

REVISTA PRISMA SOCIAL N° 49

USOS DEL METAVERSO PARA LA COMUNICACIÓN

2º TRIMESTRE, ABRIL 2025 | SECCIÓN TEMÁTICA | PP. 80-104 RE

CIBIDO: 27/2/2025 – ACEPTADO: 24/4/2025

<https://doi.org/10.65598/rps.5771>

MODELIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EDUCACIÓN SUPERIOR: CREACIÓN DE ECOSISTEMAS INMERSIVOS EN EL METAVERSO

MODELLING KNOWLEDGE IN HIGHER EDUCATION: CREATING IMMERSIVE ECOSYSTEMS IN THE METAVERSE

MAIDER PÉREZ DE VILLARREAL ZUFIAURRE / MAIDER.PEREZDEVILLARREAL@UNAVARRA.ES

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA, PAMPLONA (NAVARRA), ESPAÑA



prisma
social
revista
de ciencias
sociales

RESUMEN

El metaverso ha emergido como un espacio virtual multisensorial donde convergen la realidad física y los entornos digitales, lo que plantea el desafío de desarrollar nuevas estrategias para la producción y organización del conocimiento. Este artículo tiene como objetivo analizar el papel central de los modelos de conocimiento en educación superior, destacando su potencial como herramientas puente que articulan experiencias educativas significativas entre el mundo real y el entorno virtual. A través de un enfoque teórico-práctico, se examina el valor de los mapas conceptuales como instrumentos que no solo estructuran y visualizan información, sino que también modelan el conocimiento promoviendo aprendizajes personalizados a través de interacciones significativas y reflexión crítica. Entre las principales aportaciones se incluyen el análisis de estudios de caso de proyectos innovadores desarrollados en el aula, que evidencian el uso de estas herramientas en contextos inmersivos. Se subraya, además, la importancia de la inmersión educativa como proceso transformador, capaz de enriquecer las experiencias de aprendizaje mediante la integración de modelos conceptuales y pedagogías interactivas. En conclusión, los modelos de conocimiento se posicionan como pilares fundamentales para construir conexiones significativas entre la realidad tangible y el universo digital, favoreciendo el desarrollo de comunidades educativas más resilientes, dinámicas y adaptadas a las demandas contemporáneas.

ABSTRACT

The metaverse has emerged as a multisensory virtual space where physical reality and digital environments converge, posing the challenge of developing new strategies for the production and organization knowledge. This article aims to analyze the central role of knowledge models in higher education, highlighting their potential as bridging tools that articulate meaningful educational experiences between the real world and the virtual environment. Through a theoretical-practical approach, the value of concept maps is examined as instruments that not only structure and visualize information, but also model knowledge by fostering personalised learning through meaningful interactions and critical reflection. Among the main contributions is the analysis of case studies involving innovative classroom-based projects, which demonstrate the use of these tools in immersive contexts. The article also emphasizes the importance of educational immersion as a transformative process that enriches learning experiences through the integration of conceptual models and interactive pedagogies. In conclusion, knowledge models are positioned as fundamental pillars for building meaningful connections between tangible reality and the digital universe, fostering the development of more resilient, dynamic, and contemporary educational communities.

PALABRAS CLAVE

Metaverso; modelos de conocimiento; mapas conceptuales; aprendizaje significativo; ecosistema inmersivo; educación superior.

KEYWORDS

Metaverse; knowledge models; concept maps; meaningful learning; immersive ecosystem; higher education.

1. INTRODUCCIÓN

En la era digital, la convergencia de la realidad física con entornos virtuales ha dado paso al desarrollo de nuevos modelos de interacción y aprendizaje. El metaverso, entendido como un espacio virtual tridimensional inmersivo, ofrece un entorno multisensorial que trasciende las limitaciones del aula tradicional, estableciendo nuevas posibilidades educativas. Sin embargo, esta nueva frontera plantea interrogantes sobre cómo organizar y estructurar el conocimiento para que los y las estudiantes puedan aprovechar plenamente sus oportunidades.

En este contexto, los modelos de conocimiento desempeñan un papel fundamental. No se trata solo de herramientas para organizar la información, sino de elementos que facilitan la conexión entre el mundo físico y el digital, creando puentes que permiten el acceso y la comprensión de conceptos complejos de una manera interactiva y significativa. La presente investigación se orienta a explorar el papel de los modelos de conocimiento en los entornos virtuales del metaverso, con especial atención a los mapas conceptuales como herramientas mediadoras del aprendizaje. En este sentido, la pregunta que guía este estudio es la siguiente: ¿Cómo pueden los modelos de conocimiento, y en particular los mapas conceptuales, facilitar experiencias de aprendizaje significativas y personalizadas en contextos educativos inmersivos dentro del metaverso? Esta cuestión permite abordar la intersección entre tecnología, pedagogía y representación del conocimiento, y plantea un enfoque integrador para analizar las posibilidades educativas de los espacios virtuales emergentes.

1.1. EL METAVERSO

El término “metaverso” fue acuñado por Neal Stephenson en su novela Snow Crash de 1992. En este libro, se describía un mundo virtual persistente que alcanzaba y afectaba a casi todos los aspectos de la existencia humana con la que interaccionaba (Ball, 2022). Este acrónimo está compuesto por “meta”, que procede del griego y significa “más allá” o “después de”, y “verso”, que hace referencia al “universo”, por lo que se deduce que significa “un universo que está más allá del conocido actualmente” (Santander, 2022). También se puede definir como una extensión virtual 3D realista del mundo físico generada por computadora, que permite a los/as usuarios/as interactuar con otros y con objetos digitales eliminando a su vez, las limitaciones de distancia y de tiempo. Este entorno proporciona una experiencia de aprendizaje que puede resultar más atractiva, dinámica y personalizable que las experiencias tradicionales de enseñanza. En la actualidad, el metaverso se configura como un ecosistema digital complejo, resultado de la convergencia de múltiples tecnologías emergentes. Entre ellas destacan la Realidad Virtual (RV), que sustituye completamente el entorno físico por espacios inmersivos generados digitalmente (donde el alumnado puede experimentar situaciones, explorar escenarios históricos, desarrollar prácticas sin riesgos físicos...); la Realidad Aumentada (RA), que superpone información digital al mundo real (es útil para trabajar con objetos 3D y comprender conceptos abstractos); y la Realidad Mixta o Extendida, que combina ambas experiencias con un alto potencial de adopción en contextos educativos en el corto plazo (Pimentel *et al.*, 2023; Cabero Almenara *et al.*, 2022). Asimismo, tecnologías como el gemelo digital (reproducción virtual de sistemas, objetos o procesos reales que pueden manipularse para el aprendizaje de ingeniería, arquitectura, ciencias...), la inteligencia artificial generativa (IAG) (permite generar contenidos educativos personalizados, avatares conversacionales, retroalimentación adaptativa y análisis del aprendizaje), el Internet de las cosas (IoT) (conecta objetos físicos con el entorno digital para

monitorizar datos en tiempo real y posee potencial en áreas como STEM) y blockchain (garantiza la trazabilidad y autenticidad de los datos y se usa en educación para certificar logros, credenciales digitales y sistemas descentralizados de evaluación), aportan capacidades de simulación, automatización, personalización y trazabilidad que fortalecen las infraestructuras del metaverso (Chicaiza *et al.*, 2024; Cruz *et al.*, 2024; Atzori *et al.*, 2010; Nakamoto, 2008).

Según Gonzales *et al.* (2023), la expansión del metaverso en la sociedad posmoderna se debe a una combinación de factores: el avance tecnológico en software y hardware, los cambios culturales y sociales impulsados por la digitalización y la creciente alfabetización informacional, así como el impulso económico y estratégico de grandes corporaciones tecnológicas. Todo ello ha favorecido la proliferación de entornos virtuales híbridos que transforman prácticas como la educación, el trabajo y la comunicación, posicionando al metaverso como un componente clave en la evolución de internet.

En definitiva, el metaverso se presenta como una plataforma que va más allá de la realidad aumentada o virtual y que, gracias a sus características inmersivas y multisensoriales, permite a los/as estudiantes interactuar con objetos digitales, personas y situaciones en entornos simulados tan ricos y complejos como el mundo real. Estas cualidades abren nuevas posibilidades para el diseño de experiencias formativas más significativas, adaptativas y conectadas con los desafíos del siglo XXI.

1.1.1. Aplicación del metaverso en educación

Dentro del ecosistema del metaverso, algunas tecnologías, como la Realidad Virtual (RV), la Realidad Aumentada (RA) y la Inteligencia Artificial Generativa (IAG), destacan por su mayor aplicabilidad educativa. Ello se debe a su capacidad para potenciar la inmersión, la interactividad y la personalización del aprendizaje. López-Belmonte *et al.* (2023), tras una revisión sistemática de 17 artículos, concluyeron que la pandemia de COVID-19 marcó un punto de inflexión en los entornos de aprendizaje y se confirmó el potencial del metaverso para enriquecer la educación y mejorar la motivación y participación del alumnado, especialmente en contextos hispanohablantes.

No obstante, Andreu *et al.* (2021) advirtieron sobre los riesgos académicos y psicológicos derivados de su implementación, tanto como herramienta complementaria (RA) como sustitutiva (RV). A nivel académico, el uso de la RA puede favorecer aprendizajes más inmersivos y experienciales en áreas como astronomía, anatomía o historia (Bosada, 2022). Esto ya se ha desarrollado en iniciativas como el Laboratorio Virtual de Interacción Humana de la Universidad de Stanford (Amigot, 2022). Sin embargo, también puede provocar efectos negativos como saturación informativa, déficit de atención, estrés y menor socialización (Palacios Pérez *et al.*, 2022; Rojas, 2021).

El uso sustitutivo del metaverso, que implicaría la asistencia exclusivamente virtual a las clases, podría agravar los riesgos mencionados, acentuando desigualdades económicas y técnicas (Márquez, 2011; Hernández Abad, 2020) y generando consecuencias psicológicas negativas, especialmente entre adolescentes, como baja autoestima, ansiedad o depresión (Arab & Díaz, 2015).

En cuanto a los estudios cualitativos recientes, diversas investigaciones en universidades de Colombia, México y España han evaluado la integración del metaverso en la enseñanza. Zabala *et al.* (2025) realizaron una prueba piloto en la Universidad de Cartagena, subrayando la ne-

cesidad de formar al alumnado en el manejo de plataformas de metaverso. Ruiz Campo *et al.* (2023) analizaron el uso de AltspaceVR entre profesorado universitario, observando una mayor aceptación entre docentes jóvenes y doctores, y defendiendo su aplicación como herramienta complementaria de docencia online. Finalmente, Sánchez Mendiola (2022) adaptó la tipología de Kye *et al.* (2021) sobre los tipos de metaverso (Realidad Aumentada, Lifelogging, Mundo Espejo y Realidad Virtual) y sus implicaciones en la educación en profesiones de la salud. Vergara *et al.* (2021) señalaron que las áreas de ciencias de la salud, de ingeniería y de arquitectura son las que más han empleado la enseñanza en el metaverso, mientras que Radiani *et al.* (2020) apuntan en su metaanálisis que son la medicina, las ciencias sociales, la neurociencia y la psicología donde más se han utilizado. Sin embargo, de acuerdo con Cabero *et al.* (2022), existen experiencias de utilización en áreas como idiomas (Nicolaidou *et al.*, 2021), educación física (Guo, 2016), arte e historia (Kukulska-Hulme *et al.*, 2021), matemáticas (Birt *et al.*, 2017), dibujo técnico o turismo (Alvarado *et al.*, 2019; Sandoval-Poveda & Tabash-Pérez, 2021).

En el caso concreto del presente estudio, se ha implementado en un área no tan explorada para la aplicación del metaverso como es la formación de docentes: los grados de maestro de educación infantil (en euskera) y primaria (en inglés) y en el máster de profesorado de secundaria (en español).

La tabla 1, que se ha adaptado de Sánchez Mendiola (2022) define las experiencias en el metaverso con el profesorado de ambos grados y del máster.

Tabla 1: Implicaciones educativas de los metaversos empleados con el profesorado de los grados de maestro/a de educación infantil y primaria de la UPNA

| Tipo | Características | Aplicaciones | Casos De Uso | Implicaciones Educativas |
|---------------------------|---|---|---|--|
| Realidad aumentada | Ambiente inteligente basado en tecnologías de localización y redes | Teléfonos inteligentes, portátiles | Libros de texto digitales, internet, interfaz de mapas conceptuales, contenido realista | Aprender tridimensionalmente a través de la virtualidad digital |
| | | | | Comprensión de contenido difícil de observar o explicar, construcción del conocimiento a través de experiencias. |
| | | | | Experiencias interactivas inmersas en el contexto de aprendizaje. |
| Mundo Espejo | Refleja el mundo real e integra y proporciona información ambiental externa. | Servicios basados en mapas conceptuales y virtuales | Google Earth, Google Maps, Cmap Tools, visores como GeoEuskadi e Idena. | Superar las limitaciones físicas y espaciales de la educación |
| | Emplea mapas conceptuales, virtuales y modelación usando tecnología como GPS. | | | Clases con herramientas de videoconferencia y colaboración (Zoom, Google Meet...) |
| | | | | Aprender haciendo. Aumentar la comprensión de un fenómeno abordando la cultura e historia. Favorecer ambientes interdisciplinares. |

Fuente: Adaptación de Sánchez Mendiola (2022).

1.2. TEORÍAS DE APRENDIZAJE EN EL METAVERSO

En plena ebullición de tecnologías en el metaverso, Cabero-Almenara *et al.* (2022) señalan la necesidad de establecer una teoría de aprendizaje en la que apoyar su utilización en educación. Junto con Brown *et al.* (2020) declaran que sería necesario para la adquisición de habilidades y competencias en el entorno educativo del metaverso.

1.2.1. La teoría del aprendizaje experiencial en el metaverso

Diversas propuestas han explorado el uso de tecnologías interactivas e inmersivas para facilitar el aprendizaje práctico de los y las estudiantes bajo una perspectiva basada en la teoría del aprendizaje experiencial, (Fromm *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2019). Estas tecnologías permiten crear entornos que favorecen la interactividad y la inmersión, promoviendo el aprendizaje a través de la práctica (Radiani *et al.*, 2020; Sultan *et al.*, 2019).

La teoría del aprendizaje experiencial, formulada por Kolb (2015), sostiene que el conocimiento se construye mediante la transformación de la experiencia, a través de cuatro habilidades fundamentales: experiencia concreta (CE), observación reflexiva (RO), conceptualización abstracta (AC) y experimentación activa (AE). Este proceso implica que el alumnado participe plenamente en nuevas experiencias, reflexione desde múltiples perspectivas, formule conceptos sólidos basados en sus observaciones y aplique estos conceptos para la resolución de problemas (Morris, 2018), lo que fomenta su implicación activa y compromiso en el aprendizaje.

Además, la integración de estas tecnologías educativas está recibiendo aportaciones desde otros marcos teóricos complementarios, como el aprendizaje basado en juegos, el aprendizaje investigativo, el aprendizaje ubicuo, el aprendizaje móvil, el constructivismo y el aprendizaje contextual. No obstante, Cabero-Almenara *et al.* (2022) consideran que uno de los principales obstáculos para el uso educativo de nuevas tecnologías es la carencia de marcos teóricos y conceptuales sólidos que sirvan para el diseño de materiales didácticos adecuados. Aspectos como el número de conceptos a presentar, la amplitud de los escenarios, la incorporación de mapas y señales para guiar la atención, la calidad de la imagen, la accesibilidad y la facilidad de navegación requieren ser abordados desde la investigación educativa. Además, es imprescindible integrar estos elementos en diseños instruccionales robustos, ya que, de lo contrario, las experiencias tecnológicas corren el riesgo de convertirse en meramente lúdicas y carentes de valor formativo. Para abordar esta situación se plantea la posibilidad de establecer la teoría del aprendizaje significativo como el marco teórico potencial para el desarrollo de la educación en el metaverso.

1.2.2. La teoría del aprendizaje significativo en el metaverso

El aprendizaje significativo, según Ausubel (1963; 2000), se produce cuando el alumnado relaciona nuevos conocimientos con saberes previos, favoreciendo una comprensión profunda y su retención para futuras aplicaciones. Este concepto constituye un pilar teórico central en diversas teorías educativas amparadas bajo la filosofía constructivista (Contreras, 2016). Para que suceda, es indispensable la negociación de significados, y el anclaje de los conceptos, entendiendo que el proceso de aprendizaje no es lineal, sino que avanza mediante rupturas y continuidades. Asimismo, el aprendizaje significativo se estructura a partir de representaciones

conceptuales organizadas en proposiciones subordinadas, supraordinadas o combinatorias, guiadas por los principios de diferenciación progresiva y reconciliación integradora (Ausubel, Novak y Hanesian, 1989; Pérez de Villarreal, 2022; 2024).

Rodríguez Palermo (2011) subraya que este tipo de aprendizaje exige no solo disposición favorable por parte del alumnado, sino también materiales didácticos que sean significativos tanto lógica como psicológicamente, es decir, cercanos a su contexto vital. El empleo de herramientas metacognitivas como mapas conceptuales o diagramas V solo garantiza el aprendizaje significativo si existe una activa negociación y discusión de los significados entre los y las estudiantes. Además, el aprendizaje significativo se vincula estrechamente con el aprendizaje cooperativo, fomentando el pensamiento crítico, el intercambio de explicaciones, las discusiones orales y la motivación intrínseca, elementos que refuerzan tanto el apoyo entre pares como el liderazgo compartido (González, 2008; Pérez de Villarreal, 2022).

En el contexto del metaverso, el aprendizaje significativo implica no solo asimilación y transmisión de información, sino la creación de experiencias educativas profundamente conectadas con los intereses y vivencias de los y las estudiantes, facilitando la consolidación de aprendizajes a largo plazo. Contreras (2016) destaca que el aprendizaje significativo transforma el cerebro: modifica conductas, reorganiza la estructura cognitiva y genera cambios físicos mediante nuevas sinapsis neuronales (Pease, Figallo e Ysla, 2015).

Dado este marco, se plantea que el aprendizaje en el metaverso, potenciado por su naturaleza inmersiva y multisensorial, podría amplificar aún más estos procesos de transformación. No obstante, para lograr un aprendizaje verdaderamente significativo, es fundamental emplear herramientas como los modelos de conocimiento y los mapas conceptuales, siempre orientados a facilitar la organización de la información y la negociación activa de significados.

1.3. MODELOS DE CONOCIMIENTO: MAPAS CONCEPTUALES COMO PUENTES VIRTUALES ENTRE REALIDAD Y VIRTUALIDAD

Los mapas conceptuales son representaciones gráficas bidimensionales que organizan información jerárquicamente, mostrando conceptos interrelacionados mediante palabras de enlace y formando proposiciones como unidades semánticas. Su disposición va de los conceptos más inclusivos a los más específicos, facilitando la comprensión del conocimiento tanto superficial como profunda (Novak, 1990; 1998). Esta herramienta puede elaborarse manualmente (simulando la web 1.0), mediante software colaborativo como CmapTools (IHMC, Florida), representando la interactividad de la web 2.0, o bien mediante mapas interconectados que introducen una tercera dimensión espacial, en línea con la web 3.0.

El modelado de conocimiento —proceso que implica la creación de mapas conceptuales interrelacionados— proporciona autonomía para el aprendizaje significativo y requiere inicialmente una formación específica. En 2004, Cañas *et al.* demostraron cómo CmapTools facilita esta tarea, permitiendo organizar el conocimiento en jerarquías y promoviendo tanto el trabajo individual como colaborativo mediante entornos virtuales interconectados. Además, el acceso gratuito de CmapTools para instituciones educativas y la disponibilidad de servidores públicos, como el de la Universidad Pública de Navarra (UPNA), refuerzan su potencial como herramienta educativa.

En el contexto del metaverso, los mapas conceptuales evolucionan hacia experiencias dinámicas: los/as estudiantes no solo visualizan la información, sino que interactúan activamente con ella, explorando conceptos y construyendo conocimiento de forma autónoma y personalizada. Asimismo, los mapas conceptuales en entornos virtuales actúan como puentes entre el aprendizaje físico y digital, permitiendo la navegación entre niveles de información y complementando las experiencias educativas del aula con el mundo virtual.

1.4. INMERSIÓN EDUCATIVA: UN PROCESO TRANSFORMADOR

La inmersión educativa implica no solo la presencia física, sino la integración plena en un entorno de aprendizaje en el que el alumnado participa activamente en la construcción de su conocimiento. En el metaverso, esta inmersión se potencia mediante la interacción tridimensional y dinámica con modelos de conocimiento, lo que fomenta un aprendizaje autónomo y experimental, siguiendo los principios del aprendizaje significativo de Ausubel (1963; 2000) y Novak y Gowin (1984).

El modelado de conocimiento basado en mapas conceptuales busca precisamente promover esta inmersión educativa, creando entornos transformadores mediante pedagogías interactivas que favorecen la colaboración y la adaptación a las necesidades de los/as estudiantes. Además, el diseño de experiencias en el metaverso debe considerar el conocimiento cultural de sus participantes (Smithson, 2022) y establecer reglas éticas para construir una cultura digital adecuada.

Según Shu y Ahn (2022), las tecnologías emergentes asociadas al metaverso amplían las posibilidades educativas, permitiendo prácticas que van desde simulaciones cognitivas (Mesa Angulo *et al.*, 2020) hasta experiencias perceptivas y experimentales en diversos entornos (Lee *et al.*, 2022). Aparicio *et al.* (2022) destacan que las plataformas actuales del metaverso combinan interactividad, corporeidad mediante avatares y persistencia, acercando aún más las experiencias virtuales a la realidad.

Asimismo, existen iniciativas exitosas de aprendizaje combinado (Pimentel *et al.*, 2023) que integran actividades como juegos de rol, avatares automatizados, pruebas adaptadas al entorno virtual y la integración de Moodle en espacios digitales (Alt Space VR), además de sistemas de aprendizaje experiencial en 3D (Asano *et al.*, 2010) como 3D Organon VR Anatomy y Masterpiece VR, metodologías de aprendizaje basado en problemas en el metaverso (Barry *et al.*, 2009) y experiencias inmersivas con imágenes en 360° en Tour Creator (Sandoval-Poveda & Tabash-Pérez, 2021).

1.5. OBJETIVOS

En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo general explorar y evaluar el potencial del modelado de conocimiento mediante mapas conceptuales como estrategia pedagógica para promover experiencias de aprendizaje significativo y personalizado en contextos educativos inmersivos dentro del metaverso, considerando su capacidad para actuar como herramienta de mediación entre la realidad física y los entornos digitales.

Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el impacto del aprendizaje inmersivo a partir de experiencias documentadas sobre la aplicación de mapas conceptuales y modelos de conocimiento en el ámbito de la educación superior, con el fin de comprender su función como herramientas articuladoras entre el mundo real y el virtual.
- Diseñar y proponer situaciones de aprendizaje contextualizadas en entornos del metaverso que fomenten una aproximación experiencial y virtual al conocimiento, minimizando los posibles riesgos académicos, cognitivos y psicoemocionales derivados de una inmersión inadecuada.
- Elaborar recomendaciones orientadas a garantizar que las prácticas educativas en ecosistemas inmersivos promuevan aprendizajes sostenibles, críticos y significativos, alineados con los desafíos de la educación contemporánea y de la Agenda 2030.
- Examinar la viabilidad pedagógica de la metodología de modelado de conocimiento a través de mapas conceptuales mediante la evaluación del rendimiento académico del alumnado, con el propósito de valorar su aplicabilidad en el diseño y desarrollo de experiencias educativas dentro del metaverso.

2. DISEÑO Y MÉTODO

El presente estudio, de naturaleza cuali-cuantitativa, adopta predominantemente un enfoque metodológico cualitativo, concretado en un diseño de estudio de casos múltiples. Su propósito es analizar en profundidad diversas experiencias educativas en las que se ha implementado el modelado de conocimiento mediante mapas conceptuales en contextos inmersivos, a través de tecnologías de realidad aumentada y mundos espejo. Esta estrategia metodológica permite no solo comprender la singularidad de cada experiencia, sino también identificar patrones recurrentes, convergencias y desafíos comunes en la utilización de dichas herramientas en entornos virtuales educativos.

La selección de los casos se llevó a cabo mediante un muestreo intencional, siguiendo criterios de relevancia pedagógica, grado de innovación metodológica y aplicabilidad en contextos de educación superior. La recogida de datos combinó fuentes cualitativas (rúbricas de evaluación de mapas conceptuales y modelado de conocimiento) con registros cuantitativos (calificaciones finales del alumnado obtenidas mediante evaluación continua).

Para el tratamiento e interpretación de la información, se aplicó un análisis temático inductivo, que permitió la codificación de los datos, la identificación de categorías emergentes y el establecimiento de relaciones significativas entre los distintos casos analizados. Asimismo, se emplearon procedimientos de triangulación metodológica para incrementar la fiabilidad y la validez de los resultados obtenidos.

La elección de este enfoque metodológico se justifica por su idoneidad para explorar prácticas educativas emergentes en el ámbito de los ecosistemas inmersivos, así como para generar conocimiento transferible que contribuya al diseño y desarrollo de propuestas formativas innovadoras en el contexto del metaverso.

3.1. ESTUDIOS DE CASO: APLICACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES EN EL METAVERSO

A continuación, se muestran tres estudios de caso de las experiencias educativas inmersivas que se han desarrollado en la Universidad Pública de Navarra en el contexto de asignaturas de los grados de maestro/a de educación infantil (GMEI, en euskera) y primaria internacional (GMEP, en inglés) y del máster universitario de formación de profesorado de educación secundaria (MUPES) que podrían catalogarse como experiencias de aprendizaje inmersivo para su aplicación en el metaverso de la realidad aumentada y del mundo espejo. Estos modelos de conocimiento son especiales, ya que no sólo representan el conocimiento del alumnado, sino que contienen un diseño instruccional (unidad didáctica) que sirve como una semilla para su germinación o transposición didáctica.

Estos estudios de caso constituyen un ejemplo de la aplicación de la metodología de modelado de conocimiento (Cañas *et al.*, 2004), desarrollada a lo largo de varios años (2021-2024) en diferentes grupos-clase de los programas de formación docente de la UPNA. En este sentido, la investigación puede considerarse tanto transversal como longitudinal, dado que abarca múltiples cohortes y se extiende a lo largo del tiempo. Para este artículo se han seleccionado ejemplos de las asignaturas Didáctica del medio natural (tercer curso de GMEI en 2021); Didáctica de las ciencias naturales (segundo curso de GMEP en 2024); Aprendizaje y Enseñanza de biología y geología (MUPES en 2022).

Todos ellos se elaboran en la interfaz interactiva proporcionada por el software libre Cmap Tools (IHMC, Florida) y persiguen un aprendizaje significativo en el profesorado en formación mediante la construcción de mapas conceptuales interconectados que son modelos de conocimiento instrucionales que sirven a su vez, como material educativo de aplicabilidad en el alumnado de educación infantil, primaria y secundaria. Es decir, el profesorado en práctica elabora material didáctico propio, transparente y libre de errores conceptuales, basándose en el currículum vigente específico para cada etapa educativa. Posee, asimismo, una bidireccionalidad intencionada, ya que este material se va a trasponer en alumnado de etapas educativas inferiores. Por un lado, son construidos por el profesorado en formación; por otro lado, este material didáctico y significativamente elaborado, puede ponerse en práctica y ser traspuesto al alumnado de educación infantil, primaria o secundaria. Podría considerarse como una semilla que va a germinar en cuanto se riegue y de ella, nacerá una planta que después se transformará en un árbol del conocimiento (Pérez de Villarreal, 2022).

Cada uno de los casos aquí presentados, son desarrollados por grupos pequeños de 3, 4 o 5 personas en el contexto de asignaturas semestrales de 15 semanas y 30 sesiones de 2 horas cada una. Los grupos clase varían desde 11 alumnos/as en el caso de una asignatura del máster de secundaria (MUPES), hasta 28 alumnos/as en el caso de la asignatura del grado de maestro/a en educación infantil (GMEI) y 42 alumnos/as en la asignatura del grado de maestro en educación primaria (GMEP).

3. TRABAJO DE CAMPO Y ANÁLISIS DE DATOS

El proceso de enseñanza-aprendizaje correspondiente al modelado de conocimiento tiene una duración mínima de 24 horas presenciales prácticas, distribuidas en 12 sesiones de 2 horas

cada una tal como se muestra en la Tabla 2. Sin embargo, la explicación de los conceptos sobre el aprendizaje significativo y conceptos de contenido pedagógico necesarios para asimilar esta metodología se realiza en semanas previas, en las que también se desarrollan otras actividades prácticas que fomentan la dramatización en el aula, la discusión de artículos científicos y la reflexión personal. Para ello se recomienda emplear 36 horas presenciales, es decir, 18 sesiones.

Tabla 2: Desarrollo de las sesiones necesarias para el diseño de MMCC y el modelado de conocimiento en el aula.

| SEMANAS | SESIONES | TRABAJO REALIZADO POR CADA GRUPO |
|---------|----------|--|
| 1 | 1 | Lectura y discusión dialógica sobre las recomendaciones para diseñar mapas conceptuales (MMCC) y modelos de conocimiento. Diseño de MMCC básico y discusión en grupo grande. |
| | 2 | Diseño de un MMCC sobre un texto dado relacionado con el proyecto a desarrollar por cada grupo. Inicialmente se realiza en un folio de papel. |
| 2 | 3 | Descarga del software libre Cmap Tools (https://bit.ly/3L0tQkU) |
| | 4 | Aprendizaje y uso del programa en grupo y creación de una carpeta para cada grupo que alberge el modelo de conocimiento (proyecto) |
| 3 | 5 | Diseño del Árbol de Conocimiento o diagrama V de Gowin que explique el proyecto. |
| | 6 | Diseño instruccional (unidad didáctica). Contexto, horario. |
| 4 | 7 | Diseño instruccional (unidad didáctica). Objetivos (generales y específicos), saberes básicos. |
| | 8 | Diseño instruccional (unidad didáctica). Creación de una situación de aprendizaje que contenga actividades de iniciación. |
| 5 | 9 | Diseño instruccional (unidad didáctica). Desarrollo de las actividades de desarrollo y evaluación de la situación de aprendizaje. Creación de producto didáctico. |
| | 10 | Diseño instruccional (unidad didáctica). Desarrollo de la metodología y productos de evaluación. |
| 6 | 11 | Grabación de vídeos cortos que expliquen cada actividad. |
| | 12 | Defensa oral del proyecto (modelo de conocimiento instruccional) |

Fuente: Adaptación de Pérez de Villarreal (2024)

En el transcurso de seis semanas, los futuros docentes de educación infantil, primaria y secundaria elaboran un modelo de conocimiento instruccional a través de la creación de mapas conceptuales (MMCC). Las primeras dos semanas se dedican a la familiarización con la técnica de elaboración de MMCC, utilizando textos sencillos relacionados con la temática del proyecto. En la segunda semana, los estudiantes descargan el software CmapTools (IHMC, Florida) para practicar y almacenar sus trabajos en el servidor de la UPNA, garantizando la confidencialidad mediante el uso de contraseñas. Asimismo, se les presenta el proyecto final, que consiste en desarrollar un modelo de conocimiento instruccional basado en los saberes básicos del currículo para la etapa educativa correspondiente.

Durante la tercera semana, los/as estudiantes aplican herramientas didácticas como el Diagrama V de Gowin (González, 2008) y el Árbol del conocimiento (Pérez de Villarreal, 2022),

eligiendo una de estas para resumir su proyecto. Este resumen es flexible y puede completarse al final del curso. En la cuarta semana, los estudiantes concretan los objetivos generales y específicos del proyecto y las actividades iniciales para evaluar el conocimiento previo de los estudiantes. En la quinta semana, diseñan actividades de desarrollo, profundización y evaluación, y crean un producto didáctico (como un cuento o un insectario), mientras confeccionan sus MMCC sobre la metodología y las herramientas de evaluación (como cuadernos de bitácora o rúbricas).

En la sexta semana, los/as estudiantes presentan y defienden su modelo de conocimiento instruccional mediante la grabación de vídeos en los que explican las actividades y el proceso de diseño. La defensa se realiza a través de la interfaz de CmapTools, donde los estudiantes interactúan con el mapa conceptual básico que contiene los recursos asociados (Word, PDF, PPT, audios, vídeos, etc.), proporcionando una experiencia inmersiva.

Este proceso permite a los y las estudiantes integrar la teoría y la práctica en la creación de su propio conocimiento y en la adaptación del conocimiento experto al saber enseñado, siguiendo los principios de la trasposición didáctica (Chevallard, 1991; Alfaro y Chavarría, 2012), lo cual es fundamental en la formación docente. La metodología aplicada favorece la creación de un espacio de aprendizaje en el que los futuros educadores se preparan para aplicar estrategias pedagógicas innovadoras y adaptadas a los contextos educativos contemporáneos.

4. RESULTADOS

Los tres estudios de caso presentados en este artículo, centrados en la educación inmersiva mediante la metodología de modelado de conocimiento, se desarrollaron en distintos programas de formación docente en la UPNA: el grado de maestro en educación infantil (GMEI) en 2021, el grado en educación primaria (GMEP) en 2024, y el máster en formación de profesorado de secundaria (MUPES) en 2021. Los resultados expuestos incluyen los productos finales (proyectos o módulos instructoriales) elaborados por los estudiantes, que son adecuados para ser traspuestos al alumnado de educación infantil, primaria y secundaria. Además, se presentan los resultados académicos obtenidos mediante esta metodología.

Cada uno de los mapas conceptuales raíz desarrollados en los casos estudiados está acompañado de recursos como vídeos, audios, documentos (Word, PDF) y otros mapas conceptuales, que permiten a los usuarios acceder a diferentes enlaces con el objetivo de facilitar un aprendizaje significativo. Esta metodología de modelado de conocimiento funciona como un acceso o puente hacia el metaverso, proyectando el futuro de la educación en función de las diversas situaciones de aprendizaje posibles. El mapa raíz no solo representa el conocimiento en un momento específico, sino que es dinámico, permitiendo su evolución a medida que los usuarios amplían y transforman su comprensión, lo cual facilita la configuración de la educación futura en entornos inmersivos.

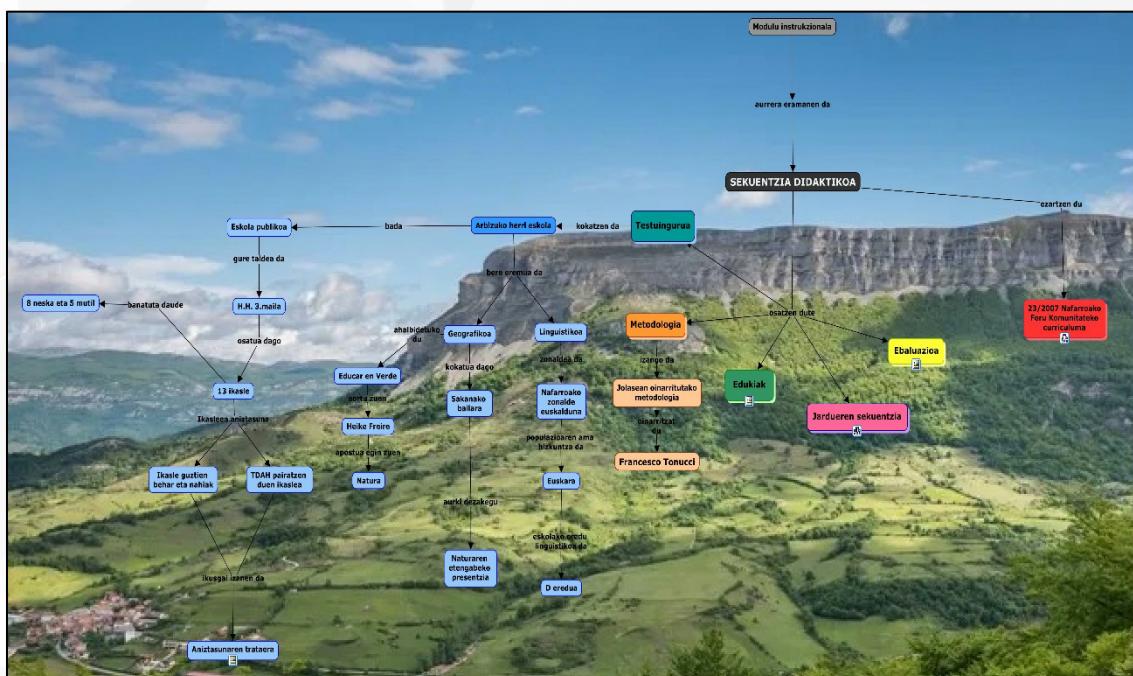
Cada módulo instruccional incluye información sobre el contexto, la justificación, los contenidos a tratar, la metodología empleada, la secuenciación de actividades diseñadas para la transposición del conocimiento experto, y la evaluación correspondiente. Para acceder a los proyectos y recursos asociados, se requiere un nombre de usuario y contraseña: prismasocial. Cabe

destacar que todos los grupos participantes firmaron un compromiso para utilizar el material didáctico con fines docentes e investigativos.

4.1. GRADO DE MAESTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL.

En la figura 1, se muestra el módulo instruccional desarrollado por un grupo de la asignatura “Natura Ingurunearen Didaktika/Didáctica del medio natural” correspondiente al tercer curso del GMEI, en euskera. El proyecto conjunto de clase hacía referencia al cuidado del planeta y a la sostenibilidad como eje vertebrador del conocimiento desde las edades tempranas.

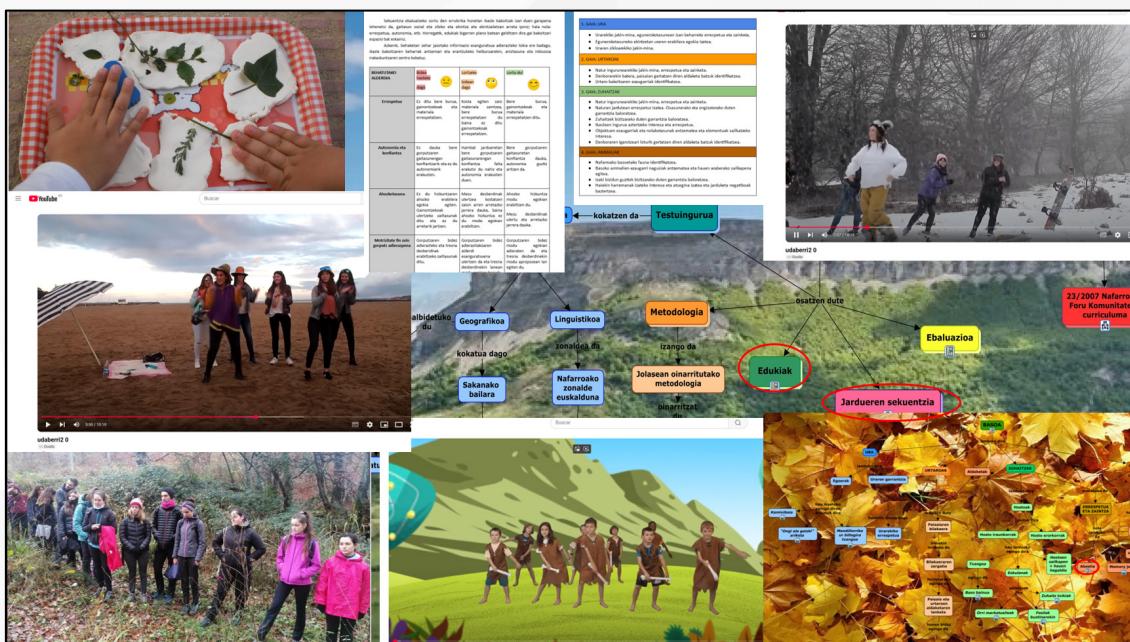
Figura 1: Módulo instruccional “Gure planeta zaindu/ Cuidemos nuestro planeta” elaborado por el grupo 6 de la asignatura Natura Ingurunearen Didaktika del GMEI en la UPNA. Accesible en: <https://short-link.me/TL7v>



Si se presiona sobre cualquiera de los iconos que aparecen debajo de los conceptos, estos se despliegan sobre la interfaz. Para este artículo se han rodeado con un círculo rojo aquellos recursos que se muestran sobre el mapa raíz. Por ejemplo, si se pulsa sobre el ícono debajo de Edukiak/Contenidos, aparece el documento con los contenidos que se van a trabajar: en este caso, el agua, las estaciones, los árboles y los animales de la zona contextualizada, que es un pueblo del noroeste de Navarra y su entorno natural. Cada uno de los recursos nos acerca a una realidad diferente y pone en marcha distintos sentidos que combinados hacen que el aprendizaje sea más ameno y efectivo.

Nuevamente, si se presiona el icono debajo de Jardueren sekuentzia/Secuencia de actividades, que se corresponde con un mapa conceptual subordinado, se despliega el conjunto de actividades desarrolladas por el alumnado del GMEI, que, a su vez, contienen otros recursos como: canciones elaboradas por el alumnado y que representan las diversas estaciones del año, productos didácticos elaborados por el alumnado (fósiles creados con barro), foto de una actividad de baño de bosque llevada a cabo en ese entorno natural (Sierra de Aralar, Navarra), rúbrica de evaluación...tal como se aprecia en la figura 2.

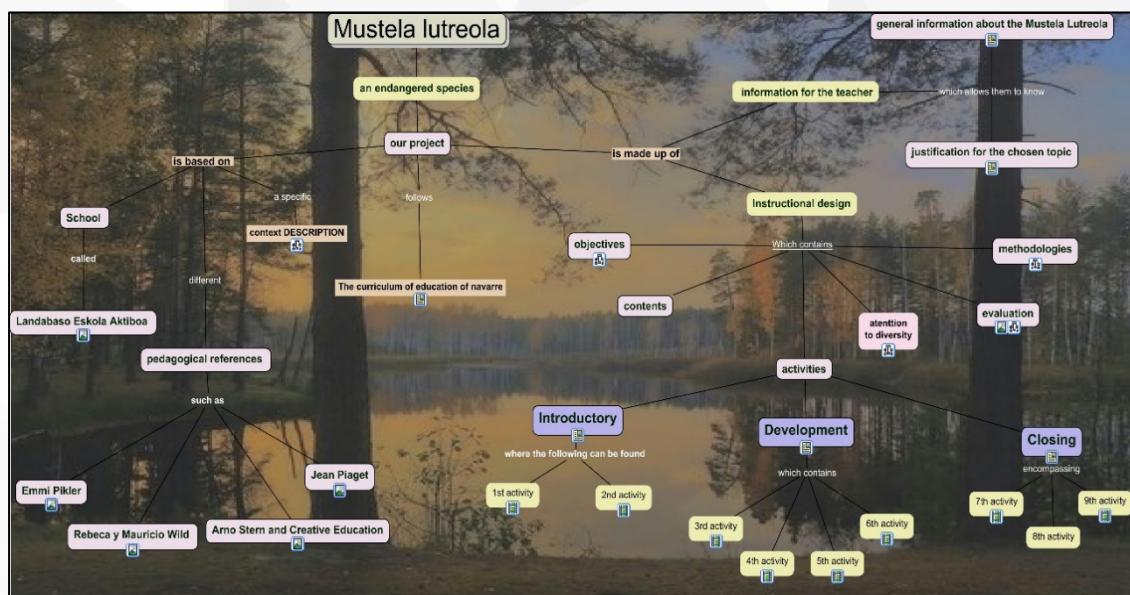
Figura 2: Modelo de conocimiento que muestra desplegados algunos de los recursos asociados en el mapa raíz.



4.2. GRADO DE MAESTRO EN EDUCACIÓN PRIMARIA.

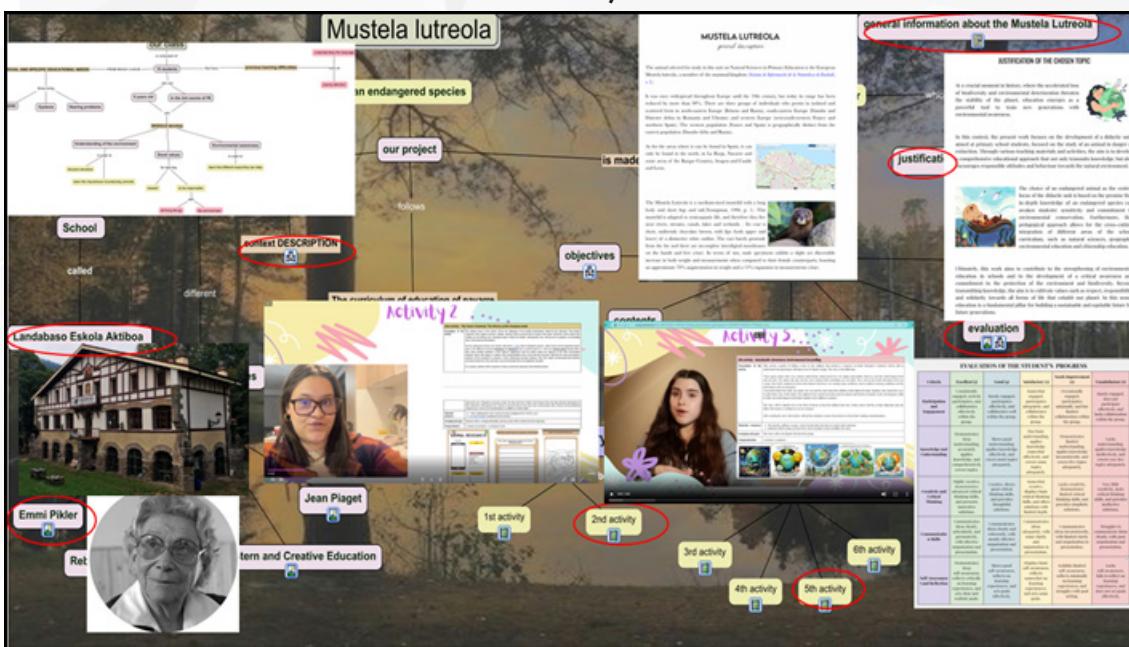
En la figura 3, se presenta el proyecto didáctico elaborado por un grupo de la asignatura "Teaching the Natural Sciences/Didáctica de las ciencias naturales" correspondiente al segundo curso del programa internacional del GMEP, en inglés. En este caso, el proyecto conjunto de clase consistió en la concienciación ecológica a través de las especies animales o vegetales que se encuentran en peligro de extinción en la comunidad foral de Navarra y cada grupo eligió la especie concreta sobre la que elaborar su módulo instruccional, que es en definitiva un modelo de conocimiento que alberga un diseño instruccional o unidad didáctica.

Figura 3: Módulo instruccional “Mustela lutreola/Visón europeo” realizado por el grupo 5 de la asignatura Teaching the Natural Sciences del programa internacional del GMEP en la UPNA. Accesible en: <https://shorturl.at/quYlw>



En este caso, el alumnado del GMEP se ha basado en una escuela activa Landabaso cuyos referentes pedagógicos son entre otros: Emi Pikler, Rebeca y Mauricio Wild, Arno Stern y la educación creativa y Jean Piaget. Tal como se observa en la figura 4, si se pulsa en los iconos debajo de los conceptos, se despliegan diversos recursos como vídeos, fotos, documentos de texto (PDF) que conforman la experiencia educativa inmersiva a la que conducen los modelos de conocimiento, tal como se muestra en la figura 4. Como ejemplo se han desplegado recursos como una foto de la escuela, una foto de Emi Pikler, los videos correspondientes a las actividades 2 y 5, la justificación de la elección del tema, la rúbrica de evaluación e información general sobre el visón europeo.

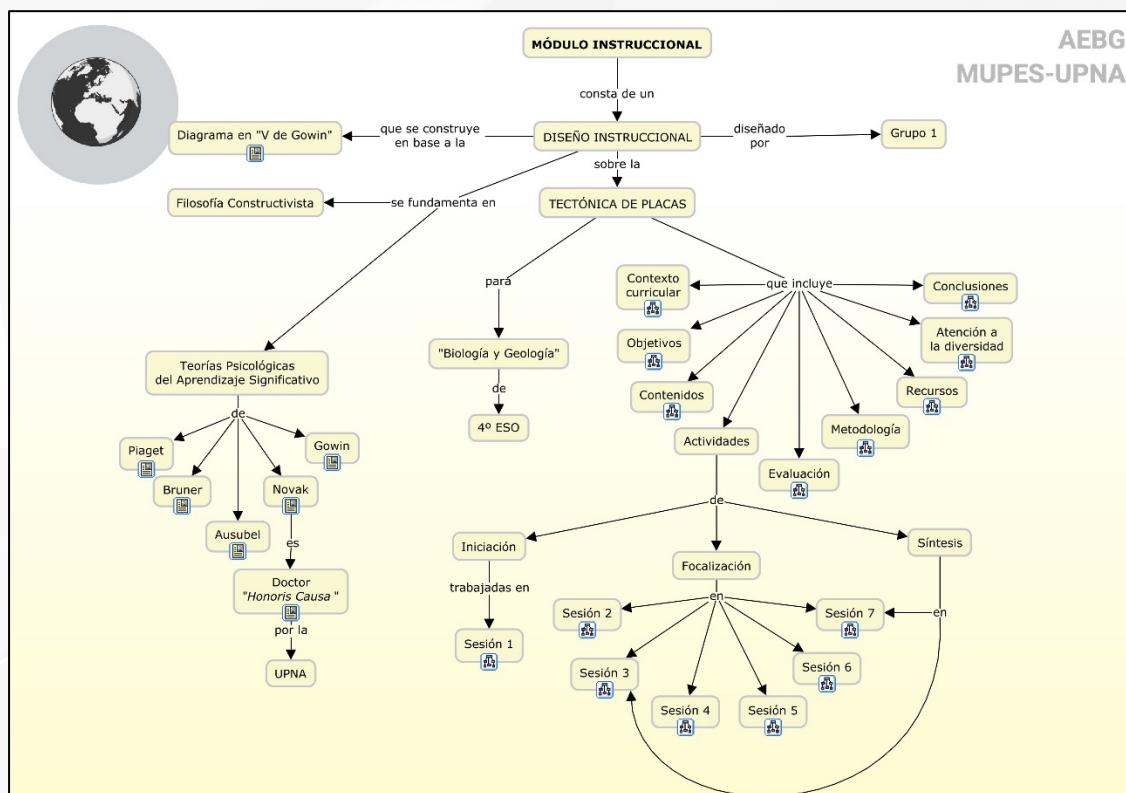
Figura 4: Modelo de conocimiento sobre el visón europeo, que exhibe algunos de los recursos desplegados (fotos, videos, documentos de texto, audios).



4.3. MÁSTER UNIVERSITARIO DE FORMACIÓN DE PROFESORADO DE SECUNDARIA (MUPES)

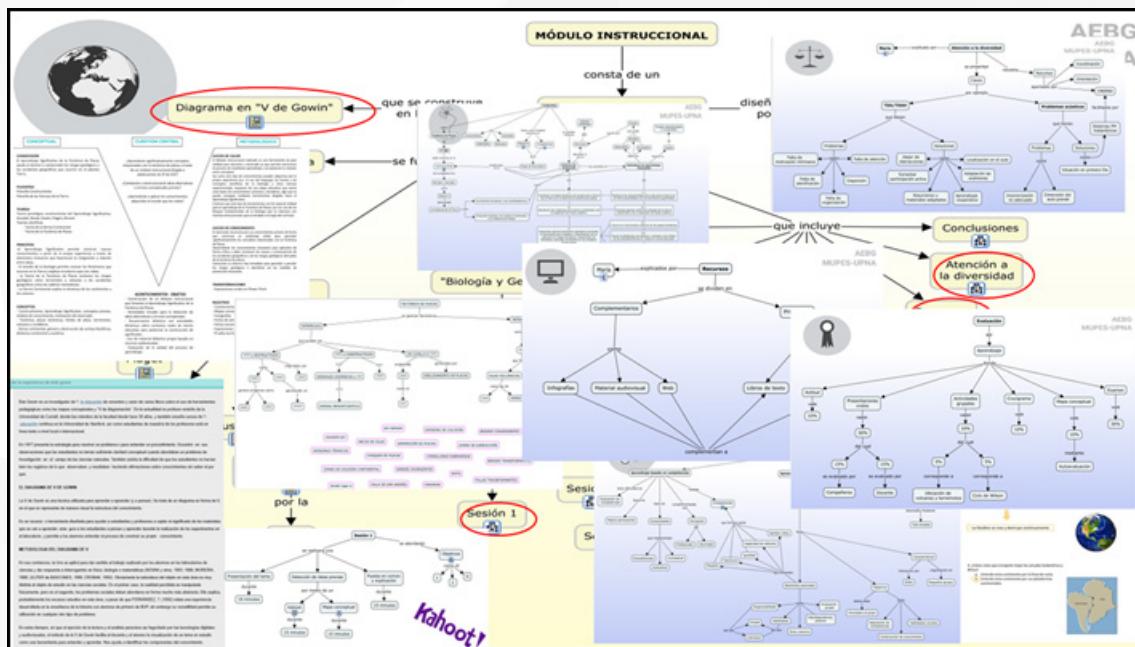
En la figura 5, se expone el proyecto didáctico realizado por un grupo de la asignatura “Aprendizaje y enseñanza de biología y geología” correspondiente al itinerario de biología y geología del Máster de profesorado de secundaria de la UPNA. En este modelo de conocimiento el alumnado trabajó sobre la tectónica de placas, que se trata de un tema que se enseña en 4º de la ESO en la asignatura de biología y geología.

Figura 5: Módulo instruccional “Tectónica de placas” realizado por el grupo 1 de la asignatura Aprendizaje y enseñanza de biología y geología del MUPES.
Accesible en: <https://shorturl.at/IM6wJ>



El alumnado del MUPES trató el tema de la tectónica de placas para su proyecto didáctico e hizo una contextualización en base al currículum vigente en 2020-21 (LOMCE). En la figura 6, se aprecian diversos recursos desplegados (rodeados por un círculo rojo): un diagrama V de Gowin en el que se explica la parte teórica y metodológica del proyecto; la primera actividad consistente en un Kahoot sobre los conocimientos previos de la tectónica de placas y los fenómenos asociados; referentes educativos como David Bob Gowin y la teoría del aprendizaje significativo; la atención a la diversidad, suponiendo una clase con alumnado con TDAH (Trastorno por déficit de atención e hiperactividad) y con problemas acústicos; un examen elaborado sobre el tema dirigido al alumnado de cuarto de la ESO; los recursos que pueden utilizarse para desarrollar este módulo así como la metodología, los contenidos desarrollados (Dinámica de la Tierra) y finalmente la evaluación del módulo (con un porcentaje asignado a la actitud, defensas orales, actividades grupales sobre la ubicación de terremotos y volcanes y el ciclo de Wilson), un crucigrama, un mapa conceptual a llenar y un examen.

Figura 6: Modelo de conocimiento relativo a la tectónica de placas con diversos recursos asociados que han sido desplegados (mapas conceptuales, documentos de texto, audios, kahoot).



5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En definitiva, los tres casos expuestos proponen la utilidad de un aprendizaje inmersivo a base de modelos de conocimiento realizados a través de mapas conceptuales subordinados e interactivos. En ellos se pueden añadir otros recursos auditivos y visuales que hacen más atractivo el proceso de enseñanza y que, además, permiten un aprendizaje significativo. También esta metodología del modelado de conocimiento trasciende las distintas etapas educativas y puede emplearse desde la educación infantil hasta la educación secundaria y la educación superior (Pérez de Villarreal, 2022).

5.1. EVALUACIÓN DEL MODELADO DE CONOCIMIENTO

La evaluación del alumnado en los tres casos es personalizada, continua y formativa, y se asigna un valor a cada actividad práctica desarrollada a lo largo del semestre, al examen y al proyecto final de la asignatura, consiguiendo así la calificación final. La evaluación de los mapas conceptuales (para el aprendizaje de su diseño) y del modelado de conocimiento se realiza con una rúbrica confeccionada por la docente tanto para la defensa oral del proyecto como para la elaboración del propio módulo. El enlace a esta rúbrica es el siguiente: <https://shorturl.at/orqge>

En el caso del GMEI (siendo la muestra 27 alumnos/as y 6 grupos de prácticas), los resultados académicos finales fueron superiores a la media de la tasa de eficiencia, éxito y evaluación en la formación de docentes de enseñanza de infantil en Navarra que se sitúa en torno a 95,58% en 2020-2021 (<https://shre.ink/bH1E>) (UNIVbase, s.d.). En concreto, el 96,4% del alumnado matriculado aprobó la asignatura y un 3,7% de alumnos/as no se presentaron ni al examen ni se sometieron a la evaluación continua. De los presentados, un 25,9% de alumnos/as obtuvo notable, un 55,6% un notable alto y un 14,8% sobresaliente, notas situadas en los primeros y

segundos cuartiles, tal como se aprecia en la tabla 3 del siguiente enlace: <https://shorturl.at/TJCJs>.

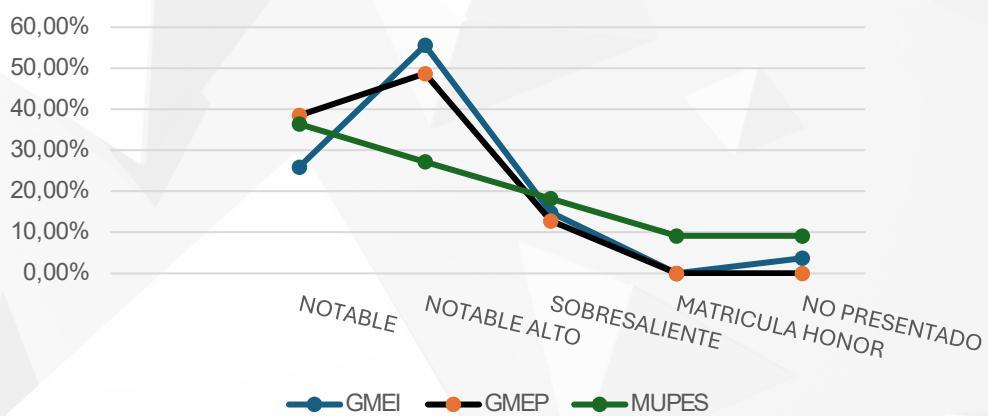
En la asignatura del GMEP (con una muestra de 39 alumnos/as y 10 grupos de prácticas), los resultados académicos finales del alumnado fueron también muy positivos, con 100% de alumnado presentado y aprobado, tal como lo demuestra el hecho de que el 12,8% obtuvo sobresaliente, 48,7% un notable alto y 38,5% un notable. Según los datos de UNIVbase (s.d.), la tasa de éxito orientativa (sólo hay datos del año más cercano a 2024: 2022-2023) es de 97,05% (<https://shre.ink/bH1E>), por lo que se deduce que la tasa de éxito ha sido superior también en este caso, tal como se deduce de la tabla 4 accesible en el enlace: <https://shorturl.at/TJCJs>.

En la asignatura del MUPES (con una muestra de 11 alumnos/as y 4 grupos de prácticas), se presentó al examen el 90,9% del alumnado y no se presentó el 9,1%. La evaluación formativa también arrojó unos resultados óptimos: 9,1% obtuvo una matrícula de honor, 18,2% consiguió la calificación de sobresaliente, 27,2 consiguió un notable alto y 36,4% logró un notable, superando todos ellos la materia en el primer y segundo cuartil, datos que se pueden extraer de la tabla 5, a la que se accede mediante el enlace: <https://shorturl.at/TJCJs>. De acuerdo con los datos proporcionados por UNIVbase (<https://shre.ink/bHUC>), la tasa de éxito de 100% respecto a los presentados es superior a 99,51% que es la tasa de éxito en 2021-2022 para "Otra formación de personal docente y ciencias de la educación".

En el gráfico siguiente se pueden observar las calificaciones obtenidas por el conjunto del alumnado de los tres estudios de caso (GMEI, GMEP, y MUPES) en los años 2021 y 2024.

Figura 7: Distribución de las calificaciones obtenidas por el conjunto del alumnado de los dos grados y el máster analizados que han seguido la metodología del modelado de conocimiento.

DISTRIBUCIÓN DE CALIFICACIONES OBTENIDAS CON EL MODELO DE CONOCIMIENTO



Los resultados obtenidos en los tres estudios de caso analizados muestran que las calificaciones de los y las estudiantes se sitúan en los primeros cuartiles de la evaluación, lo cual permite concluir que la aplicación de la metodología basada en el modelado de conocimiento mediante mapas conceptuales ha producido resultados superiores a la media. Aunque el perfil de rendimiento es bastante similar entre los dos grados analizados, se observa una variación significativa en el Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria (MUPES), don-

de la calificación de notable alto es inferior en comparación con los grados. No obstante, los patrones de calificaciones son consistentes y reproducibles, lo que sugiere la validez de esta metodología. Se propone, sin embargo, la necesidad de extender el análisis a cohortes de otros años para consolidar y extrapolar los hallazgos con mayor evidencia empírica.

Este estudio contribuye al estado del arte al presentar evidencia empírica concreta sobre la eficacia del uso de mapas conceptuales interactivos en entornos educativos inmersivos, anticipando su potencial como acceso preliminar a la enseñanza en el metaverso. De manera alineada con trabajos recientes (Pimentel *et al.*, 2023; Zabala *et al.*, 2025), los hallazgos apoyan la idea de que entornos inmersivos y diversificados en recursos fomentan la motivación del alumnado y mejoran la asistencia tanto en aulas virtuales como presenciales. En los casos analizados, los mapas conceptuales no se utilizaron de forma estática, sino como elementos interactivos que permitieron a los y las estudiantes explorar procesos didácticos de las ciencias naturales de manera visual, dinámica y transversal, facilitando así la comprensión de conceptos abstractos y promoviendo un aprendizaje interdisciplinario, conectando áreas como las ciencias, la historia y la educación ambiental.

A pesar de estos resultados positivos, también se evidencia la necesidad de abordar los riesgos señalados en la literatura, como advierten Andreu *et al.* (2021), en relación con la falta de regulación educativa en el metaverso. Además, las revisiones sistemáticas realizadas por López-Belmonte *et al.* (2023) y el análisis cualitativo de González, Quintanilla y Pérez (2023) coinciden en que la investigación sobre el uso del metaverso en educación se encuentra aún en una etapa preliminar. Estos autores subrayan la importancia de adaptar las experiencias inmersivas a las distintas edades y etapas de desarrollo cognitivo y emocional, así como la necesidad de diseñar instrumentos válidos y fiables para evaluar dichas experiencias educativas. Asimismo, destacan la importancia de facilitar la transición entre los entornos educativos físicos y virtuales, permitiendo a estudiantes y docentes elegir y alternar entre ambos escenarios de manera flexible y significativa.

En este contexto, la aportación de este trabajo radica en evidenciar que el modelado de conocimiento mediante mapas conceptuales, fundamentado en los principios del aprendizaje significativo, se perfila como una estrategia didáctica eficaz para entornos educativos del metaverso. Tal como corroboran los estudios previos, la integración de mapas conceptuales interactivos en entornos inmersivos mejora no solo la comprensión y la metacognición, sino también la motivación, el aprendizaje activo y colaborativo, y el rendimiento académico. Estos resultados reforzan la propuesta de considerar esta metodología como una vía prometedora para construir experiencias de aprendizaje más sostenibles, críticas y adaptativas en el ecosistema educativo digital emergente.

5.2. CONCLUSIONES

Los modelos de conocimiento desarrollados a través de mapas conceptuales subordinados e interconectados, como los presentados en este trabajo, se consolidan como estrategias pedagógicas eficaces para mediar entre la realidad tangible y los entornos digitales del metaverso. Estos modelos no solo estructuran la información de forma jerárquica y accesible, sino que también potencian su interacción, visualización y personalización, elementos esenciales para promover

experiencias de aprendizaje significativo y personalizado en contextos educativos inmersivos, en línea con el objetivo general planteado.

A partir del análisis de experiencias documentadas y de la implementación práctica de estos modelos, se constata que el uso de mapas conceptuales interactivos en entornos de metaverso favorece la construcción de puentes entre el mundo físico y el virtual, cumpliendo así el primer objetivo específico. Asimismo, las situaciones de aprendizaje diseñadas en torno a temáticas como la sostenibilidad, la protección de especies en peligro de extinción o la tectónica de placas, permiten una aproximación experiencial al conocimiento, minimizando riesgos académicos, cognitivos y psicoemocionales, tal como se propuso en el segundo objetivo específico.

Los resultados obtenidos indican que la integración de mapas conceptuales como herramientas didácticas inmersivas no solo mejora el rendimiento académico del alumnado, sino que también fomenta un aprendizaje activo, crítico y colaborativo. Esta evidencia respalda la viabilidad pedagógica del modelado de conocimiento a través de mapas conceptuales en el diseño de experiencias educativas inmersivas, cumpliendo así el tercer y cuarto objetivo específico.

Finalmente, la conexión de esta metodología con los principios del aprendizaje significativo y su contribución a la formación de comunidades educativas más resilientes y adaptativas refuerza su pertinencia en el contexto de los desafíos educativos contemporáneos y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. El modelado de conocimiento en el metaverso se proyecta, por tanto, como una vía sostenible y transformadora para la educación del siglo XXI.

6. REFERENCIAS

- Alfaro Carvajal, C. & Chavarría Vásquez, J. (2012). La transposición didáctica: un ejemplo en el sistema educativo costarricense. *Uniciencia*, 26, 153-168.
- Alvarado, Y., Jofré, N., Rosas, M., & Guerrero, R. A. (2019). Aplicaciones de realidad virtual y realidad aumentada como soporte a la enseñanza del dibujo técnico. *Enseñanza y Aprendizaje de Ingeniería de Computadores*, 9, 65-74.
- Amigot, M. (2022, January 4). La Universidad de Stanford lanza su primera clase completa en realidad virtual metaversa. IBL News .es. Retrieved February 17, 2025, from <https://iblnews.es/la-universidad-de-stanford-lanza-su-primera-clase-completa-en-realidad-virtual-metaversa/>
- Andreu Mocholi, A., Bermejo Antón, R., Maccio Alonso, I. & Mendoza González-Gallarza, B. (2021). El metaverso: ¿oportunidad o amenaza para la educación de las generaciones futuras?. Trabajo de investigación. Universidad de Navarra.
- Aparicio Gómez, O. Y., Ostos Ortiz, O. L., & Mesa Angulo, J. G. (2022). La convergencia de aprendizajes en el metaverso. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIRP*, 15(2), 385-398. <https://doi.org/10.15332/25005421.7879>
- Arab, E., & Díaz, A. (2015). Impacto de las redes sociales e internet en la adolescencia: aspectos positivos y negativos. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 7-13. Recuperado Febrero 17, 2025, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864015000048>
- Asano, T., Asano, T., Kamei, Y. y Kobayashi, T. (2010). Teaching Materials about Graph Theory Application for Virtual Experiential. *Global Learn*, 2010(1), 3575-3580. <http://www.learntechlib.org/p/34220/>
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Grune & Stratton.
- Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Kluwer Academic Publishers.
- Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1989). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Ball, M. (2022). El metaverso. Y cómo lo revolucionará todo. Ediciones Deusto. https://www.marcialpons.es/media/pdf/51304_El_Metaverso.pdf
- Barry, D. M., Kanematsu, H., Fukumura, Y., Ogawa, N., Okuda, A., Taguchi, R., & Nagai, H. (2009). W-14 Problem Based Learning Experiences in Metaverse and the Differences between Students in the US and Japan (International Session-II). 72-75. https://doi.org/10.20549/JSEEN.2009.0_72
- Birt, J., Moore, E. & Cowling, M. (2017). Improving paramedic distance education through mobile mixed reality simulation. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(6), 69-83. 3. <https://doi.org/10.14742/ajet.3596>

Bosada, M. (2022, October 4). El metaverso en la educación: oportunidades y retos - educaweb.com. Educaweb.com. <https://www.educaweb.com/noticia/2022/10/04/metaverso-educacion-retos-oportunidades-21018/>

Brown, M., McCormack, M., Reeves, J., Christopher Brooks, D., Grajek, S., Alexander, B., Bali, M., Bulger, S., Dark, S., Engelbert, N., Gannon, K., Gauthier, A., Gibson, D., Gibson, R., Lundin, B., Veletsianos, G. & Weber, N. (2020). 2020 EDUCAUSE Horizon Report. Teaching and Learning Edition. EDUCAUSE

Cabero Almenara, J., Calencia-Ortiz, R., & Llorente-Cejudo, C. (2022). Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 7-22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>

Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Gómez, G., Eskridge, T. C., Arroyo, M. & Carvajal, R. (2004). Cmaptools: a Knowledge modeling and sharing environment. En A. J. Cañas, J. D. Novak y F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (pp. 125-134). Universidad Pública de Navarra.

Chevallard, Y. (1991). La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Aique.

Chicaiza, W.D., Gómez, J.; Sánchez, A. J. & Escaño, J. M. (2024). El gemelo digital y su aplicación en la automática. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*. 21, 91-115. <https://doi.org/10.4995/riai.2024.20175>

Contreras, F. (2016). El aprendizaje significativo y su relación con otras estrategias. *Horizonte de la Ciencia*, 6(10), 1130-140.

Cruz, F., García, I., Martínez, J.A., Ruiz, A., Ruiz, P., Sánchez, A. & Turró, C. (2024). La inteligencia artificial generativa en la docencia universitaria. Oportunidades, desafíos y recomendaciones. CRUE Universidades Españolas.

Fromm, J., Radianti, J., Wehking, C., Stieglitz, S., Majchrzak, T. A. & Brocke, J. vom. (2021). More than experience? On the unique opportunities of virtual reality to afford a holistic experiential learning cycle. *The Internet and Higher Education*, 50, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2021.100804>

Gonzales Tito, Y. M., Quintanilla López, L. N. & Pérez Gamboa, A. J. (2023). Metaverso y educación: un espacio complejo para la próxima revolución educacional. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2, 56. <http://dx.doi.org/10.56294/mr202356>

González, F. (2008). El mapa conceptual y el diagrama UVE. Recursos para la Enseñanza Superior en el siglo XXI. Narcea.

Guo, H. (2016). Application of virtual reality technology in swimming teaching. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 11(11), 9-14. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i11.6246>

Kukulska-Hulme, A., Bossu, C., Coughlan, T., Ferguson, R., FitzGerald, E., Gaved, M., Herodotou, C., Rienties, B., Sargent, J., Scanlon, E., Tang, J., Wang, Q., Whitelock, D. & Zhang, S. (2021). Innovating Pedagogy 2021. Exploring new forms of Teaching, Learning and Assessment, to Guide Educators and Policy Makers. The Open University.

- Kolb, D. A. (2015). *Experiential Learning*. Pearson Education.
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y. & Jo, S. (2021) Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *J Educ Eval Health Prof.*, 11(42), 18, 32. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.326>.
- Lee, H., Woo, D. & Yu, S. (2022). Virtual Reality Metaverse System Supplementing Remote Education Methods: Based on Aircraft Maintenance Simulation. *Applied Sciences*, 12(5), 2667. <https://doi.org/10.3390/APP12052667>
- Li, C., Ip, H. H. S. & Ma, P. K. (2019). A design framework of virtual reality enabled experiential learning for children with autism spectrum disorder. En S. K. S. Cheung, L. K. Lee, I. Simonova, T. Kozel T., & L.-F. Kwok (Eds.), *Blended Learning: Educational Innovation for Personalized Learning*. ICBL. Lecture Notes in Computer Science (Vol. 11546). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21562-0_8
- López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., Moreno-Guerrero, A.J. & Lampropoulos, G. (2023). Metaverse in Education: a systematic review. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 23(73). <http://dx.doi.org/10.6018/red.511421>
- Márquez, I. V. (2011). Metaversos y educación: Second Life como plataforma educativa. *Revista Icono 14*. Recuperado el 17 de febrero de 2025, de <https://icono14.net/ojs/index.php/icono14/article/view/30/39>
- Mesa Angulo, O., Ostos Ortiz, O. L. & Rentería, R. R. (2020). *Modelo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Estratégica: Evaluación de nuevos programas académicos de la Universidad Santo Tomás*. Universidad Santo Tomás
- Morris, T. H. (2018). Experiential learning-A systematic review and revision of Kolb's model. *Interactive Learning Environments*, 28(8), 1.064-1.077. 7. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1570279>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Nicolaidou, I., Pissas, P. & Boglou, D. (2021). Comparing immersive virtual reality to mobile applications in foreign language learning in higher education: a quasi-experiment. *Interactive Learning Environments*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1870504>
- Novak, J. D. (1990). Concept Mapping: A Useful Tool for Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 937-949.
- Novak, J. D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*. Alianza Editorial.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.
- Palacios Pérez, H. B., Parra Abarca, J. & Baldivia Noyola, P. (2022). Psicología digital: reflexiones sobre estudio el comportamiento humano en la era de las tecnologías de la información. *Ciencia Latina*. <https://www.ciencialatina.org/index.php/ciencialatina/article/view/4068/6187>
- Pease, M. A., Figallo, F. & Ysla, L.C. (2015). *Cognición, neurociencia y aprendizaje. El adolescente en la educación superior*. Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Pérez de Villarreal, M. (2022). Nuevas estrategias para la enseñanza de ciencias naturales en educación superior. Aprendizaje significativo sostenible. Octaedro.

Pérez de Villarreal, M. (2024). Reservas de la biosfera y modelos de conocimiento: ejemplo de aprendizaje significativo sostenible [Biosphere reserves and knowledge models: an example of sustainable meaningful learning]. European Public & Social Innovation Review, 10, 01-18. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-753>

Pimentel, M. J., Zambrano, B.M., Mazzini, K.A. & Villamar, 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)

Queiroz, A. C. M., Fauville, G., da Silva Leme, M. I. & Bailenson, J. (2022). Do Students Learn Better with Immersive Virtual Reality Videos than Conventional Videos? A Comparison of Media Effects with Middle School Girls. Virtual Human Interaction Lab. [https://stanfordvr.com/pubs/2022/do-students-learn-better-with-immersive-virtual-reality-videos-than-conventional-videos-a-comparison-of-media-effects-withmiddle-school-girls/](https://stanfordvr.com/pubs/2022/do-students-learn-better-with-immersive-virtual-reality-videos-than-conventional-videos-a-comparison-of-media-effects-with-middle-school-girls/)

Radianti, J., Majchrzak, T., Fromm, J. & Wohlgemant, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: design elements, lessons learned, and research agenda. Computers & Education, 147, 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.comedu.2019.103778>

Ribeiro, R. (2021). Metaverse and the educational potential: Is it so far away? Cambridge University Press. <https://bit.ly/34PDBRO>

Rodríguez Palmero, L. M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. Revista electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa, 3(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3634413>

Rojas, M. (2021). La neurociencia de las emociones. Marian Rojas-Estepé, psiquiatra y escritora. YouTube. <https://youtu.be/TjqrualxgkI>

Ruiz Campo, S., Matías Batalla, D. D., Boronat Clavijo, B. & Acevedo Duque, Á. (2023). Los metaversos como herramienta docente en la formación de profesores de educación superior. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 22(1). <http://hdl.handle.net/10662/16897>

Sánchez Mendiola, M. (2022). El metaverso: ¿la puerta a una nueva era de educación digital?. Investigación en educación médica, 11(42), 5-8. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2022.42.22436>

Sandoval-Poveda, A. M. & Tabash-Pérez, F. (2021). Realidad Virtual como apoyo innovador en la educación a distancia. Innovaciones Educativas, 23(Especial), 120-132. <https://doi.org/10.22458/ie.v23iEspecial.3622>

Santander. (2025, Febrero 17). ¿Qué es el metaverso y qué oportunidades ofrece? Santander. <https://www.santander.com/es/stories/metaverso-todo-lo-que-necesitas-saber-para-aprovechar-el-nuevo-mundo>

- Stromberga, Z., Phelps, C., Smith, J. & Moro, C. (2021). Teaching with Disruptive Technology: The Use of Augmented, Virtual, and Mixed Reality (HoloLens) for Disease Education. *Adv Exp Med Biol.*, 1317, 147-162. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33945136/>
- Suh, W. & Ahn, S. (2022). Utilizing the Metaverse for Learner-Centered Constructivist Education in the Post-Pandemic Era: An Analysis of Elementary School Students. *Journal of Intelligence* 10(1), 17. <https://doi.org/10.3390/JINTELLIGENCE10010017>
- Smithson, A. (2022). The Metaverse Manifesto. <https://bit.ly/3tdHfyu>
- Sultan, L., Abuznadah, W., Al-Jifree, H., Khan, M. A., Alsaywid, B. y Ashour, F. (2019). An experimental study on usefulness of virtual reality 360° in undergraduate medical education. *Advances in Medical Education and Practice*, 10, 907-916. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S219344>
- UNIVbase (s.d.). Indicadores de rendimiento académico y de transición a Máster de estudiantes de Grado. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Accesible en: https://estadisticas.universidades.gob.es/jaxiPx/Tabla.htm?path=/Universitaria/Indicadores/2024/1_Grado//l0/&file=Eficiencia_Exito_Eval_Grado_CA.px&type=pcaxis&l=0
- Vergara, D., Antón-Sancho, A., Extremera, J., & Fernández-Arias. (2021). Assessment of virtual reality as a didactic resource in higher education. *Sustainability*, 13, 1-22. <https://doi.org/10.3390/su132212730>
- Zabala Alvarez, J. F., Monsalve Rangel, V., & Claros Valencia, B. A. (2025). Metaverso como herramienta del Proceso de Aprendizaje, aplicado al contexto universitario. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 9(1), 807-835. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15797