

Editora

Valéria dos Santos Gouveia Martins

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Recibido

8 sept. 2023

Aprobado

26 ago. 2024

La Realidad Aumentada como elemento de formación en competencias digitales para la Educación Superior: una propuesta de integración curricular desde la formación biosani-taria

Augmented Reality as an element of training in digital competencies for Higher Education: a proposal for curricular integration from biosanitary training

Miguel Ángel Marzal¹ , María Cruz Gómez² 

¹ Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Biblioteconomía y Documentación. Getafe, España. Correspondencia a/Correspondence to: M. Á. MARZAL. E-mail: <mmarzal@bib.uc3m.es>.

² Universidad Complutense de Madrid, Biblioteca de Psicología. Pozuelo, España.

Artículo elaborado a partir del Trabajo Fin de Máster de M. C. GÓMEZ, titulado "Uso de la realidad aumentada como apoyo a la docencia en bibliotecas universitarias en el ámbito de la biomedicina". Universidad Carlos III de Madrid. Getafe, 2022.

Como citar este artículo/How to cite this article: Marzal, M. A.; Gómez, M. C. La Realidad Aumentada como elemento de formación en competencias digitales para Educación Superior: una propuesta de integración curricular desde la formación biosani-taria. *Transinformação*, v. 36, e249680, 2024. <https://doi.org/10.1590/2318-0889202436e249680>

Resumen

Estudio de análisis de la propuesta de integración curricular de la realidad aumentada como elemento primordial en el desarrollo de las competencias digitales, basado en los principios de la Visual Literacy y como factor de calidad en Educación Superior, para lo que se presenta como diseño instruccional en la formación biosanitaria. La hipótesis se fundamenta en la evolución conceptual y aplicativa de las competencias digitales en Educación por parte de los agentes sociales y sus políticas, como modo de fomentar la Agenda Digital y enfrentar los desafíos del conocimiento en la Web (Inteligencia Artificial, Big Data), para plantear como objetivos la selección de medios que incorporen eficazmente estas competencias y la identificación de los fundamentos exitosos en la aplicación de la realidad aumentada, que sirve de arquitectura a la propuesta. El método es deductivo, desde la fundamentación conceptual, el análisis de campo de buenas prácticas y exposición del modelo de integración curricular.

Palabras-clave: Competencias digitales. Innovación educativa. Realidad aumentada. Virtualidad en educación superior.

Abstract

This study analyzes a proposal for the curricular integration of augmented reality as a essential element in the development of digital competencies, grounded in the principles of Visual Literacy, and a quality factor in Higher Education, for what is presented as an instructional design in the bio sanitary training. The hypothesis is based on the conceptual evolution and the application of digital competencies in Education by social agents and their policies, aimed at promoting the Digital Agenda and addressing the challenges of knowledge on the Web (Artificial Intelligence, Big Data). The objectives include selecting means to effectively incorporate these competencies and examining the successful foundations of augmented reality application, which serves as the architecture for the proposal. The method is deductive, from the conceptual foundation, followed by field analysis of best practices and concluding with the presentation of the curricular integration model.

Keywords: *Digital competencies. Educational innovation. Augmented reality. Virtuality in Higher Education.*

Introducción

La constante evolución de las TIC ha provocado múltiples efectos. Uno de los ámbitos con mayor impacto ha sido el de la Educación. En este campo, se produce la emergencia de una *Educación Digital* y el desarrollo de la Tecnología Educativa como disciplina académica, una etapa necesaria para el impulso de la innovación educativa. Esto se logra a través de nuevos medios (plataformas digitales educativas, MOOCs, SPOCs, et.), modos (flipped classroom, *Khan Academy*, *mlearning*, *elearning*, *blended learning*), espacios educativos (campus globales, aulas extendidas, comunidades virtuales de aprendizaje, etc.), modelos pedagógicos (Conectivismo), las competencias, como objeto de estudio e instrumento para el desarrollo de un modelo educativo competencial. La Tecnología Educativa también ha impulsado nuevas metodologías de aprendizaje como la *tablet computing*, el aprendizaje basado en juegos, *el Storytelling*, las Realidades Virtual y Aumentada, la Narrativa Transmedia y el Metaverso. Los sistemas de enseñanza y aprendizajes inteligentes, junto con la incorporación de la Inteligencia Artificial en la Educación, abren campos, hoy, de una importancia radical.

Este contexto explica cómo las competencias se hacen imprescindibles, al contribuir en la cualificación tecnológica de los educandos. Por ello, la noción de competencias digitales adquiere una especial relevancia para los grandes actores socioeconómicos y políticos. Es el caso de la Comisión Europea, que mediante el *Joint Research Centre's publications*, mantiene y gestiona el sitio web *JRC Publications Repository*, como registro de publicaciones teóricas, aplicativas, normativas y estudios de caso sobre las competencias digitales y alfabetizaciones mediáticas e informacionales (Joint Research Centre's Publications, 2023). En 2016 la *European Commission's Joint Research Centre* publicó el *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use*, implementada por la versión 2.1 y desarrollada por otra 2.2. Se estipulaban 21 competencias en cinco áreas (información, comunicación y colaboración; creación de contenido digital; seguridad; resolución de problemas), con cinco dimensiones de descripción y 8 niveles de consecución. Este esfuerzo tuvo su continuación en la versión 2.0 (Vuorikari *et al.*, 2022), muy bien orientada hacia las competencias digitales requeridas por los progresos de la Web y la Inteligencia Artificial.

El contexto pandémico ha impulsado notablemente la digitalización de procesos, lo que ha llevado a redoblar las iniciativas en torno al fomento de las competencias digitales, como demuestra la estrategia, aprobada en 2020, "Configurar el futuro digital de Europa", cuya dimensión educativa se plasmaba en el "Plan de Acción de la Educación Digital (2021-2027)". Así se ha llegado al "Año Europeo de las Competencias 2023", como un marco para la cualificación, innovación y aprendizaje permanente de los trabajadores mediante la adquisición de las competencias. En el tránsito de la

dimensión normativa a la aplicativa se ha creado la “Agencia de Capacidades Europea”, un plan quinquenal que reconoce doce acciones, todas ellas con un indudable sesgo formativo y educativo en el fomento de las competencias digitales. La acción 5 está dirigida a las universidades, donde las competencias digitales se orientan a la capacidad innovativa de los científicos.

Método

Las competencias digitales para la Educación Superior

Las competencias digitales son “objeto de estudio” en diversas disciplinas, como la alfabetización digital, que habilita la comprensión y producción de contenidos digitales y virtuales, manifestados en distintos signos textuales, icónicos y auditivos. El progreso de la Web (hacia la Web Semántica), así como de Internet (hacia Internet de las Cosas), dieron un carácter más “fundamental” a las competencias digitales. Sin embargo, en los últimos años, varios factores han contribuido a una importante transformación en la dimensión educativa de las competencias digitales:

- El fenómeno *Big Data*, por el grave desafío que implica la captura, tratamiento, gestión y uso de un volumen inmenso de datos para su transformación en conocimiento y saber, junto con la formación para la inteligible edición, lectura, gestión y visualización comprensible de los datos, así como la comprensión de sus algoritmos de funcionamiento, es un objetivo que se encomendaba a la data literacy. Esta es muy útil para el mapeo y visualización de los datos, sus relaciones, clusters y tendencias (Stopar; Bartol, 2019), concediendo a la imagen un valor incuestionable en el conocimiento y saber.

- Las redes sociales, como instrumento para el aprendizaje colaborativo e inteligencia distribuida, son la base para las competencias infocomunicacionales y sus disciplinas, como la Media and Information Literacy y la Social Media Literacy. El fenómeno de las fake news ha dado un enfoque más educativo, como un elemento necesario de formación para la ciudadanía (Izquierdo-Cuellar; Pérez-Forteza, 2020), estableciendo un vínculo bien determinado con las competencias digitales en Educación (Martinez-Sala; Alemany-Martinez, 2022), especialmente debido a su estrecha relación con los smartphones y su uso masivo entre los más jóvenes, con una creciente conexión con la dimensión educativa de la telefonía móvil (Hernández-Ortega; Rayón-Rumayor, 2021), dada su indudable utilidad para un aprendizaje continuo y ubicuo (Papadokostaki *et al.*, 2020). Esta confluencia ha impulsado, complementariamente, la función del m-learning, como una herramienta educativa eficaz (Lai, 2020), que ofrece su propia función con sus competencias digitales específicas (Alvarez-Herrero; Hernández-Ortega, 2021).

Ambos fenómenos se complementan con otros dos particularmente relevantes:

- La visualización, que reclama unas competencias visuales para realizar un análisis crítico y comprensivo de las imágenes, impulsando la *Visual Literacy* en Educación, como argumenta Michelson (2017). Las competencias visuales y la *Visual Literacy* han experimentado un decidido impulso educativo con el desarrollo y aplicaciones de las Realidades Virtual (RV) y Realidades Aumentada (RA), junto con su mejor instrumento, la Gamificación. Si bien es cierto que la RV tiene una amplia gama de aplicaciones y utilidades educativas, nos detendremos en la RA por su evidente impacto en la Educación y por sus evidentes potencialidades, que le han otorgado una efectividad en prácticas educativas, como demostraron los proyectos APRENDA, BIG-BANG, *Human Interface Technology Laboratory* (Cárdenas; Mesa; Suárez, 2018), junto con la literatura científica sobre los beneficios directos de la RA (Fombona; Pascual-Sevillano, 2017), en tanto que materiales didácticos web (Cabero; Barroso, 2018), como implementación al m-learning inmersivo (Fombona;

Pascual-Sevillano; González-Videgaray, 2017). Finalmente es destacable analizar cómo el soporte de la RA a la gamificación le ha otorgado un notable poder educativo sobre los estudiantes, debido a su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje y la metacognición (Cavalcante-Pimentel *et al.*, 2022). Este efecto también es visible en la metadidáctica (Marin-Suelves *et al.*, 2021), como demuestra el progreso del Mobile Game-Based, mediante los *smartphones* (Troussas; Krouska; Sgouropoulou, 2020), evidenciado por el uso de Kahoot! en las universidades (Martínez-López *et al.*, 2022).

- Inteligencia Artificial (IA) y su aplicación específica en estrategias pedagógicas mediante el procesamiento de lenguaje natural, análisis de datos para detectar la secuencia de aprendizaje de los educandos, e identificación de comportamientos (Giovanny-Hidalgo; Llanos-Mosquera; Bucheli-Guerrero, 2021) mediante asistentes virtuales. Son útiles instrumentos que proporciona la IA están destinados a incorporar arquitecturas basadas en la nube con la valiosa ayuda de la gamificación (Criollo; Lujan-Mora, 2018) y complementan los procesos cognitivos abstractos con técnicas de *deep learning* (Algayres; Triantafyllou, 2020). Estas proyecciones educativas han dado origen a los denominados “Analíticas de Aprendizaje” y “Aprendizaje Adaptativo”, modelos de aprendizaje que se apoyan fundamentalmente en las técnicas de funcionamiento del *Machine Learning* (Vargas *et al.*, 2022). Una ilustración muy significativa se percibe en sus beneficios sobre la formación del personal en Medicina (Park *et al.*, 2020), apoyada por una línea muy potente para el análisis de imágenes y videos en la toma de decisiones clínicas (Tuiran Acevedo, 2021).

Medios de integración curricular de las competencias digitales en Educación Superior

El escenario descrito parece evidenciar el complejo panorama de las competencias digitales como factor educativo. Por esta misma razón, la integración curricular resulta dubitativa, multiforme y polivalente, siguiendo distintos caminos: según su diseño instruccional (informal, no formal, formal); modalidad didáctica (presencial, *blended learning*, *e-learning*, *m-learning*); y según su diseño curricular, determinado por los materiales didácticos web utilizados y naturaleza de las competencias. El programa debe ser escalable, es decir, constituido por módulos independientes pero interconectados que permitan el progreso competencial. De este modo, los módulos iniciales deben corresponder al dominio experto de destrezas, mientras que los módulos posteriores se centren en habilidades. Los materiales didácticos web deben responder a las propiedades hipermedia, a un diseño de ODE y a una finalidad “prosumidora”.

En Educación Superior, por su mayor flexibilidad, adaptabilidad y, especialmente, transversalidad, se aconseja el modelo de educación no formal, con epicentro en las bibliotecas universitarias, por presentar un modelo bibliotecario (CRAI, Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación), un medio para la incorporación a los planes estratégicos (*academic literacy*) y unos servicios de formación (*Academic Skills Centres*).

Los CRAI ya están imbricados en la vida académica de las facultades participando en cursos no formales que desarrollan competencias informativas y transversales. Además, muchos de sus servicios están virtualizados, lo que les permite proyectarse en los campus virtuales de las universidades y sus plataformas educativas (Arroyo-Vázquez; Gómez-Hernández, 2020). Por lo tanto, resulta útil analizar un posible método para la integración curricular de las competencias digitales a través del CRAI:

- *Competencias transversales para competencias digitales en bibliotecas*, siguiendo el modelo DIGCOMP en el *Marco de competencia digital para estudiantes de grado*, especialmente desde las bibliotecas al abordar áreas competenciales decididamente transversales como la veracidad de la

información y las fuentes de información fiables. Esto incluye la oferta de cursos sobre noticias *falsas*, gestores bibliográficos, computación en la nube, espacios virtuales de trabajo y estudio en grupo, tipos de licencias que existen y cómo citar adecuadamente, herramientas para la presentación de resultados del trabajo y el estudio, n-etiqueta, usos indebidos de la información, privacidad y datos personales en la red, y creación de contenido digital con distintos medios (imágenes, vídeos, etc.). Una oportunidad parece proporcionarla las llamadas “*soft-skills*”, como se hace manifiesto en informes de instituciones tan importantes como la Comisión Europea o la OCDE. El proyecto *Skills4employability* (European Union, 2020) creado con el Erasmus+Program, mejora la presencia de las competencias transversales (*soft skills*) en el currículum de la Educación Superior.

- *Academic Literacy*, como instrumento para que las acciones formativas en competencias se proyecten en los planes estratégicos de las universidades, fomentando su integración curricular (Marzal, 2020), y acreditando una optimización en el proceso de aprendizaje de los alumnos (McGowan, 2018), de modo que se otorgue a los estudiantes un dominio experto en el “discurso académico” (Castillo-Martinez *et al.*, 2023). En una panorámica interesante sobre la conceptualización y evolución de la *academic literacy*, Dongying (2022), argumenta cómo esta alfabetización ha superado el dominio de las estrategias de comunicación para ser parte del proceso en la construcción del conocimiento.

- *Academic Skills Centres*, surgidos en universidades anglosajonas para ayudar a los estudiantes universitarios a conseguir aumentar su éxito académico y mejorar su desarrollo personal, en estrecha conexión con la *academic literacy*, mediante tutorías con especialistas en competencias para la preparación de exámenes, pensamiento y lectura crítica, conceptualización de la información, manejo del estrés, gestión del tiempo, etc. Un ejemplo prototípico nos lo ofrecen los *Academic Skills Centers* de la Universidad de Richmon, con la sección *Academic Skills coaching* y sus especialidades en *Learning and Study Strategies Inventory* (LASSY).

Resultados

Las competencias digitales y la imagen como conocimiento: las realidades extendidas

Muchas universidades ya incluyen una variada colección de recursos multimedia para enfrentar el desafío particularmente que representan las imágenes virtualizadas y visualizables, asociadas con las “realidades extendidas”, referidas a las denominadas tecnologías inmersivas, una de las tecnologías que habrá de tener en breve un decisivo impacto en Educación Superior, con interesantes implicaciones ya de la Inteligencia Artificial (Brown *et al.*, 2020). Estas realidades engloban a la Realidad Virtual (RV), la Realidad Aumentada (RA), que permite la superposición, en tiempo real, de imágenes, marcadores o información generados virtualmente, sobre imágenes del mundo real, y la Realidad Mixta (RM), se basa en el concepto del “continuo realidad-virtualidad”, que consistiría en un proceso que se inicia con la realidad física y finalizaría con una realidad virtual, un proceso cuyos estadios intermedios serían la RA primero y luego la RV.

Sin duda, para nuestro propósito, la RA tiene especial relevancia. Una manifestación inicial de esto es la construcción de un repositorio de archivos digitales de RV y RA que apoye los currículos (Petrowski, 2021). Las universidades, por su parte, son muy receptivas a este tipo de tecnologías, debido a los beneficios que aportan a los estudiantes, pero además permiten a los docentes expandir el currículum (Bonasio, 2019), especialmente al facilitar la observación de objetos de forma volumétrica, generar espacios simulados como laboratorios experimentales, editar ODE muy

potentes por su potencial visual, inmersivo e interactivo, o impulsar la conversión de los estudiantes en expertos prosumidores (Cabero-Almenara; Barroso Osuna; Gallego Pérez, 2018).

Por su atractivo didáctico, comienza a haber un interesante elenco de buenas prácticas en el ámbito universitario. La Universidad de Leeds, a través de su Centro de Tecnologías Inmersivas, trabaja en una variedad de disciplinas para impulsar el uso de RV y RA en la investigación, la educación y la industria. La Universidad de Leyden organiza cursos extracurriculares sobre aplicaciones de RV y RA en su formación. Esta misma universidad ha desarrollado la aplicación de RA *Augmedicine: Lung cases*, por la colaboración entre el Centro de Innovación y el Centro Médico de la Universidad. Además, los Servicios de Apoyo Educativo de la Facultad de Veterinaria de Cornell han desarrollado una aplicación de RA para ayudar a los estudiantes en el estudio de la anatomía del caballo a través de un iPad.

En el ámbito español también se acredita este proceso. Es el caso de la experiencia de Fernández Robles (2016) con estudiantes de primero en el grado de educación primaria de la Universidad de Sevilla, para determinar la percepción sobre la RA por parte de futuros docentes. En la Universidad de Sevilla (Cabero Almenara; Fernández Robles; Marín Díaz, 2017) investigaron sobre el grado de motivación de los alumnos para utilizar apuntes enriquecidos con RA desde *smartphones*. Por otro lado, Fombona Cadavieco, Pascual Sevillano y Agudo Prado (2016), en la Universidad de Oviedo analizaron las razones por las que algunas aplicaciones de RA fracasaron, concluyendo que se debía tanto a la falta de preparación de los docentes, como a que la RA apoyaba a metodologías tradicionales.

En todo caso, la integración curricular de la RA ha suscitado el interés no sólo de los investigadores, sino de la propia política de las universidades. La Universidad de Sevilla, a través del Servicio de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías, ha creado una web para fomentar el uso de la RA y presenta una serie de recursos de aprendizaje apoyándose en sus posibilidades. En la Universidad de La Laguna destaca el grupo de investigación atRAe, con una línea de investigación bien definida. El grupo de investigación ARTEC, de la Universidad de Valencia se orienta a los gráficos 3 D interactivos, RV, RA y simulación civil, y participa en el proyecto europeo Setar para disminuir la tasa de accidentes mediante una metodología de formación basada en RA. Varias universidades españolas participaron entre los años 2015-2017 en el proyecto Realidad Aumentada para Aumentar la Formación. Diseño, Producción y Evaluación de Programas de Realidad Aumentada para la Formación Universitaria (RAFODIUN), que tenía como objetivo analizar las posibilidades educativas en contextos universitarios.

Un estudio de caso: uso educativo de RA en biomedicina

Rodríguez-Abad *et al.* (2021) han presentado un análisis interesante sobre el estado del arte del empleo de la RA en la educación en Medicina desde distintos ángulos, complementado por el metódico trabajo expuesto por Barteit *et al.* (2021), donde se exponen los modos más eficientes donde aplicar las realidades extendidas para la Educación médica y la formación de médicos. Por esta razón son muy distintas disciplinas biosanitarias las que buscan la aplicación educativa de la RA, ya sea para la ejercitación de programas de tratamiento diverso a los pacientes, bien para el apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Dhar *et al.*, 2021). Los efectos claramente beneficiosos de la RA en la formación sanitaria se hallan en el fomento de competencias, como la comprensión de las relaciones espaciales, la construcción de modelos mentales en 3 D de la anatomía, la retención del aprendizaje a largo plazo, y la flexibilidad para aprender en cualquier momento y en cualquier

lugar a su propio ritmo (Gerup; Soerensen; Dieckmann, 2020), siempre con uso de material web adecuado, como pueden ser los ODE *Shoulder* y *Ankle*.

En Cirugía existe un importante elenco de aplicaciones de RA, debido a su carácter poco invasiva, si bien con deficiencias en cuanto a la retroalimentación háptica. Precisamente, se han realizado ensayos para el uso de las *Google Glass* y plataformas que permitan mejorar la imagen (consola del robot Da Vinci) y la planificación de la cirugía (a través del uso de ultrasonido con registro óptico), con el objetivo de incorporar las competencias digitales. La Universidad Carlos III de Madrid (UC3M), a través del grupo de investigación de Imagen e Instrumentación Biomédicas (BiiG) y el startup 6DLab, en colaboración con el Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón, ha desarrollado un sistema innovador capaz de aplicar con éxito la RA e impresión 3D en una operación de extirpación de un tumor mediante la proyección de hologramas de las pruebas radiológicas sobre la persona intervenida.

Asimismo, son muy interesantes las aplicaciones de Realidad Aumentada en Oftalmología, donde las simulaciones previas a las cirugías pueden resultar muy útiles para mejorar los resultados visuales.

En Odontología, las experiencias en la formación de odontólogos resultan muy atractivas, como la que describe Llena *et al.* (2018) en la Universidad de Valencia, así como el uso de la aplicación HoloHuman, si bien con limitaciones (Zafar; Zachar, 2020).

Una dimensión claramente educativa de la RA se detecta en Anatomía, mediante la publicación de un trabajo sobre la aplicación HoloLens, versión 1, que buscaba evaluar los cursos de Anatomía en un escenario de evaluación 3D virtual y sus efectos sobre la asimilación de contenidos y competencias (Bogomolova *et al.*, 2021). Algunas experiencias, además, acreditan la comprensión tridimensional del cuerpo y sus órganos por los estudiantes.

La formación biosanitaria con RA se ha extendido, necesariamente a los estudios de Enfermería y Rehabilitación, visible mediante la aplicación HoloPatient de Pearson, utilizando la tecnología HoloLens de Microsoft. En Rehabilitación la experiencia se apoya en los serious games y se ha ensayado en pacientes con daños cerebrales

En Veterinaria han comenzado a emerger algunas prácticas con RA, especialmente las que necesitan amplio conocimiento en tres dimensiones, que sustituye a las figuras, modelos simplificados y clases prácticas, como es visible en el programa de anatomía cardíaca IVALA, que permite reconstrucciones de datos de imágenes de tomografía computarizada y técnicas fotogramétricas o de escaneo láser (Little *et al.*, 2021), así como en la experiencia descrita por Atmaca y Terzi (2021) sobre la construcción de una aplicación educativa de RA completamente interactiva con modelos 3D, basada en la web, para demostrar lesiones macroscópicas en los riñones.

Discusión

Una propuesta para innovación educativa competencial: RA como competencia digital en un proyecto de innovación docente

Pretendemos ahora argumentar una propuesta partiendo de un plan para presentar un proyecto de innovación docente en la asignatura de Anatomía y Embriología I del Grado de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), que se imparte en el primer curso (lo que nos es propicio para integrar curricularmente estas competencias como materia básica obligatoria, con una carga de 9 ECTS, y donde la RA sea un ODE para el desarrollo de competencias

visuales en tanto que competencias digitales, incorporado a un currículo de educación formal en universidades. En la programación didáctica, se contempla un repertorio de un programa de hasta 21 prácticas, para las que se hará la propuesta de innovación docente con aplicación de la RA. La propuesta se enmarca en los Proyectos Innova-Docencia, destinados a fomentar la innovación y mejora de la calidad docente en la UCM, en los que se establecen hasta siete líneas prioritarias, entre las que es idónea la línea 2 “Innovación en recursos educativos en abierto y enseñanza virtual”, que nosotros titularemos “Objetos de aprendizaje de Realidad Aumentada y modelos 3D en la asignatura de Anatomía y Embriología I de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid”.

La solicitud de proyecto de innovación debe contemplar como diseño instructivo:

a) *Fundamentos, objetivos y metodología*

Junto con la exposición de los beneficios de la RA en el proceso educativo y una breve exposición de buenas prácticas, la fundamentación debe incluir la finalidad de desarrollar competencias relacionadas con la toma de decisiones, la ejecución de procedimientos prácticos, el fomento del aprendizaje autónomo y colaborativo gracias a sus escenarios reales y, por último, la capacidad de estudio de la anatomía favorecido por la visión tridimensional que ofrece la RA.

Como objetivos generales se plantean incorporar objetos de aprendizaje basados en RA y modelos 3D como material didáctico, sin sustituir la práctica de la disección de cadáveres, por cuanto la experiencia exploratorio táctil no parece sustituible.

Los objetivos específicos serían: Seleccionar objetos de aprendizaje de RA y modelos 3D como método de aprendizaje, midiendo su efectividad; Programar actividades prácticas con estos objetos de aprendizaje; Definir indicadores competenciales ad hoc.

Se plantea como método apropiado para el proyecto de innovación el *Thinking Based Learning* o Aprendizaje Basado en el Pensamiento, un enfoque activo en el que se prioriza el razonamiento, desarrollado en el modelo flipped classroom. Junto a ello, de acuerdo al método aprobado por el Departamento, se proporcionará a los estudiantes el material conceptual de aprendizaje a través del Campus Virtual. En las sesiones presenciales se evaluará la asimilación de contenidos mediante prácticas, utilizando una rúbrica y junto con los materiales didácticos imprescindibles para la realización de la misma. Sólo entonces se procede al trabajo (individual y grupal) sobre los materiales reales y en el soporte de RA.

En la práctica se propone al estudiante un problema de razonamiento anatómico, que puede estar relacionado con el ejercicio clínico, donde la RA y modelos 3D son muy adecuados. La práctica reconoce las siguientes tareas: (a) una prueba evaluativa inicial con un cuestionario, que se refiera a la morfología cardíaca externa e interna, las diferencias entre las distintas especies domésticas, topografía del corazón, con el fin de determinar la ubicación del corazón en el interior de la cavidad torácica, sus relaciones con otros órganos de la cavidad torácica, y otros aspectos anatómicos aplicados y relacionados con la práctica clínica; (b) actividades con objetos de RA y modelos 3D; una prueba evaluativa final, usando ODE de RA y modelos 3D para medir la efectividad de esta tecnología en el proceso educativo.

b) *Diseño instructivo y planificación*

En la propuesta se puede concretar la cesión de una sesión teórica de dos horas en formato online a través del Campus Virtual, y dos sesiones prácticas completas, de dos horas cada una, con

la posibilidad de editar ODE en el espacio de esta materia en Campus Virtual. En la sesión inicial teórica se hará una breve exposición inicial a los estudiantes sobre la RA, con una aplicación concreta en las prácticas con explicación del *Aumentaty Creator* y *Aumentaty Scope*, una guía de localización y uso del material didáctico y contemplar un breve test para comprobar la correcta comprensión de las instrucciones. Las prácticas seleccionadas se referirán al tema 43 de la asignatura de Anatomía y Embriología I, cuyo contenido es “Corazón: situación, morfología y relaciones. Cavidades, orificios y válvulas”, en formato presencial: en la primera sesión práctica se trabajará sobre la morfología cardíaca externa e interna, así como en las diferencias entre las especies domésticas; en la segunda sobre la topografía y sus relaciones con otros órganos. La planificación se recoge en el Cuadro 1.

Cuadro 1 – Planificación de la unidad didáctica.

Unidades	Actividades
1ª Sesión a través del Campus Virtual (2 horas duración)	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación teórica: RA y aplicaciones en Biomedicina. - Breve introducción a la app Aumentaty: Aumentaty Creator y Aumentaty Scope. - Explicación del material didáctico de apoyo en Campus Virtual: video tutorial sobre Aumentaty, guía de uso de Aumentaty Scope, ODE con RA y modelos 3D, presentaciones de ppt y pdf con los contenidos, bibliografía y recursos bibliográficos en la biblioteca. - Breve encuesta en línea a través del Campus Virtual sobre conocimiento previo y lo aprendido.
2ª Sesión presencial (2 horas duración) y 3ª Sesión presencial (2 horas duración)	<ul style="list-style-type: none"> - Test de 10 preguntas para saber el nivel inicial con respecto al tema. - Muestra a los alumnos, utilizando la app Aumentaty Scope, de 5 objetos de aprendizaje de RA y modelos 3D con los que se trabajará.. - Realización de actividades aplicativas prácticas, en grupo, utilizando ODE de RA, en las que resolverán problemas mediante razonamientos anatómicos. En cada actividad aplicativa cada grupo contestará un test evaluativo de razonamiento anatómico. - Al final de la 3ª sesión los alumnos cumplimentarán una encuesta sobre la valoración de los materiales didácticos, la interacción con las herramientas, su percepción en su proceso de aprendizaje

Fuente: Elaboración propia (2024).

c) Medios tecnológicos y humanos implicados para el material didáctico

La tecnología necesaria debe contar con: Escáner de resonancia magnética; Escáner de mano (para el escaneo de superficie de las muestras); Software para el procesamiento de imágenes DICOM; Software para la creación de las mallas digitales para impresión en 3D del tipo Meshmixer de Autodesk; Software de análisis de mallas digitales del tipo Autodesk 3D Studio Max 2021; Software Netfabb de Autodesk para la reparación de archivos STL; Impresora 3D; Programas de conversión de formato STL a obj, dae, fbx y 3ds del tipo pCon.planner, Blender, etc.; App de realidad aumentada *Aumentaty Creator* para instalar en el ordenador; App de realidad aumentada *Aumentaty Scope* para teléfonos móviles; Ordenadores o portátiles; Teléfonos móviles inteligentes.

Las tareas preparatorias respecto a los medios tecnológicos son bastante laboriosas, entre las que debemos destacar: Obtención y procesamiento de las muestras biológicas; Realización de resonancia magnética de las muestras procesadas; Obtención de la malla digital e impresión 3D; Conversión de los archivos STL a formatos compatibles con la app de Realidad Aumentada *Aumentaty Creator* (obj, dae, fbx y 3ds); Instalación de la app *Aumentaty Creator* y apoyo informático; Realización de videotutoriales de *Aumentaty Creator*, *Aumentaty Scope* y guía de uso; Realización de ODE utilizando la herramienta *Aumentaty Creator* (Cuadro 2).

Cuadro 2 – Cuadro de actividades.

Trabajo a realizar	Personal
Obtención y procesamiento de las muestras biológicas	- PDI experto de la Sección Departamental de Anatomía y Embriología. - Técnico de la Sala de Disección.
Realización de resonancia magnética de las muestras procesadas	- Personal de la Unidad de Resonancia Magnética del Hospital Clínico Veterinario Complutense (HCVC).
Obtención de la malla digital e impresión 3D	- Técnico del Servicio de Modelado 3D de los talleres de apoyo a la investigación de la UCM.
Conversión de los archivos STL a formatos compatibles con la app de Realidad Aumentada Aumentaty Creator (obj, dae, fbx y 3ds)	- Técnico del Servicio de Modelado 3D de los talleres de apoyo a la investigación de la UCM. - Servicios Informáticos.
Instalación de la app Aumentaty Creator y apoyo informático	- Servicios Informáticos.
Realización de objetos de aprendizaje	- PDI.
Realización de videotutoriales de Aumentaty Creator, Aumentaty Scope y guía de uso	- Biblioteca.

Fuente: Elaboración propia (2024).

d) *Diseño didáctico*

La materia seleccionada está estructurada en temas, sin embargo, debido a su carácter peculiar dentro del programa general, la propuesta se presenta como una unidad didáctica, con sus objetivos específicos, contenidos, materiales, actividades y evaluación. Este carácter modular y escalable favorecerá la “exportación” de esta experiencia a otros programas y materias.

La comunicación de la unidad didáctica y su seguimiento debe seguir los requisitos de multimodalidad de Nigay y Coutaz (1993), que programa el modo de uso de las plataformas digitales educativas, que procesan constantemente entradas y salidas multimodales (texto, imagen, sonido, rastreo de datos sobre el comportamiento del usuario y su navegación).

El diseño debe distinguir entre los objetivos didácticos, que estarán centrados prioritariamente la ejercitación de las competencias visuales como parte de las competencias digitales, y su finalidad didáctica, que consiste en la cualificación en el aprendizaje de los contenidos de la materia donde se aplica. De este modo, el carácter modular y escalable del diseño se define por adaptar el Modelo Brújula de la OCDE.

El eje didáctico vertebrador es el modelo de cuatro dimensiones de Fadel y Groff (2019), que permite presentar el aprendizaje específico de la materia como competencias digitales individuales, pero supeditadas a la consecución de unas competencias digitales “sociales”, interdisciplinarias y aplicables directamente en el entorno tangible. Este enfoque está orientado a lograr las cuatro “C”: comunicación, colaboración, pensamiento crítico y creatividad. Por último, la estructura didáctica se adapta el modelo basado en competencias de Gervais (2016), que se orienta hacia la consecución de resultados, por lo que los contenidos y actividades siempre se dirigen hacia una evaluación que acredite la consecución de competencias. Para ello, es imprescindible haber definido un cuadro de indicadores competenciales, los cuales, en nuestro caso, serían proporcionados por los definidos por Solimine y Marzal (2020).

Conclusión

El desarrollo argumentativo de esta investigación ha tratado de ilustrar cómo las competencias digitales no son sólo una realidad palpable en nuestra vida cotidiana, necesarias para

un desempeño adecuado en muchos aspectos diarios,, sino que las políticas para un nuevo modelo de desarrollo las convierten en un factor ineludible en la planificación de los agentes sociales, económicos y políticos. Por esta razón, las competencias digitales se convierten, deben convertirse, en un objeto prioritario de formación, pero de forma muy relevante de “Educación”, y de Educación Superior, debido a sus implicaciones no sólo formativas, sino también para la investigación y desarrollo de profesionales muy especializados, cuando no, nuevos profesionales en un nuevo universo profesional.

La naturaleza de estas competencias, transversal e interdisciplinaria, aconseja su conveniente incorporación curricular en un modelo no formal (sin estar necesariamente adscrito a un departamento, si bien sí es verdaderamente aconsejable que se adscriba a un área de conocimiento apropiado, como es la Información), que permita no sólo un aprendizaje interdisciplinar, sino que faculte para una docencia convergente, donde cooperen distintas perspectivas, métodos y técnicas de distintas áreas de conocimiento y tecnológicas.

Este panorama nos ha llevado a argumentar cómo el medio más eficaz para esta incorporación curricular es mediante una planificación dentro de los parámetros de la *academic literacy* (reflejada en planes bien diseñados para ser ofrecidos a la comunidad académica), de modo que el instrumento más apropiado lo proporcionan los *Academis Skills Centres*, que están preparados para auxilio en las labores investigadoras y docentes, con una trayectoria de convergencia de servicios informáticos, audiovisuales, impresión 3 D, etc.

Sin embargo, no es suficiente con contar con un medio para la planificación y un espacio de docencia convergente. Son necesarias otras líneas de actuación bien planeadas: en los planes de la universidad, se debe contar con un espacio específico para las competencias digitales (su definición, modelos y métodos, pero también un marco normativo actualizado sobre sus funciones y aplicaciones en los entornos educativos, un aspecto en constante movimiento), así como un espacio digital que acoja las líneas de investigación que afectan y se ven afectadas por las competencias digitales (hemos visto los efectos que la virtualización y la Inteligencia Artificial tienen recientemente).

Una vez contemplados los ambientes de planificación y de comunicación, se debe dotar de un entorno adecuado para el desarrollo de diseños instruccionales, una labor en la que la cooperación con la biblioteca parece saludable para la edición de materiales didácticos web, la gestión de recursos informativos digitales y de las plataformas educativas digitales, como también en la formación (los bibliotecarios incrustados).

Parece conveniente contar con un espacio que presente las teorías pedagógicas más implicadas (como el Conectivismo, entre otras), un compendio de buenas prácticas, pero sobre todo inscribir las competencias digitales no sólo como un objeto de trabajo, sino también de estudio y análisis, inscribiéndolas en el universo de las multialfabetizaciones.

Por esta razón, hemos ofrecido la posibilidad de un programa de innovación docente, para un área de conocimiento determinada, para un Grado determinado, haciendo, sin embargo, una cuidadosa selección de unas competencias digitales, en nuestra opinión, responden a una necesidad educativa evidente, la ejercitación de dominio experto de virtualización de experiencias y visualización de datos. Tanto docentes como investigadores y bibliotecarios deben alcanzar un nivel de competencia que garantice no solo el uso efectivo en la docencia, sino también en la metodología pedagógica e investigativa.

Referencias

- Algayres, M.; Triantafyllou, E. Combining the flipped classroom and simulation games in engineering education: a methodological survey. *In: Annual Conference: Varietas Delectat... Complexity Is the New Normality*, 47., 2020, Budapest. *Proceedings* [...]. Budapest: SEFI, 2020. p. 83-92, 2020. Disponible en: https://www.sefi.be/wp-content/uploads/2019/10/SEFI2019_Proceedings.pdf. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Álvarez-Herrero, J. F.; Hernández-Ortega, J. Didactic itineraries with smartphones to promote environmental education and digital competence among secondary school students. *Digital Education Review*, v. 39, p. 319-335, 2021. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8090161>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Arroyo-Vázquez, N.; Gómez-Hernández, J.-A. La biblioteca integrada en la enseñanza universitaria online: Situación en España. *Profesional de la Información*, v. 29, n. 4, p. 1-11, 2020. Doi: <https://doi.org/10.3145/epi.2020.jul.04>.
- Atmaca, H. T.; Terzi, O. S. Building a Web-Augmented Reality application for demonstration of kidney pathology for veterinary education. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, v. 24, n. 3, p. 345-350, 2021. Doi: <https://doi.org/10.24425/pjvs.2021.137671>.
- Barteit S. *et al.* Augmented, Mixed, and Virtual Reality-Based Head-Mounted Devices for Medical Education: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research Serious Games*, v. 9, n. 3, e29080, 2021. Doi: <https://doi.org/10.2196/29080>.
- Bogomolova, K. *et al.* Development of a virtual three dimensional assessment scenario for anatomical education. *Anatomical Sciences Education*, v. 14, n. 3, p. 385-393, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1002/ase.2055>.
- Bonasio, A. *Immersive experiences in education: new places and spaces for learning*. EUA: Microsoft, 2019. Disponible en: https://zbook.org/read/758f5_immersive-experiences-in-education.html. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Brown, M. *et al.* 2020 EDUCAUSE Horizon Report Teaching and Learning Edition. Louisville: EDUCAUSE, 2020. Disponible en: <https://library.educause.edu/resources/2020/3/2020-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Cabero Almenara, J.; Barroso Osuna, J.; Gallego Pérez, O. La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por los estudiantes. Los estudiantes como prosumidores de información. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, v. 11, p. 15-46, 2018. Doi: <https://doi.org/10.51302/tce.2018.221>.
- Cabero Almenara, J.; Fernández Robles, B.; Marín Díaz, V. Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, v. 20, n. 2, p. 167-185, 2017. Doi: <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17245>.
- Cabero, J.; Barroso, J. Los escenarios tecnológicos en Realidad Aumentada (RA): posibilidades educativas en estudios universitarios. *Aula Abierta*, v. 47, n. 3, p. 327-336, 2018. Doi: <https://doi.org/10.17811/rifie.47.3.2018.327-336>.
- Cárdenas, H. A.; Mesa, F. Y.; Suárez, M. J. Realidad aumentada (RA): aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase. *Educación y Ciudad*, v. 35, p. 137-148, 2018. Doi: <https://doi.org/10.36737/01230425.v0.n35.2018.1969>.
- Castillo-Martínez, I. M. *et al.* Academic literacy among the university students in Mexico and Spain: A holistic perspective. *Frontiers in Psychology*, v. 13, p. 1-14, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1055954>.
- Cavalcante-Pimentel, F. S.; Morais-Marques, M.; Barbosa-de-Sales, V. Estrategias de aprendizaje a través de los juegos digitales en un contexto universitario. *Comunicar*, v. 73, n. 30, p. 83-93, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3916/C73-2022-07>.
- Criollo, -C. S.; Luján-Mora, S. Encouraging student motivation through gamification in engineering education. *In: Auer, M.; Tsiatsos, T. (ed.). Mobile Technologies and Applications for the Internet of Things*. IMCL 2018. Cham: Springer, 2018. p. 204-211. (Advances in Intelligent Systems and Computing, v. 909). Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-11434-3_24.
- Dhar, P. *et al.* Augmented reality in medical education: Students' experiences and learning outcomes. *Medical Education Online*, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1080/10872981.2021.1953953>.
- Dongying L. A review of academic literacy research development: from 2002 to 2019. *Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education*, v. 7, n. 1, p. 1-22, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40862-022-00130-z>.

- European Union. *Skills 4 Employability*. [s. l.]: CONEXX-EU, 2020. Disponible en: <https://conexxeurope.eu/en/portfolio/skills-4-employability/>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Fadel, C.; Groff, J. S. Four-Dimensional Education for Sustainable Societies. In: Cook, J. W. (ed.). *Sustainability, Human Well-Being, and the Future of Education*. [s. l.]: Palgrave Macmillan, 2019. p. 269-281. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78580-6_8
- Fernández Robles, B. Adopción de la realidad aumentada por estudiantes del grado de educación primaria. In: Roig Vila, R. (coord.). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. Barcelona: Octaedro, 2016. p. 432-439. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6026432>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Fombona Cadavieco, J.; Pascual Sevillano, M. Á.; Agudo Prado, S. Herramientas docentes interactivas basadas en la tecnología de Realidad Aumentada. In: Roig Vila, R. (coord.). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. Barcelona: Octaedro, 2016. p. 1628-1635. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6066213>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Fombona, J.; Pascual, M. A. La producción científica sobre Realidad Aumentada, un análisis de la situación educativa desde la perspectiva SCOPUS. *Revista de Educación mediática*, v. 6, n. 1, p. 39-61, 2017. Disponible en: <https://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/view/5807/5441>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Fombona, J.; Pascual-Sevillano, M. A.; González-Videgaray, M. C. M-learning y realidad aumentada: revision de literatura científica en el repositorio WoS. *Comunicar*, v. 25, núm. 52, pág. 63-72, 2017. Doi: <https://doi.org/10.3916/C52-2017-06>.
- Gerup, J.; Soerensen, C. B.; Dieckmann, P. Augmented reality and mixed reality for healthcare education beyond surgery: An integrative review. *International Journal of Medical Education*, v. 11, p. 1-18, 2020. Doi: <https://doi.org/10.5116/ijme.5e01.eb1a>.
- Gervais, J. The operational definition of competency-based education. *The Journal of Competency-Based Education*, v. 1, n. 2, p. 98-106, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1002/cbe2.1011>.
- Giovanny-Hidalgo, C. G.; Llanos-Mosquera, J. M.; Bucheli-Guerrero, V. A. (2021). Una revisión sistemática sobre aula invertida y aprendizaje colaborativo apoyados en inteligencia artificial para el aprendizaje de programación. *Tecnura*, v. 25, n. 69, p. 196-214, 2012. Doi: <https://doi.org/10.14483/22487638.16934>.
- Hernández-Ortega, J.; Rayón-Rumayor, L. Teléfonos móviles, redes sociales y praxis en adolescentes. *Revista Educatio Siglo XXI*, v. 39, n. 3, p. 135-156, 2021. Doi: <https://doi.org/10.6018/educatio.427011>.
- Izquierdo-Cuéllar, Y.; Pérez-Forteza, Y. (2020). Competencias mediáticas para la ciudadanía en tiempos de fakenews. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, v. 13, n. 9, p. 41-54. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590295>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Joint Research Centre's Publications. *JRC*, 2023. Disponible en: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Lai, C. L. Trends of mobile learning: A review of the top 100 highly cited papers. *British Journal of Educational Technology*, v. 51, n. 3, p. 721-742, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1111/bjet.12884>.
- Little, W. B. *et al.* Is Augmented reality the new way for teaching and learning veterinary cardiac anatomy?. *Medical Science Educator*, v. 31, n. 2, p. 723-732, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s40670-021-01260-8>.
- Llena, C. *et al.* Implementation of augmented reality in operative dentistry learning. *European Journal of Dental Education: Official Journal of the Association for Dental Education in Europe*, v. 22, n. 1, e122-e130, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1111/eje.12269>.
- Marin-Suelves, M. *et al.* Análisis del estado del arte sobre el uso de los videojuegos en Educación Infantil y Primaria. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation* v. 7, n. 2, p. 4-18, 2021. Doi: <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i2.11541>.
- Martínez-López, V. *et al.* La herramienta Kahoot! como propuesta innovadora de gamificación educativa en Educación Superior. *Digital Education Review*, v. 42, p. 34-49, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1344/der.2022.42.34-49>.
- Martínez-Sala, A. M.; Alemany-Martínez, D. Redes Sociales Educativas para la adquisición de competencias digitales en Educación Superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, v. 27, n. 92, p. 209-234, 2022. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v27n92/1405-6666-rmie-27-92-209.pdf>. Consultado el: 27 de julio de 2023. Acceso en: 27 jul. 2023.

- Marzal, M. A. Una propuesta taxonómica para las multialfabetizaciones y sus competencias. *Profesional de la Información*, v. 29, n. 4, p. 1-17, 2020. Disponible en: <https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/75656>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- McGowan, U. Integrated academic literacy development: Learner-teacher autonomy for MELTing the barriers. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, v. 15, n. 4, p. 1-19, 2018. Disponible en: <https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1909&context=jutlp>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Michelson, A. A short history of visual literacy: The first five decades. *Art Libraries Journal*, v. 42, n. 2, p. 95-98, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1017/alj.2017.10>.
- Nigay, L.; Coutaz, J. A design space for multimodal systems: concurrent processing and data fusion. In: Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '93). 1993, New York. *Proceedings [...]*. New York: Association for Computing Machinery, 1993. p. 172-178. <https://doi.org/10.1145/169059.169143>
- Papadokostaki, K. et al. Mobile learning in the era of IoT: Is ubiquitous learning the future of learning?. in: Papadakis, S.; Kalogiannakis, M. (ed.). *Mobile Learning Applications in Early Childhood Education*. Hershey: IGI Global, 2020. p. 252-280. Disponible en: <https://psycnet.apa.org/doi/10.4018/978-1-7998-1486-3>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Park, Y. et al. Emergence of new disease: How can artificial intelligence help? *Trends in Molecular Medicine*, v. 26, n. 7, p. 627-629, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2020.04.007>.
- Petrowski, M. J. 2021 ACRL Environmental Scan. *ACRL Insider*, 13 may 2021. Disponible en: <https://acrl.ala.org/acrlinsider/2021-acrl-environmental-scan/>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Rodríguez-Abad, C. et al. A Systematic review of augmented reality in health sciences: A guide to decision-making in Higher Education. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 8, e4262, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph18084262>.
- Solimine, G.; Marzal, M. A. Proposal of Visual Literacy Indicators for competencies courses. An academic literacy perspective for academic excellence. *Archives and Information Science*, v. 11, n.1, p. 17-35, 2020. Doi: <https://doi.org/10.4403/jlis.it-12577>.
- Stopar, K.; Bartol, T. Digital competences, computer skills and information literacy in secondary education: mapping and visualization of trends and concepts. *Scientometrics*, v. 118, n. 2, p. 479-498, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2990-5>.
- Troussas, C.; Krouska, A.; Sgouropoulou, C. Collaboration and fuzzy-modeled personalization for mobile game-based learning in higher education. *Computers & Education*, v. 144, 103698, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103698>.
- Tuiran Acevedo, M. Inteligencia artificial en relación con la medicina. *Ingenierías USBMed*, v. 12, n. 2, p. 74-80, 2021. Disponible en: <https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/5098/4134>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Vargas, M. et al. Inteligencia artificial en medicina: Métodos de modelamiento (Parte I). *Revista Chilena de Anestesia*, v. 51, n. 5, p. 527-534, 2022. Doi: <https://doi.org/10.25237/revchilanestv5129061230>
- Vuorikari, R.; Kluzer, S.; Punie, Y. *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens: With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union, 2022. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2760/115376>. Acceso en: 27 jul. 2023.
- Zafar, S.; Zachar, J. J. Evaluation of Holo Human augmented reality application as a novel educational tool in dentistry. *European Journal of Dental Education: Official Journal of the Association for Dental Education in Europe*, v. 24, n. 2, p. 259-265, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1111/eje.12492>.

Agradecimientos

Al Dr. D. Ignacio de Gaspar Simón, Profesor Contratado Doctor en el Departamento de Anatomía y Embriología de la Facultad de Veterinaria (UCM, Universidad Complutense de Madrid), por su guía y consulta de los resultados del Proyecto de Innovación Convocatoria 2020/2021, N.º de proyecto 46.

Colaboración

Conceptualización: M. A. MARZAL. Tratamiento de datos: M. C. GÓMEZ. Metodología: M. C. GÓMEZ. Investigación: M. A. MARZAL. Administración de Proyectos: M. A. MARZAL. Supervisión y Validación: M. A. MARZAL y M. C. GÓMEZ. Escritura original y Escritura revisión y edición: M. A. MARZAL y M. C. GÓMEZ.