

Aprendizaje de mecanismos en la Universidad: Máquinas antiguas en Realidad Aumentada - Cabria Romana

María Ana Sáenz Nuño | Universidad Pontificia Comillas | msaenz@comillas.edu
Olga Martín Carrasquilla | Universidad Pontificia Comillas | olmartin@comillas.edu
María Rosa Salas Labayén | Universidad Pontificia Comillas | rsalas@comillas.edu
Victoria Montes Gan | Universidad Pontificia Comillas | vmontes@comillas.edu
Juan Luis Zamora Macho | Universidad Pontificia Comillas | zamora@comillas.edu
Néstor Pérez Mallada | Universidad Pontificia Comillas | nestor.perez@comillas.edu
Rubén Arroyo Sanz | Investigador Independiente | rvnarroyo@gmail.com

Resumen

En la Universidad Pontificia Comillas se ha desarrollado un proyecto de innovación de prototipado y modelado en Realidad Aumentada de máquinas, para su uso en el grado de Educación primaria e infantil, con un enfoque particular en la enseñanza y el aprendizaje de máquinas y mecanismos, contenidos del ámbito de la Educación STEM y del currículo de Primaria. El modelo funcional de la máquina en Realidad Aumentada (RA), se utiliza para explorar minuciosamente los fundamentos teóricos que subyacen en los mecanismos del sistema. Se estudian los parámetros que determinan los rangos de trabajo del sistema y se visualiza de una forma muy sencilla en la cabria. De este modo, el alumnado de tercer curso de Doble Grado de Educación Primaria e Infantil y CAFYD tiene la oportunidad de familiarizarse con los mecanismos y comprender su funcionamiento. Posteriormente, el objetivo es que el alumnado, futuros maestros y maestras, sean capaces de diseñar prototipos y maquetas similares a las que prepararán para su futura enseñanza. En este proyecto se presenta el trabajo desarrollado y los resultados recogidos hasta la fecha.

Abstract

At Comillas Pontifical University we have developed an innovation project of prototyping and modeling in Augmented Reality of machines, for use in primary and early childhood education, with a particular focus on the teaching and learning of machines and mechanisms, contents of the field of STEM education and the primary curriculum. The functional model of the machine in Augmented Reality (AR) is used to explore in detail the theoretical foundations underlying the mechanisms of the system. The parameters that determine the working ranges of the system are studied and the rafter is visualised in a very simple way. In this way, students in the third year of the Double Degree in Primary and Infant Education and CAFYD have the opportunity to familiarise themselves with the mechanisms and understand how they work. Subsequently, the aim is for the students, future teachers, to be able to design prototypes and models similar to those they will prepare for their future teaching. This project presents the work carried out and the results collected to date.

Palabras clave

Máquinas y mecanismos sencillos, cabria, grúa, elevación de carga, poleas, tornos, palancas, Realidad Aumentada

Key Words

Simple machines and mechanisms, winches, cranes, cranes, load lifting, pulleys, winches, levers, Augmented Reality

Introducción

Las exigencias formativas y las demandas asociadas a la digitalización nos enfrentan al reto de favorecer, en el ámbito educativo, el uso de herramientas tecnológicas que contribuyan al desarrollo de las habilidades de aplicación e integración del conocimiento (OECD, 2019). Frente a este reto, con el objetivo de fortalecer las competencias de los futuros maestros y maestras se presenta un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) que concreta el proceso de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva de cooperación entre profesorado que, mediante el trabajo en equipo, comparte recursos, espacios y tiempos.

El PIE, denominado “PrimProt: Diseño y desarrollo estratégico para la construcción de mecanismos para la Educación STEM en tercer curso de Doble Grado de Educación Primaria e Infantil y CAFYD” fue aprobado para su ejecución en los cursos 22-23 y 23-24. Surge de la necesidad de diseñar propuestas STEM para el aula de Educación Primaria que favorezcan los procesos de enseñanza y aprendizaje desde una orientación interdisciplinar (UNESCO, 2021). La educación STEM prepara a los estudiantes para las demandas del siglo XXI, al involucrarlos en aplicaciones del mundo real, promoviendo sus capacidades para abordar problemas complejos y desarrollar competencias críticas y analíticas, así como habilidades de colaboración, comunicación, resolución de problemas y autoaprendizaje (Swafford, 2017).

Actualmente, la formación inicial del profesorado se enfrenta al reto de favorecer el desarrollo de capacidades cognitivas, prácticas y emocionales para afrontar la incertidumbre, complejidad y singularidad que caracterizan cada vez más su práctica profesional (Song, 2019). Encontramos que uno de los principales desafíos de la Educación STEM es mejorar las actitudes de los docentes hacia la enseñanza de las ciencias, hacia la Educación STEM y hacia la integración de las tecnologías en la enseñanza (Toma y García-Carmona, 2021; Leal y Rojas, 2020).

Estudios como los de Aalderen-Smeets y Molen (2015) muestran relaciones estadísticamente significativas entre la autoeficacia del profesorado en formación y su interés hacia las ciencias. Por eso resulta alarmante que el profesorado de primaria de manifieste, por lo general, una baja autoeficacia tanto para hacer ciencia como para enseñarlas (Sultan et al., 2018). En este sentido se debe tener en cuenta que la baja autoeficacia percibida por el profesorado provoca que sean menos capaces de estimular el interés y una actitud positiva en sus estudiantes hacia las asignaturas del ámbito científico y tecnológico (Demirkol et al., 2022). Lazarides et al. (2021) muestran en sus investigaciones que una mayor autoeficacia sobre una capacidad docente deriva en un mejor desempeño.

De la misma manera diferentes investigaciones señalan que los docentes en formación experimentan una falta de confianza en su capacidad para incorporar tecnologías en sus clases (Tondeur et al., 2015). Estudios como los de Kavanoz et al. (2015) y Valtonen et al. (2015) indican que el profesorado en formación con niveles más altos de autoeficacia tienden a utilizar las TIC con mayor frecuencia. Se ha observado una correlación positiva entre la autoeficacia para el uso de las TIC como herramienta de apoyo y la eficacia para emplearlas en el entorno educativo (Tondeur et al, 2017). En este contexto, se destaca que un nivel elevado de autoeficacia está directamente relacionado con el desarrollo de las competencias digitales (Instefjord & Munthe, 2017).

Este hecho ha llevado a ofrecer un modelo de intervención que se apoya en el trabajo cooperativo, la mentoría y la enseñanza recíproca y que supone la colaboración entre asignaturas y profesorado de dos Grados y titulaciones de la Universidad Comillas [Grado en Tecnología Industriales y Grado en Educación Primaria e Infantil y Doble Grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y Educación Primaria (CAFYD)].

Con este trabajo, se presta al alumnado de tercer curso de Doble Grado de Educación Primaria e Infantil y CAFYD la oportunidad de diseñar un proyecto de innovación para la Educación STEM que integre los conocimientos de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales enriquecidos con aportaciones de la asignatura de Física por parte del Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). La propuesta incluye el diseño, desarrollo, construcción y prueba de prototipos como representación tangible de la solución o de la parte de la solución a los problemas planteados y el uso de la RA para complementar la explicación de su funcionamiento mediante realidad aumentada (RA).

Las aplicaciones de RA han suscitado un creciente interés en las últimas dos décadas, posicionándose como una tecnología emergente que amalgama información física y digital en un espacio común, potenciando así la comprensión del entorno circundante (Mascarell, 2022). Villalustre (2020) destaca que la realidad aumentada facilita la interacción en tiempo real entre usuarios y contenidos aumentados, generando una realidad mixta mediante un registro tridimensional creado a partir de imágenes reales, capaz de enriquecer la información visual preexistente. En el ámbito educativo, la realidad aumentada se ha consolidado como una herramienta comúnmente utilizada (Fernández, 2017) y ha emergido como un tema de estudio clave en los últimos años. Un factor determinante para su adopción generalizada es la eliminación de la necesidad de hardware costoso y maquinaria avanzada, como las pantallas montadas en la cabeza (Akçayır & Akçayır, 2017). La integración de la RA aborda diversos desafíos intrínsecos en la formación científica, como la falta de equipos de laboratorio adecuados, errores en los equipos y la dificultad para simular experimentos específicos (Cai et al., 2017).

En comparación con los métodos pedagógicos tradicionales la RA tiene la capacidad de crear entornos mejorados en 3D, aumentando la motivación y el compromiso del alumnado, enriqueciendo la representación de la información espacial y facilitando el desarrollo de habilidades técnicas superiores (Hwang et al., 2016; Sotiriou & Bogner, 2008).

La tecnología de RA puede mejorar significativamente los resultados educativos de los futuros profesores al permitirles participar en auténticas exploraciones proporcionando experiencias que no todos pueden realizar (Akçayır et al., 2016).

En este artículo se presenta el primer prototipo completado con su representación en RA. Todos los diseños se complementan con una guía didáctica que aporta los fundamentos mecánicos de la máquina, dotándole de conocimientos STEM para su implementación en la futura labor como profesores STEM. El objetivo principal del Proyecto es diseñar y analizar de manera cooperativa, mecanismos sostenibles para la enseñanza de la mecánica y sus principios. Entre las máquinas seleccionadas, la Cabria Romana ha sido completamente desarrollada y sometida a pruebas exhaustivas.

El objetivo general anterior se concreta en los siguientes objetivos específicos:

- Dotar al futuro maestro y maestra de las estrategias necesarias para el desarrollo de material docente imprescindible en la Educación STEM.
- Transferir los aprendizajes STEM sobre mecanismos a un plano práctico.
- Utilizar la RA en el aula para animar al alumnado a participar más activamente en su aprendizaje.
- Reforzar la Educación STEM en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria.
- Desarrollar las competencias de comunicación y colaboración, pensamiento crítico, resolución de problemas y la autoeficacia a través de una propuesta STEM.

Todos los proyectos tienen como eje vertebrador el diseño de mecanismos a lo largo de la historia. Esto contribuirá al impulso de valores y actitudes que deben permitir al alumnado gestionar los recursos necesarios y seleccionar, de manera ética, eficiente y sostenible aquellos que les permitan convertir una idea en prototipo.

Justificación del trabajo

El objetivo general del proyecto de innovación supone llevar a término el proceso de creación de mecanismos que sean representativos para la vida de las personas, utilizando metodologías activas caracterizadas por dar mayor protagonismo al estudiante en su formación (Jiménez, et al., 2020). Se pretende también fomentar el trabajo colaborativo y organizar y estimular la adquisición de aprendizajes autónomos y permanentes, apoyándose en el trabajo manipulativo y la RA. Este enfoque se considera una oportunidad para aprender a diseñar propuestas en el contexto de la Educación STEM (Bybee, 2013).

El valor del proyecto radica en la estrecha colaboración entre la Facultad de Ciencias Humanas y Sociales (Departamento de Educación, Métodos de Investigación y Evaluación desde la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales) y la de Ingeniería Mecánica (DIM). Desde la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales se enriquecen las aportaciones realizadas a modo de mentoría de la Ingeniería Mecánica (DIM) mediante la aplicación al prototipado de metodologías didácticas innovadoras que permitan al alumnado elaborar hipótesis y demostrarlas a través de la indagación (Frutos et al., 2020). Esto permitirá desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas. De esta manera, el alumnado de Doble Grado de Educación Primaria e Infantil y CAFYD podrá poner en juego las competencias específicas relacionadas con el planteamiento y resolución de problemas asociados con las ciencias en la vida cotidiana, valorando estas como un hecho cultural (OECD, 2019).

El alumnado de Doble Grado de Educación Primaria e Infantil y CAFYD fundamentará el prototipado que realice desde el punto de vista epistemológico y didáctico-pedagógico, enmarcando la propuesta en una situación de aprendizaje de acuerdo a los requisitos de la normativa educativa vigente (LOMLOE, 2020).

Los mecanismos sencillos que se implementarán, dotarán al alumnado de Grado de los primeros conocimientos básicos para su introducción en el mundo de la robótica.

Además, los estudiantes serán introducidos en el manejo de herramientas innovadoras, como son la Realidad Virtual, y en particular la Realidad Aumentada para

favorecer la creación de entornos activos de enseñanza (Akçayır & Akçayır, 2017) y despertar un elevado grado de satisfacción y actitudes positivas (Cheng, 2017; Díaz Noguera et al., 2017). En el apartado correspondiente, se detalla el proceso que se ha seguido en el caso de una Cabria Romana.

Método

El trabajo desarrollado ha culminado en el prototipado y diseño en RA de una Cabria Romana que sirve como referencia a los estudiantes en el desarrollo de su propio mecanismo o máquina.

El Proyecto de Innovación se está llevando a cabo en varias fases cuya síntesis se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales acciones llevadas a cabo en las fases del proyecto.

Fase	Acción
Fase 1. Introducción teórica	Explicación de la propuesta formativa. Formación de los grupos de trabajo. Sesión de docencia compartida.
Fase 2. Prototipado en Realidad Aumentada y maquetas	Prototipado en RA de la cabria romana. Construcción de los prototipos.
Fase 3. Evaluación	Análisis e interpretación de la información obtenida de la investigación.

Fase 1: Introducción teórica

Durante esta fase, en el marco de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales (6 ECTS), el alumnado se ha organizado en grupos cooperativos compuestos por 4 ó 5 miembros. El objetivo prioritario ha sido elaborar el marco teórico necesario para fundamentar el prototipado de las máquinas. Durante esta fase se ha realizado una revisión bibliográfica exhaustiva para explorar cómo a través de la historia el ser humano ha intentado optimizar la realización de sus actividades cotidianas a través de dispositivos y avances tecnológicos. De esta manera, han realizado un recorrido histórico de cómo han evolucionado las máquinas desde la antigüedad hasta la actualidad.

Además, a cada uno de los grupos se le ha asignado una máquina o mecanismo antiguo específico para estudiar sus principios de funcionamiento inicialmente. Tomando como ejemplo la Cabria Romana, los autores del proyecto llevaron a cabo las siguientes actividades en esta primera etapa: a) la creación de un vídeo explicativo del fundamento de funcionamiento; b) la construcción de una maqueta a escala de la máquina; y c) la elaboración de un modelo en Realidad Aumentada que permite al alumnado manipularlo.

El vídeo explicativo se produjo en colaboración con la Sociedad de Ingeniería de Fabricación, específicamente con el grupo PATRIF, del cual la autora principal de este trabajo forma parte. Este grupo se dedica al estudio, modelado y divulgación del Patrimonio Histórico de Ingeniería. Ya han tenido experiencias de colaboración previas, como se detalló en el XIX Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero de la SEDPGYM, donde presentaron una experiencia sobre el modelado virtual y prototipado físico de un trapiche (Sebastián Pérez et al., 2022).

Los vídeos que se muestran a los estudiantes, que están disponibles gratuitamente, abordan los siguientes aspectos:

Aspectos teóricos. Los vídeos abordan los fundamentos conceptuales que los estudiantes necesitan conocer sobre los mecanismos o máquinas. A continuación, se presenta uno de los vídeos que se ha elaborado en colaboración con la UNED (Figura 1).



Figura 1. Vídeo clase grabada en la UNED para la Introducción a las transmisiones mecánicas históricas, (https://www.youtube.com/watch?v=UkloexDIO_4)

Aspectos históricos. Los vídeos se sumergen en los detalles de la historia de la máquina concreta que se propone trabajar. A continuación, se presenta uno de los vídeos que se ha elaborado en colaboración con la UNED después de realizar una exhaustiva búsqueda histórica en los fondos bibliográficos de la Universidad Pontificia Comillas de Madrid (Figura 2).



Figura 2. Vídeo clase grabada en la UNED sobre Ingenios azucareros en la obra poética del jesuita guatemalteco del siglo XVIII Rafael Landívar, (<https://www.youtube.com/watch?v=cl9VSGIQKaM>)

También, se muestran vídeos que explican el funcionamiento genérico de la máquina (Figura 3).

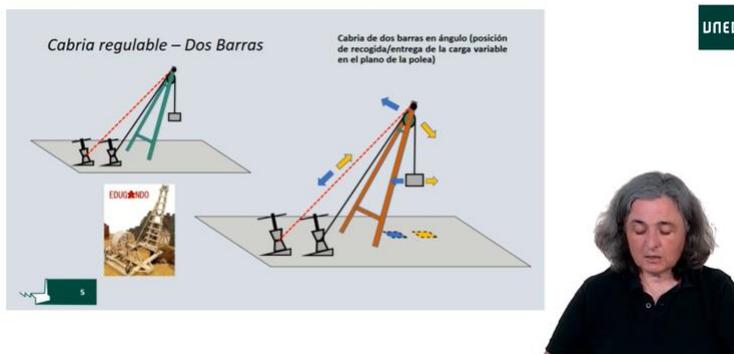


Figura 3. Vídeo clase grabada en la UNED sobre Modelado digital de la Cabria Romana en el que se explica el funcionamiento del mecanismo antes de entrar en el detalle de la Realidad Aumentada, <https://canal.uned.es/video/64df511232e2ca72dd552e92>

Además de los vídeos formativos, se anima a los estudiantes a visitar máquinas reales actuales que emulan las antiguas. De esta manera, se ha tenido la oportunidad de visitar el parque Trebuchet, en Belmonte en el que se expone una máquina que, aunque originalmente diseñada para fines bélicos, sigue un comportamiento muy similar al de la Cabria Romana. Esta experiencia en el parque Trebuchet brinda a los estudiantes una valiosa oportunidad para observar y aprender de manera práctica sobre estos mecanismos históricos.

Toda la formación anteriormente descrita se presentó previamente en la XXII *Semana de la Ciencia de Madrid del 2022*, cuyo programa se puede consultar en el link <https://divulgauned.es/xxi-semana-de-la-ciencia/>. El trabajo realizado sobre la Cabria romana, se divulga también en la Jornada de la XXIII *Semana de la Ciencia del 2023*.

Fase 2: Prototipado en Realidad Aumentada y maquetas

En esta fase se han aplicado los conceptos y principios básicos de la Física mecánica para la concreción de diferentes aspectos del proyecto de prototipado. La profesora de María Ana Sáenz Nuño ha desarrollado un papel de mentora, asesorando al alumnado para dimensionar sus propuestas y presentar el proceso de modelado digital y simulación del funcionamiento de una Cabria Romana, grúa mecánica para la elevación de pesos con tracción humana, en RA. Además, las profesoras de los Grados de Educación han trabajado en el desarrollo de propuestas didácticas y prácticas que el alumnado llevará a cabo en sus proyectos. Este enfoque interdisciplinario y de mentoría brinda un apoyo valioso a los estudiantes en la realización de sus proyectos.

También, se ha contado con el apoyo de vídeos explicativos grabados por los autores de este proyecto. Entre estos, destacan los vídeos prácticos para el modelo virtual y en Realidad aumentada y los vídeos descriptivos de cómo construir el modelo físico que se desarrollan a continuación.

Vídeos prácticos para el modelo virtual y en Realidad Aumentada

Para la realización de estos vídeos se utilizan herramientas que modelan y simulan plenamente al detalle el modelo teórico con herramientas como Solidworks (Figura 4).

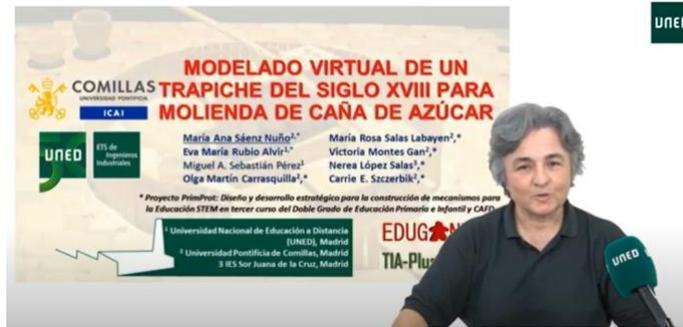


Figura 4. Vídeo clase grabada en la UNED sobre Modelado virtual de un trapiche del siglo XVIII para molienda de la caña de azúcar, https://www.youtube.com/watch?v=i1Ax6B-_Vac

Después se entra en el detalle de modelos hechos en Sketch Up que permiten su uso en Realidad Aumentada (Figura 5).



Figura 5. Vídeo clase grabada en la UNED sobre Modelado digital de la Cabria Romana, <https://canal.uned.es/video/64df511232e2ca72dd552e92>

En este último se muestra el uso de la Realidad Aumentada como herramienta docente, de la forma que se muestra en la Figura 6.

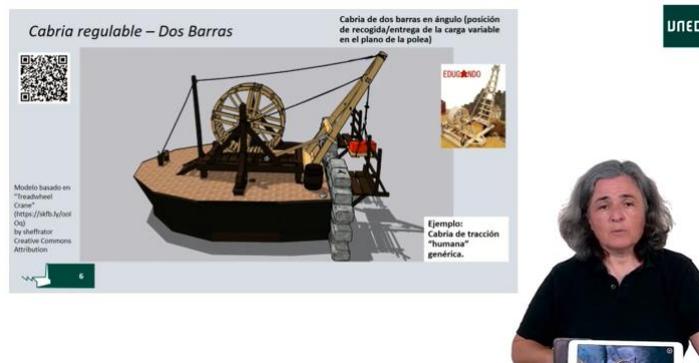


Figura 6. Vídeo clase grabada en la UNED sobre modelado digital de la Cabria Romana, donde se muestra el modelo de la máquina que está disponible para RA <https://canal.uned.es/video/64df511232e2ca72dd552e92>

La Cabria romana modelada por los autores de este trabajo está disponible gratuitamente en el enlace de la imagen y se corresponde con este enlace: (<https://3dwarehouse.sketchup.com/search/models?q=cabria+romana&order=relevance&direction=desc>)

De esta manera, mientras el alumnado sigue la explicación, puede “mover” la máquina en Realidad Aumentada haciendo los mismos movimientos con su teléfono móvil o Tablet, sin necesidad de instalar ningún software o aplicación específica. Esto ofrece a los estudiantes una experiencia interactiva y práctica para comprender mejor el funcionamiento de la máquina que fomenta la adquisición de habilidades y destrezas cognitivas y facilitan el aprendizaje (Martínez Pérez et al., 2021).

También se muestra cómo una vez construido el modelo, se puede visualizar con un simple móvil sin ninguna aplicación especial o con una Tablet (<https://canal.uned.es/video/64df511232e2ca72dd552e92>)

Videos descriptivos de cómo construir el modelo físico, que guían al estudiante en la construcción del modelo físico, especialmente teniendo en cuenta que son futuros docentes de primaria. Estos vídeos son valiosos recursos de formación que facilitan la comprensión práctica de los mecanismos que están estudiando (<https://canal.uned.es/video/64df511232e2ca72dd552e9c>; <https://canal.uned.es/video/64df511232e2ca72dd552e97>)

Finalmente la maqueta física construida por las alumnas es la que puede observarse en la Figura 7.



Figura 7. Maqueta de la Cabria Romana (Elaboración propia)

Al finalizar el proyecto cada grupo de estudiantes presenta al resto su prototipo, junto con su unidad didáctica o situación de aprendizaje. Cada propuesta es valorada por los estudiantes y por varias profesoras, mediante una rúbrica elaborada desde la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Una vez terminado el prototipado se aplicarán medidas post-tratamiento sobre las variables fundamentales del estudio: autoeficacia docente para el desarrollo de propuestas relacionadas con la Educación STEM y el trabajo cooperativo en la formación de maestros.

Fase 3: Evaluación

En esta fase se procederá al análisis e interpretación de la información obtenida de la investigación realizada con el objetivo de mejorar los procesos de enseñanza-

aprendizaje en la formación de maestros y maestras relacionados con la Educación STEM. Estos análisis se agruparán en dos aspectos:

- Evaluación de la progresión del aprendizaje del alumnado en las variables fundamentales (autoeficacia y trabajo cooperativo).
- Valoración de las dificultades, limitaciones y beneficios de la realización del proyecto con el propósito de generar conclusiones que puedan ser de utilidad como modelo de referencia para otros cursos y asignaturas en el futuro. Estos análisis y valoraciones ayudarán a comprender el impacto y la efectividad del Proyecto y permitirán la identificación de áreas de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Actualmente se está llevando a cabo la fase II del proyecto, por lo que no se ha recogido información sobre esta parte.

Recursos

Para el desarrollo del proyecto, se utilizan diversas herramientas TIC y programas especializados. Algunas de las herramientas y programas utilizados incluyen:

- Para la organización del trabajo Microsoft Teams.
- Para la redacción de las propuestas Microsoft Word.
- Dentro del proyecto se fomenta el uso de recursos digitales, especialmente en la presentación y comunicación de los proyectos. Se utilizan herramientas y programas como Realidad Aumentada, Realidad Virtual, OBS Studio, Openshot, iMovie, Touchcast, creación de blogs, y programas de diseño en 3D como SolidWorks, SketchUp, TinkerCAD, Fusion, Pepakura, entre otros. Estas herramientas y programas especializados son fundamentales para facilitar el trabajo colaborativo, la creación de contenido digital y la presentación de proyectos relacionados con el Proyecto.

Resultados y discusión

La investigación en torno a las máquinas constituye un marco idóneo para que los estudiantes de Doble Grado de Educación Primaria e Infantil y CAFYD resuelvan problemas a través de proyectos de diseño. Permite desarrollar competencias relacionadas con las ciencias, las matemáticas, la tecnología y la ingeniería (STEM) y se presta a desarrollar el pensamiento divergente y la creatividad, a través del diseño, la construcción y manipulación de máquinas y artefactos sencillos (Aalderen-Smeets & Molen, 2015). Además, el planteamiento y desarrollo de proyectos tecnológicos relacionados con las máquinas, promueve una implicación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje ya que los errores cometidos y las dificultades, que surgen durante la ejecución de los mismos, les permiten abordar estrategias de resolución de problemas y reforzar formas de comunicación que se enriquecen con el uso de un lenguaje más próximo al científico-tecnológico (Jiménez eta al, 2020).

Por ello, los principales resultados de aprendizaje que se esperan de este proyecto incluyen:

- Indicar al alumnado la importancia y los pasos necesarios a seguir para la adopción del papel de diseñadores de experiencias interdisciplinares.
- Mostrar a la comunidad educativa los beneficios de compartir recursos, espacios y tiempos entre los docentes para planificar y diseñar de forma consensuada y coherente propuestas interdisciplinares.
- Realizar un estudio empírico para el análisis del efecto que en la formación del profesorado tienen las propuestas relacionadas con la Educación STEM.
- Desarrollar un modelo de acción que permita ejemplificar cómo cooperar desde titulaciones distintas.
- Transmitir la utilidad del uso de la Realidad Aumentada en el aula. Este último resultado lo consideramos esencial ya que los estudiantes del Grado de Educación no suelen disponer de herramientas que les ayuden a desarrollar la visión espacial, y a menudo carecen de formación técnica (Sultan et al, 2018). Sin embargo, proporcionarles la oportunidad de adquirir estos conocimientos a través de la Realidad Aumentada ha resultado ser una experiencia altamente motivadora. Por tanto, se presenta como una herramienta valiosa como complemento a la enseñanza tradicional (Valtonen et al., 2015). Actualmente se está preparando una versión más avanzada para su uso en ingeniería, parametrizando el modelo y estudiando el uso de distintos materiales, apoyándonos en la visualización en Realidad Aumentada. Esta evolución demuestra el potencial continuo de la Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza en diversos campos.

Se está comprobando que el valor de un proyecto que utiliza maquetas en la enseñanza de las máquinas destaca por varias razones fundamentales. La maqueta se presenta como una herramienta que facilita la proyección clara y comprensible de ideas. También es una propuesta que permite la participación activa del alumnado, al tiempo que promueve la construcción, comprensión y aplicación del conocimiento (Gómez, 2022).

El planteamiento y desarrollo de proyectos tecnológicos, utilizando RA, relacionados con máquinas involucran, por tanto, a los estudiantes de manera activa en su aprendizaje, permitiéndoles abordar estrategias de resolución de problemas y fortalecer formas de comunicación. La enseñanza y aprendizaje de máquinas proporcionan a los estudiantes la oportunidad de poner en práctica valores fundamentales del trabajo científico, como observación, análisis, crítica, reflexión, perseverancia, formulación de preguntas, interpretación de datos y experimentación.

Líneas futuras

En el laboratorio de Control de ICAI, se está desarrollando un proyecto con el objetivo final de implementar un laboratorio virtual para el desarrollo y verificación de sistemas de control y navegación autónoma para robots móviles.

Actualmente, estamos experimentando con un vehículo terrestre y un dron (Figura 8), lo que demuestra un enfoque integral para explorar tecnologías de control y navegación en diferentes contextos. El fin último es extender la aplicación a todos los equipos utilizados en el laboratorio de control.

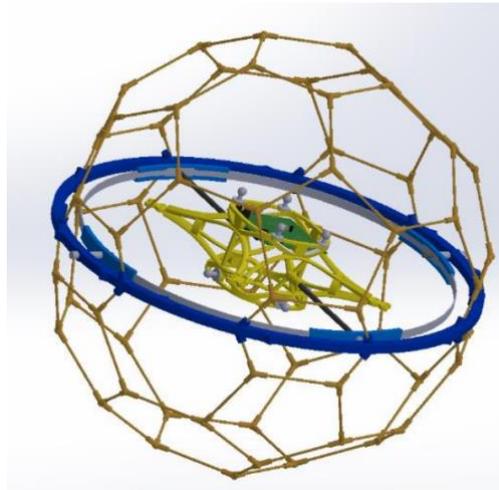


Figura 8. Modelo virtual de dron.

Un usuario de este laboratorio será capaz de acceder virtualmente al laboratorio mediante su avatar, desplazarse libremente por él, interactuar con los avatares de otros usuarios, seleccionar equipos físicos y prácticas predefinidas con las que trabajar individualmente o en colaboración con otros usuarios y verificar virtualmente cualquier desarrollo de código o diseño de un sistema de control con el gemelo virtual del equipo con una percepción lo más realista posible.

Dependiendo de la potencia gráfica del equipo donde se ejecute el entorno, será posible organizar competencias virtuales concurrentes para varios usuarios como carreras de vehículos terrestre o de drones, resolución de laberintos, tareas colaborativas entre robots, etc. Un laboratorio con estas características permitirá la preparación de las prácticas en un entorno virtual como paso previo a su realización en el entorno real, la docencia remota en asignaturas de carácter práctico, la investigación avanzada en la aplicación de la inteligencia artificial a los robots móviles (se necesitan múltiples simulaciones en un entorno lo más realista posible) y la visibilidad y promoción de la Universidad en un área de plena actualidad y de gran impacto social.

A lo largo de este tiempo ya se han desarrollado interesantes Trabajos de fin de grado (TFG) y Trabajos de fin de máster (TFM). Entre estos destaca el TFG *Simulación del vuelo de un dron en un entorno virtual*, realizado por el estudiante Daniel González Rodríguez, y presentado en julio de 2022. Este trabajo, dirigido y codirigido por el Dr. Juan Luis Zamora Macho y la Dra. María Ana Sáenz Nuño, representa un hito en el desarrollo de herramientas y técnicas para la simulación y control de drones en un entorno virtual. Además, la bibliografía citada en este trabajo proporciona una base sólida para el avance continuo en esta área de investigación. Este tipo de proyectos de investigación y trabajos académicos son fundamentales para impulsar la innovación y el conocimiento en el campo de la robótica y la automatización. Estos sistemas se han “modelado” y están disponibles en Realidad Aumentada.

En la pasada edición de Aula en el IFEMA de Madrid en 2023, el uso de la realidad aumentada fue exitosamente acogido por los estudiantes de bachillerato que se acercaron para observar lo que se estaba trabajando en el aula (Figura 9). Este tipo de experiencias en eventos educativos demuestran el interés y la atracción que la tecnología educativa, como la realidad aumentada, puede tener en los estudiantes y cómo puede enriquecer su experiencia de aprendizaje.

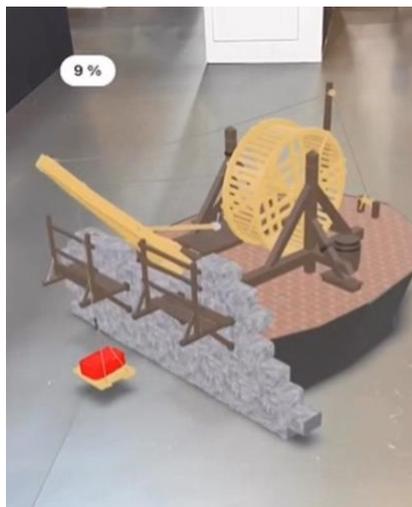


Figura 9. Utilización de la Cabria Romana en Aula 2023 como muestra al alumnado para acercarle a la ingeniería.

Es interesante resaltar que se están realizando esfuerzos significativos para integrar la Realidad Virtual en el enfoque educativo. La Realidad Virtual también ofrece oportunidades para enriquecer la educación y el aprendizaje al sumergir a los estudiantes en entornos virtuales inmersivos. Esta integración de la Realidad Virtual puede abrir nuevas posibilidades para la enseñanza y la comprensión de conceptos complejos, especialmente en campos como la ciencia y la ingeniería. Continuar explorando y desarrollando estas tecnologías innovadoras en la educación es un paso importante hacia el futuro de la enseñanza y el aprendizaje.

Bibliografía

- Aalderen-Smeets, S. v. & Molen, J. H. W. v. d. (2015). Improving primary teachers' attitudes toward science by attitude-focused professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(5), 710-734. <https://doi.org/10.1002/tea.21218>
- Akcayir, M., & Akcayir, G. (2017). Advantages and Challenges Associated with Augmented Reality for Education: A Systematic Review of the Literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Akcayir, M., Akcayir, G., Pektas, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented Reality in Science Laboratories: The Effects of Augmented Reality on University Students' Laboratory Skills and Attitudes toward Science Laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>
- Bybee, R. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association.
- Cai, S., Chiang, F., Sun, Y., Lin, C., & Lee, J. J. (2016). Applications of augmented reality-based natural interactive learning in magnetic field instruction. *Interactive Learning Environments*, 25(6), 778-791. <https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1181094>
- Cheng, K.-H. (2017). Reading an augmented reality book: an exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(4), 53-69.
- Demirkol, K., Kartal, B. & Tasdemir, A. (2022). The Effect of Teachers' Attitudes towards and Self-Efficacy Beliefs Regarding STEM Education on Students' STEM Career Interests. *Journal of Science Learning*, 5(2), 204-215. <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i2.43991>

- Díaz Noguera, M.^a D., Toledo Morales, P. y HervásGómez, C. (2017). Augmented reality applications attitude scale (ARAAS): diagnosing the attitudes of future teachers. *The New Educational Review*, 50(4), 215-226. <https://doi.org/10.15804/tner.2017.50.4.17>
- Fernandez, M. (2017). Augmented virtual reality: How to improve education systems. *High Learning Research Communications (HLRC)*, 7(1), 1–15. <https://doi.org/10.18870/hlrc.v7i1.373>
- Frutos, M. B., Rojas, R. T., y Domínguez, S. A. (2020). Nuevas competencias del profesorado STEM: un modelo de formación en línea basado en procesos de indagación. In O. Y. A. Gómez & O. L. O. Ortiz (Eds.), *Innovación educativa y gestión del conocimiento*, 67–100. Ediciones USTA. <https://doi.org/10.15332/dt.inv.2020.00868>
- Gómez, B. C. (2022). La maqueta como recurso didáctico para la enseñanza de matemática en arquitectura. *Ingenio*, 5(2), 24-30. <https://doi.org/10.29166/ingenio.v5i2.4083>
- Hwang, G. J., Wu, P. H., Chen, C. C., & Tu, N. T. (2016). Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations. *Interact. Learn. Environ.*, 24(8), 1895–1906. <https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1057747>
- Instefjord, E. J. & Munthe, E. (2017). Educating digitally competent teachers: A study of integration of professional digital competence in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 37-45. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.016>
- Jiménez, D., González, J. J., y Tornel, M. (2020). Metodologías activas en la universidad y su relación con los enfoques de enseñanza. *Profesorado*, 24(1), 76-94. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i1.8173>
- Kavanoz, S., Yuksel, H. & Özcan, E. (2015). Preservice teachers' self-efficacy perceptions on web. *Computers y Education*, 85, 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.005>
- Lazarides, R., Fauth, B., Gaspard, H., & Göllner, R. (2021). Teacher Self-efficacy and Enthusiasm: Relations to Changes in Student-perceived Teaching Quality at the Beginning of Secondary Education. *Learning and Instruction*, 73(8), 1001435. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101435>
- Leal, U. L. A. y Rojas, M. J. E. (2020). Percepciones de autoeficacia y conocimientos TPACK en profesores en formación. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 16(2), 283-296. <https://doi.org/10.15332/22563067.6295>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. Extraído el 19 de octubre de 2023 de <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/BOE-A-2020-17264.pdf>
- Martínez Pérez, S. (2020). Tecnologías de información y comunicación, realidad aumentada y atención a la diversidad en la formación del profesorado. *Transdigital. Scientific Journal*, 1(1), 1-20. <https://doi.org/10.56162/transdigital9>
- Mascarell, D. (2022). Una experiencia educativa basada en la acción participativa mediante dispositivos móviles para la enseñanza creativa. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 12, 141-157. <https://doi.org/10.6018/riite.494061>
- OECD (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2020*. Recuperado de <https://bit.ly/47pZMZc>
- Sebastián M.A.; Sáenz Nuño M.A.; Szczerbik C.; Martín Carrasquilla O.; Salas Labayen R., Montes Gan V.; López Salas N.; Rubio Alvir E. Información tecnológica sobre ingenios azucareros en el poema "Rusticatio mexicana" del jesuita guatemalteco Rafael Landívar, XIX Congreso internacional sobre patrimonio geológico y minero. XXIII sesión científica de la SEDPGYM, 29-2 de octubre de 2022.
- Song, M. (2019). Integrated STEM teaching competencies and performances as perceived by secondary teachers in South Korea. *International Journal of Comparative Education and Development*, 22(2), 131-146. <https://doi.org/10.1108/ijced-02-2019-0016>
- Sotiriou, S. and Bogner, F. X. (2008). Visualizing the invisible: augmented reality as an innovative science education scheme. *Advanced Science Letters*, 1(1), 114-122. <https://doi.org/10.1166/asl.2008.012>

- Sultan, A. A., Henson, H., & Fadde, P. J. (2018). Pre-service elementary teachers' scientific literacy and self-efficacy in teaching science. *IAFOR Journal of Education*, 6(1). <https://doi.org/10.22492/ije.6.1.02>
- Swafford, M. (2017). STEM education at the nexus of the 3-circle model. *Journal of Agricultural Education*, 59(1), 297- 315. <https://doi.org/10.5032/jae.2018.01297>
- Toma, R. B., & García-Carmona, A. (2021) «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 39(1),65-80, https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093_
- Tondeur, J., Aesaert, K., Pynoo, B., Braak, J., Fraeyman, N., & Erstad, O. (2015). Developing a validates instrument to measure preservice teachers' ict competencies: Meeting the demands of the 21st century. *British Journal or Educational Technology*, 1-11. <https://doi.org/10.1111/bjet.12380>
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F. y Baran, E. (2017). A comprehensive investigation of tpack within pre-service eachers' ict profiles: Mind the gap! *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3), 46-60. <https://doi.org/10.14742/ajet.3504>
- UNESCO (2021). Reimagining our futures together: a new social contract for education. UNESCO. Extraído el 19 de octubre de 2023 de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707.locale=en>
- Universidad Pontificia Comillas de Madrid (2021), *Proyectos de innovación docente Convocatoria 2021/2022*. <https://view.genial.ly/5fc508f8aa2fbb0cf7ef7ea5>
- Urueña, L. A. L. & Mesa, J. E. R. (2020). Percepciones de autoeficacia y conocimientos tpacken profesores en formación. *Diversitas*, 16(2). <https://doi.org/10.15332/22563067.6295>
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kintkanen, S., Dillo, P. & Sointu, E. (2015). The impact of authentic learning experiences with ict on pre-service teachers'intentions to use ict for teaching and learning. *Computers y Education*, 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.008>
- Villalustre, L. (2020). Propuesta metodológica para la interacción didáctica de la realidad aumentada en Educación Infantil. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 9(1), 170-187. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.11569>