *Information and Software Technology*, 153, 107064. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107064>
- Murillo, J. (2006). *Cuestionarios y escalas de actitudes*. Facultad de Formación de profesorado y Educación. <https://www.uam.es/Profesorado/Docimoteca/1242658057334.htm?language=es&pid=1234889793579>
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>

- Ocampo-Eyzaguirre, D., Vélez-Jiménez, D., y Gutierrez-De Gracia, N. (2024). Tecnologías convergentes, impacto de la inteligencia artificial y las neurociencias en la formación de investigadores: Una revisión sistemática. *Revista Sociedad & Tecnología*, 7(S1), 210-230. <https://doi.org/10.51247/st.v7iS1.502>
- Pandit, K., Mogare, A., Shah, A., Thete, P., y Patil, M. (2023). Building a Virtual Reality-Based Framework for the Education of Autistic Kids. *Evolution and Applications of Quantum Computing*, 67-92. <https://doi.org/10.1002/9781119905172.ch5>
- Pérez-Domínguez, L.A. (2024). Las principales tecnologías de la era de la industria 5.0. *Revista Ingenio*, 21(1), 60-70. <https://doi.org/10.22463/2011642X.4352>
- Piccarozzi, M., Silvestri, C., Fici, L., y Silvestri, L. (2024). Metaverse: a possible sustainability enabler in the transition from Industry 4.0 to 5.0. *Procedia Computer Science*, 232, 1839-1848. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.006>
- Prodigioso Volcán (s.f.). *Qué es la Comunicación Clara*. <https://comunicacionclara.com/que-es-la-comunicacion-clara.html>
- Raya, L., García-Rueda, J. J., López-Fernández, D., y Mayor, J. (2021). Virtual reality application for fostering interest in art. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 41(2), 106-113. <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3055685>
- Rinaudo, M. C.; Chiecher, A. y Danilo Donolo. (2003). Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del Motivated Strategies Learning Questionnaire. *Anales de Psicología*, 19, 107-119. https://www.um.es/analesps/v19/v19_1/11-19_1.pdf
- Rivas, B., Gertrudix, F., y Gértrudix-Barrio, M. (2021). Análisis sistemático sobre el uso de la Realidad Aumentada en Educación Infantil. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (76), 53-73. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.76.2053>
- Rocha-Ibarra, J. E., Rodríguez-Sánchez, C. A., Guzmán-Álvarez, M. G., Robles-Hernández, K. L., y Cisneros-Reyes, Y. D. (2024). Ergonomía cognitiva, metaversos y economía: revisión documental. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (28), 141-162. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18671>
- Rodríguez-Correa, P. A., Echeverri-Gutiérrez, C. A., Valencia-Arias, A., Acosta-Agudelo, L. C., y Echeverri-Gutiérrez, M. (2023). Tendencias en tecnologías convergentes en la industria 4.0: una revisión de literatura. *Revista Ion*, 36(2). <https://doi.org/10.18273/revion.v36n2-2023006>
- Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177-191. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>
- Sánchez, A., Illana, S., Casado, P., Ruano, I. y Estévez, E., 2024. Unity-Based Approach for Digital Modelling of Automation Systems. *Jornadas de Automática*, 45. <https://doi.org/10.17979/ja-cea.2024.45.10897>
- Sanchez-Acedo, A., Carbonell-Alcocer, A., Gertrudix, M., y Rubio-Tamayo, J. L. (2023). Metaverse and extended realities in immersive journalism: a systematic literature review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(10), 96. <https://doi.org/10.3390/mti7100096>

- Sánchez, M. C., y Revuelta, F.I. (2005). El proceso de transcripción en el marco de la metodología de investigación cualitativa actual. *Enseñanza & teaching*, 23, 367-386. https://gedos.usal.es/bitstream/handle/10366/70794/El_proceso_de_transcripcion_en_el_marco_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Santos, S. G., y Cardoso, J. C. (2019). Web-based virtual reality with a-frame. 2019 *14th Iberian conference on information systems and technologies (CISTI)*. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760795>
- Solórzano, H. J. R. (2020). El reto de educar en tiempos de la digitalización de la vida: hacia una pedagogía de las relaciones entre cuerpo, texto y tecnología. *Revista Boletín Redipe*, 9(4), 90-113. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i4.951>
- Somavarapu, D. H., Landon, P., Busato, J., Kaiser, M., Martin, K., Miskioglu, E., y Guzzetti, D. (2021). Virtual-realitybased astrodynamics applications using A-Frame: a tutorial. *AAS/AIAA Astrodynamics Specialists Conference, 2021*. <https://bit.ly/47ZqGJ3>
- Stephenson, N. (1992). *Snow crash*. Bantam Books.
- Suh, A., y Prophet, J. (2018). The state of immersive technology research: A literature analysis. *Computers in Human behavior*, 86, 77-90. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.019>
- Takac, M. (2020). Application of web-based immersive virtual reality in mathematics education. *2020 21th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICCC49264.2020.9257276>
- Trazos (2025). *Carrera en Videojuegos Madrid*. <https://trazos.net/carreras/carrera-en-videojuegos/>
- U-Tad (2020). *Unity y Unreal, lo que necesitas saber para desarrollar un videojuego*. <https://u-tad.com/unity-unreal-videojuego>
- Vasarainen, M., Paavola, S., y Vetoshkina, L. (2021). A systematic literature review on extended reality: Virtual, augmented and mixed reality in working life. *International Journal of Virtual Reality*, 21(2), 1-28. <https://doi.org/10.20870/IJVR.2021.21.2.4620>
- Villalobos López, J. A. (2024). Marco teórico de realidad aumentada, realidad virtual e inteligencia artificial: Usos en educación y otras actividades. *Emerging trends in education (México, Villahermosa)*, 6(12), 1-17. <https://doi.org/10.19136/etie.a6n12.5695>
- Villarreal Satama, F. L. (2022). Metaverso-implicaciones de la industria del futuro. *Communication Papers*, 11(23), 47-59. https://doi.org/10.33115/udg_bib/cp.v11i23.22830
- Yang, C. (2021). Online art design education system based on 3D virtual simulation technology. *Journal of internet technology*, 22(6), 1419-1428. <https://doi.org/10.53106/160792642021112206018>
- Zaman, A., Abir, M. R., y Mursalin, S. (2024). Extended reality in education and training: Enhancing trustworthiness. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), 1705-1720. <https://doi.org/10.30574/ijra.2024.11.1.0206>

Zhang, Y. (2021). Application of intelligent virtual reality technology in college art creation and design teaching. *Journal of Internet Technology*, 22(6), 1397-1408. <https://doi.org/10.53106/160792642021112206016>

8. MATERIAL COMPLEMENTARIO

En este apartado se incluyen las referencias a los datos del estudio, así como a los resultados de la evaluación del pretest y postest. Además, se indica la referencia sobre el material utilizado para el desarrollo de los talleres.

Sanchez-Acedo, A. (2025). Curso Creación de escenas virtuales con A-Frame Curso de A-Frame I (versión en español e inglés). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14923786>

Sanchez-Acedo, A., Carbonell-Alcocer, A., Cascarano, P. y Gertrudix, M. (2025a). Preguntas y relación de los formularios pretest-postest para la realización de talleres A-Frame. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14832618>

Sanchez-Acedo, A., Carbonell-Alcocer, A., Cascarano, P. y Gertrudix, M. (2025b). Caracterización de jueces expertos para la validación de la intervención educativa sobre el taller formativo de A-Frame. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14870840>

Sanchez-Acedo, A., Carbonell-Alcocer, A., Cascarano, P. y Gertrudix, M. (2025c). Resultados intervención educativa pretest-postest de los talleres A-Frame. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14832662>