

Anexo 2 INNOVA
MEMORIA FINAL. COMPROMISOS Y RESULTADOS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE
2025/2026

Identificación del proyecto	
Código	sol-202500299885-tra
Título	Realidad Virtual para el aprendizaje significativo de procesos complejos en el ámbito de las ingenierías
Responsable	Juan Luis Higuera Trujillo

0. Índice

1. Resultados y cumplimiento de objetivos.....	2
2. Impacto en las asignaturas	6
3. Resultados y opinión del estudiantado	8
4. Difusión de resultados.....	11
5. Conclusiones, sostenibilidad y continuidad	12
6. Síntesis de resultados y evidencias	13
7. Referencias	16

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 0	Gestión del proyecto. Garantizar la coordinación, seguimiento y control de todas las actividades del proyecto conforme a cronograma y presupuesto
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	• A0.1. Convocar y celebrar la reunión de inicio (kick-off). • A0.2. Convocar y celebrar reuniones de seguimiento. Se realizarán cinco reuniones clave (inicio del proyecto; inicio de los objetivos 1, 2 y 3, y cierre). • A0.3. Coordinar la gestión administrativa conforme al plan de la UCA. • A0.4. Elaborar un informe intermedio de avance de carácter interno, y un informe final conforme a los requisitos de la UCA.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Se celebraron la reunión de inicio y las reuniones de seguimiento necesarias hasta completar las cinco reuniones clave previstas, garantizando la coordinación entre UCA y TEC durante las distintas fases del proyecto (A0.1, A0.2). Además, se mantuvieron reuniones informales con el profesorado participante para resolver cuestiones específicas de cada asignatura. La gestión administrativa y económica se desarrolló conforme a los procedimientos de la UCA y al presupuesto concedido (A0.3). Asimismo, se realizó el seguimiento interno previsto mediante un informe intermedio de avance y se preparó la documentación final para el cierre y justificación del proyecto (A0.4).

Objetivo nº 1	Poner a punto las tecnologías de realidad virtual para su uso en el aula
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	• A1.1. Actividades generales (comunes a ambas asignaturas): - A1.1.1. Verificación del correcto funcionamiento de los dispositivos de realidad virtual disponibles. - A1.1.2. Seleccionar y diseñar los entornos virtuales inmersivos alineados con los contenidos de cada asignatura. - A1.1.3. Realizar pruebas piloto con al menos 5 estudiantes por asignatura y documentar errores técnicos o de navegación. • A1.2. Actividades específicas: - A1.2.1. Para las asignaturas de orientación creativa, “Teoría y Estética del Diseño Industrial” (UCA) y “Desarrollo de Proyectos Estratégicos de Diseño” (TEC): desarrollo de una experiencia inmersiva centrada en la percepción visual del producto, que permita explorar proporciones, texturas y composición formal desde múltiples ángulos. - A1.2.2. Para las asignaturas de orientación técnica, “Termodinámica” (UCA) y “Diseño de Máquinas Térmicas” (TEC): simulación interactiva del ciclo del motor Stirling, con visualización de los procesos de compresión, expansión y transferencia de calor en un entorno tridimensional.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	En cuanto a las actividades generales, se verificó el funcionamiento de los dispositivos y recursos de RV y se seleccionaron y desarrollaron las experiencias inmersivas de acuerdo con los contenidos de las cuatro asignaturas participantes (A1.1.1, A1.1.2). Se realizaron las pruebas piloto previstas con cinco estudiantes por asignatura antes de iniciar las sesiones. En el TEC se resolvió durante estas pruebas el acoplamiento a los visores de algunos teléfonos de mayor tamaño (A1.1.3).



Objetivo nº 2	Integración de experiencias formativas de RV en el aula. Implementar de manera efectiva las sesiones de realidad virtual en las asignaturas seleccionadas durante el curso académico
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	- A2.1. Convocar una reunión interuniversitaria de coordinación metodológica entre UCA y TEC para alinear los diseños de las sesiones VR. - A2.2. Elaborar una guía docente de integración de RV en el aula, con pautas, ejemplos de actividades y recomendaciones de evaluación. - A2.3. Adaptar la docencia en las asignaturas para incluir dos sesiones VR (en cada asignatura) antes del segundo cuatrimestre. - A2.4. Coordinar la logística y la reserva de espacios para todas las sesiones VR.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	La integración de las experiencias en el aula se articuló mediante una coordinación metodológica conjunta entre UCA y TEC, orientada a homogeneizar su diseño y aplicación (A2.1). Dado el reducido tamaño del equipo, la guía prevista para la integración docente adoptó un formato más operativo y personalizado, articulado

	mediante sesiones síncronas de trabajo con el profesorado en lugar de un documento independiente. Este formato permitió concretar las pautas de uso y evaluación, resolver dudas en tiempo real y ajustar conjuntamente la aplicación de las actividades; se realizaron tres reuniones de coordinación con el TEC y dos con la UCA, requiriendo la coordinación a distancia con el TEC un seguimiento algo mayor (A2.2). Con este marco común, se realizó una sesión por asignatura en lugar de las dos previstas. Cada sesión integró la experiencia y la recogida de información cuantitativa y cualitativa, lo que facilitó su incorporación a la docencia. Coordinar los ritmos académicos de UCA y TEC exigió ajustar la planificación conjunta, y las sesiones pudieron llevarse a cabo en ambas universidades (A2.3, A2.4).
--	--

Objetivo nº 3	Evaluar la percepción estudiantil y el impacto académico de los recursos inmersivos desarrollados, mediante cuestionarios aplicados y analizados en dos universidades, con el fin de medir su utilidad y efectividad docente
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	• A3.1. Diseñar los cuestionarios y focus-groups para evaluar la percepción del estudiantado sobre la utilidad, novedad y relevancia de los recursos aplicados, en las asignaturas de orientación creativa de ambas universidades. • A3.2. Aplicar los instrumentos de evaluación elaborados en la A3.1. • A3.3. Diseñar los cuestionarios y focus-groups para evaluar la percepción del estudiantado sobre la utilidad, novedad y relevancia de los recursos aplicados, en las asignaturas de orientación técnica de ambas universidades. • A3.4. Aplicar los instrumentos de evaluación elaborados en la A3.3. • A3.5. Diseñar los cuestionarios para evaluar el rendimiento académico en los temas relacionados entre las asignaturas de orientación creativa de ambas universidades. • A3.6. Aplicar los instrumentos de evaluación elaborados en la A3.5. • A3.7. Diseñar los cuestionarios para evaluar el rendimiento académico en los temas relacionados entre las asignaturas de orientación técnica de ambas universidades. • A3.8. Aplicar los instrumentos de evaluación elaborados en la A3.7. • A3.9. Análisis comparativo de la evaluación obtenida en las A3.2, A3.4, A3.6 y A3.8.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	En cuanto al diseño de los instrumentos de evaluación, se prepararon herramientas específicas para medir tanto la percepción del estudiantado como el aprendizaje en las dos orientaciones formativas y en ambas universidades (A3.1, A3.3, A3.5, A3.7). La evaluación de la percepción se amplió respecto a lo inicialmente previsto: además de utilidad, novedad y relevancia, se incorporaron ítems de motivación intrínseca y experiencia de usuario y preguntas abiertas. Estas últimas permitieron integrar la vertiente cualitativa inicialmente planteada mediante focus-groups en un formato más eficiente y compatible con el tiempo disponible en el aula. En cuanto a su aplicación, antes de cada experiencia se recogieron la dificultad prevista y las respuestas a las preguntas de aprendizaje; después, la dificultad experimentada, el aprendizaje, la valoración del recurso, la motivación intrínseca, la experiencia de uso y las respuestas abiertas. Esta estructura común en las asignaturas creativas y técnicas de UCA y TEC permitió contrastar las respuestas entre momentos y describir patrones por orientación y universidad (A3.2, A3.4, A3.6, A3.8). La evaluación combinó así percepción, experiencia de uso, respuestas cualitativas y medidas objetivas de aprendizaje, generando una base de información más amplia que la inicialmente prevista.

	En cuanto a la percepción del estudiantado, el recuento de las cuatro asignaturas mostró una valoración favorable (A3.9): 104 de las 136 respuestas finales (76,5 %) estuvieron muy o completamente de acuerdo con que la innovación favoreció la comprensión o la adquisición de competencias. La proporción fue del 81,0 % en las asignaturas técnicas (64/79) y del 70,2 % en las creativas (40/57); este último resultado es descriptivo y se ampliará cuando concluya su análisis específico. Las respuestas de “bastante” o “mucha dificultad” fueron 35/138 (25,4 %) antes y 15/136 (11,0 %) después. Se trata de una valoración del estudiantado que complementa las medidas directas de aprendizaje. En cuanto al análisis del aprendizaje objetivo, los resultados de la experiencia técnica reforzaron esta tendencia (A3.9). En la submuestra publicada de 40 estudiantes de las asignaturas técnicas, seleccionados aleatoriamente (20 en UCA y 20 en TEC) y evaluados inmediatamente antes y después con tres preguntas, la puntuación media aumentó de 1,70 a 2,48 sobre 3, mientras que el porcentaje que alcanzó la puntuación máxima pasó del 20 % al 60 %. La mejora fue estadísticamente significativa en el conjunto de la muestra ($p < 0,001$) y también de forma independiente en UCA ($p = 0,020$) y TEC ($p = 0,003$). Además, no se observaron diferencias significativas entre universidades ni antes ni después de la intervención, mostrando un patrón de mejora en ambos contextos. Esta primera evaluación recoge el aprendizaje inmediato; el análisis de otras preguntas forma parte de la continuación de la investigación.
--	--

Objetivo nº 4	Llevar a cabo la difusión de los avances y resultados generados durante el desarrollo del proyecto.
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	- A4.1. Comunicar la validación técnica de los entornos de RV, con materiales visuales y retroalimentación preliminar, en el ASME IMECE (o congreso similar). - A4.2. Comunicar la metodología y resultados educativos del uso de RV en el aula en el congreso IEEE EDUCON (o congreso similar).
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Se realizaron las dos comunicaciones previstas, aunque la primera se reorientó desde la validación técnica hacia la valoración pedagógica del recurso 360°. En cuanto a la primera línea de difusión, la implementación y evaluación inicial del recurso de RV, incluidos los materiales visuales empleados y la retroalimentación del estudiantado sobre su utilidad, novedad y relevancia, se comunicaron mediante el trabajo More than novelty: Students' perceived pedagogical value of a 360° engine visualization experience (A4.1; DOI: 10.21125/edulearn.2026.1846). En cuanto a la segunda, la metodología de evaluación y los resultados educativos obtenidos se difundieron mediante Seeing differently. Pre-post preliminary evidence of improved conceptual understanding of an engine through a 360° virtual environment (DOI: 10.21125/edulearn.2026.1847), centrado en la evidencia objetiva de aprendizaje antes y después de la experiencia (A4.2). Ambas contribuciones se presentaron en EDULEARN26, congreso expresamente contemplado en la solicitud como alternativa a IMECE y EDUCON. Se basaron en la primera prueba técnica en pantalla: sus datos estaban disponibles dentro de los plazos del congreso y permitían comunicar de forma clara un estudio delimitado, mientras continuaba el análisis del resto de preguntas y de las experiencias con visores para publicaciones de mayor alcance. Además, se encuentran en desarrollo otras acciones complementarias de difusión y transferencia de los resultados, que se detallan en el apartado 4 de la presente memoria.

- Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto

El principal impacto del proyecto ha sido incorporar la visualización 360° como un recurso integrado en la docencia, y no como una demostración tecnológica aislada. Las asignaturas involucradas -Teoría y Estética del Diseño Industrial y Termodinámica, en la Universidad de Cádiz (UCA), y Desarrollo de Proyectos Estratégicos de Diseño y Diseño de Máquinas Térmicas, en el Tecnológico de Monterrey (TEC)- se adaptaron para incluir una sesión por asignatura dentro de su planificación docente. En las de orientación técnica, la exploración 360° del motor de combustión permitió complementar los esquemas con la observación de sus componentes; la primera prueba se realizó en pantalla por las incidencias de suministro. En las de orientación creativa, se utilizó una silla icónica de diseño con visores 360° para trabajar su exploración visual y formal. De este modo, la innovación ha ampliado las formas de abordar contenidos complejos, conectando las explicaciones habituales con referentes visuales y espaciales más concretos, como ilustran las distintas modalidades de visualización recogidas en la Figura 2.



Figura 2. Ejemplos de las experiencias 360° implementadas: motor de combustión en pantalla (columna izquierda) y silla icónica de diseño con visor (derecha).

El proyecto también ha supuesto una evolución en la forma de evaluar y perfeccionar estas actividades docentes. La incorporación de medidas de aprendizaje antes y después de la experiencia, junto con indicadores de motivación, experiencia de usuario y respuestas abiertas, permitió analizar no solo si la

tecnología resultaba atractiva, sino también qué aportaba al aprendizaje y cómo podía mejorarse. El análisis conjunto de conocimiento y motivación tiene precedentes en estudios con RV en pantalla (Makransky & Petersen, 2019). La valoración del estudiantado confirmó especialmente su utilidad para relacionar contenidos abstractos con referentes concretos y, al mismo tiempo, identificó mejoras prácticas (como la incorporación de etiquetas explicativas o una navegación más clara). Además, los resultados abrieron nuevas preguntas sobre qué modalidades de visualización ofrecen un mejor equilibrio entre aprendizaje, experiencia de uso y viabilidad de implementación docente. Estas cuestiones constituyen, en parte, el punto de partida de un nuevo proyecto INNOVA ya concedido, que da continuidad a la línea iniciada por el presente proyecto. En conjunto, la influencia más relevante del proyecto ha sido consolidar una forma replicable y evaluable de integrar estos recursos en la docencia, más allá de la realización puntual de una actividad de realidad virtual.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnado matriculado y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión del alumnado.

Opinión del alumnado al inicio del proyecto				
Número de alumnado matriculado:		Universidad de Cádiz (UCA): 85 alumnos/as Tecnológico de Monterrey (TEC): 53 alumnos/as Total (U&T): 138 alumnos/as (136 respuestas finales)		
Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
UCA: 1 TEC: 2 U&T: 3	UCA: 18 TEC: 7 U&T: 25	UCA: 39 TEC: 36 U&T: 75	UCA: 27 TEC: 8 U&T: 35	UCA: 0 TEC: 0 U&T: 0
Opinión del alumnado en la etapa final del proyecto				
Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
UCA: 4 TEC: 3 U&T: 7	UCA: 28 TEC: 21 U&T: 49	UCA: 40 TEC: 25 U&T: 65	UCA: 10 TEC: 4 U&T: 14	UCA: 1 TEC: 0 U&T: 1
Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
UCA: 1 TEC: 0 U&T: 1	UCA: 5 TEC: 3 U&T: 8	UCA: 19 TEC: 4 U&T: 23	UCA: 52 TEC: 36 U&T: 88	UCA: 6 TEC: 10 U&T: 16
En el caso de la participación de profesorado invitado				
La participación del profesorado invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión del alumnado				
En las cuatro asignaturas, el estudiantado valoró favorablemente la contribución del proyecto a su aprendizaje. En concreto, el 76,5 % (104 de 136) de quienes respondieron al cuestionario final se mostró muy o completamente de acuerdo con que la innovación había favorecido la comprensión de contenidos o la adquisición de competencias. Esta valoración fue mayoritaria en ambas universidades: 69,9 % en UCA y 86,8 % en TEC. La Figura 3 muestra el predominio de las valoraciones favorables tanto en UCA como en TEC, sumando las dos asignaturas de cada universidad. El acuerdo en ambas sedes respalda su utilidad percibida como apoyo docente.				

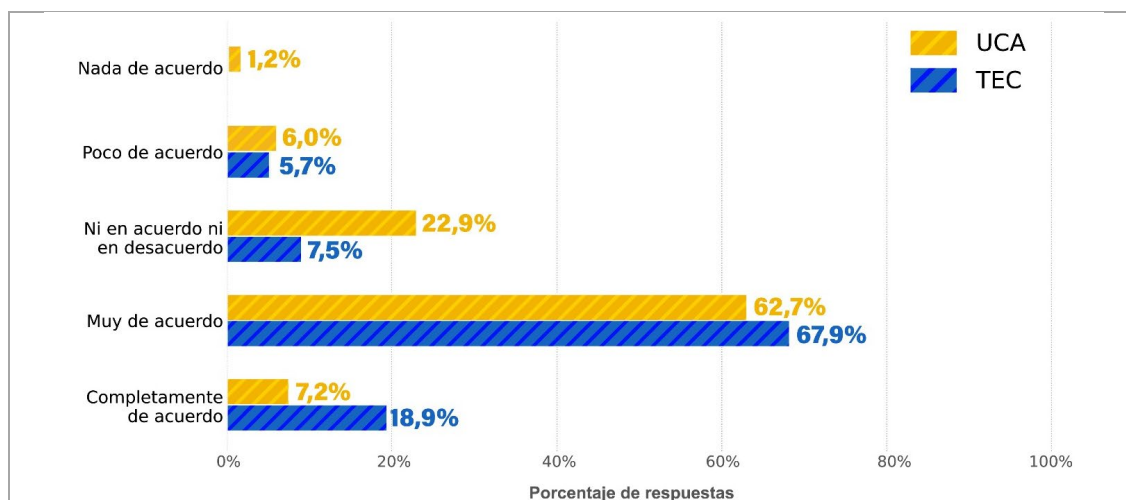


Figura 3. Contribución percibida de la innovación al aprendizaje en las cuatro asignaturas de UCA y TEC. El acuerdo favorable se toma como la suma de las respuestas de "Muy de acuerdo" y "Completamente de acuerdo".

En consonancia con esta valoración favorable, la dificultad experimentada fue menor que la anticipada. Así, sumando las dos categorías de cada extremo, las respuestas de "ninguna" o "poca dificultad" pasaron del 20,3 % al 41,2 %, mientras que las de "bastante" o "mucha dificultad" disminuyeron del 25,4 % al 11,0 %. La Figura 4 muestra este cambio por universidad y para las cuatro asignaturas, con las cinco categorías de la tabla. Además, esta tendencia se observó en las dos universidades, no únicamente en el resultado agregado. La comparación muestra, de este modo, una experiencia percibida como más abordable de lo esperado. La medida objetiva ya publicada complementa estas percepciones: en la submuestra técnica con visualización en pantalla ($n = 40$), la puntuación media inmediata pasó de 1,70 a 2,48 sobre 3 (Ruiz-Marín et al., 2026). En esa misma submuestra ($n = 40$), la utilidad percibida fue de 6,15/7 en UCA y 6,50/7 en TEC (Pérez-García et al., 2026). La coincidencia entre indicadores refuerza la interpretación favorable para esas asignaturas, sin generalizar esa ganancia a las experiencias creativas o con visores.

Una posible explicación de esta valoración favorable aparece en las respuestas abiertas de las asignaturas técnicas: la posibilidad de relacionar los contenidos abstractos con referentes concretos.

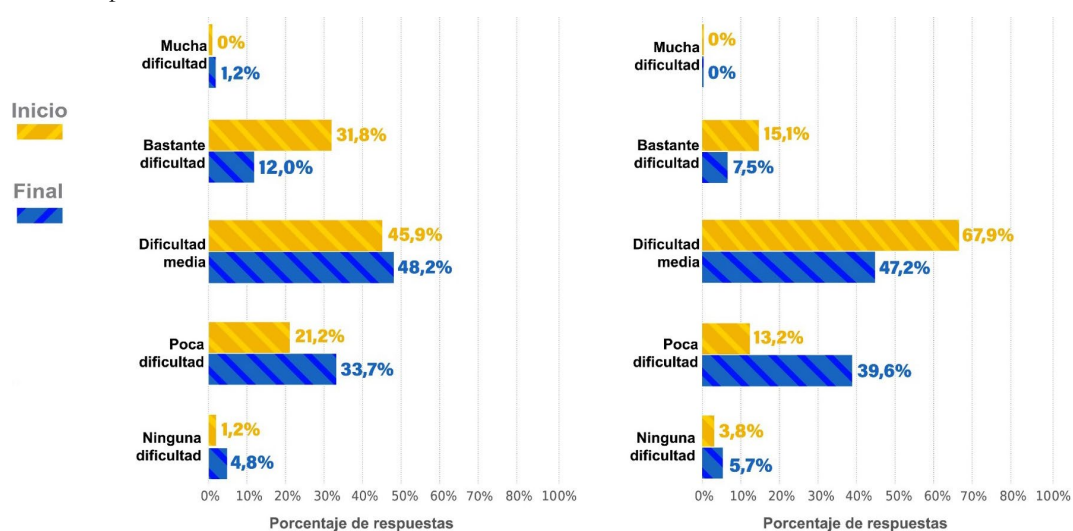


Figura 4. Dificultad prevista y experimentada en las cuatro asignaturas: UCA (izquierda) y TEC (derecha).

La orientación de las asignaturas introduce una diferencia adicional. El acuerdo favorable fue del 81,0 %

(64/79) en las técnicas y del 70,2 % (40/57) en las creativas, con la misma tendencia en UCA y TEC (Figura 5). Este patrón sugiere que el valor del recurso puede depender de su ajuste al tipo de contenido: en las asignaturas técnicas, la visualización permite observar directamente componentes y relaciones espaciales difíciles de representar mediante esquemas. En educación en ingeniería, la RV también ha favorecido la comprensión de estructuras tridimensionales (Ka et al., 2025). La revisión de Radianti et al. (2020) y la de Oje et al. (2023) subrayan la importancia de ajustar el diseño de la RV a los objetivos de aprendizaje. Sin embargo, los contenidos y la modalidad de visualización también fueron distintos, por lo que la comparación es descriptiva y no permite atribuir la diferencia a la orientación de las asignaturas. El resultado plantea, por tanto, una cuestión concreta para futuras investigaciones, cuya primera respuesta se buscará en el proyecto INNOVA 2026, recientemente concedido: determinar qué modalidad de visualización resulta más adecuada según el contenido y la tarea docente.

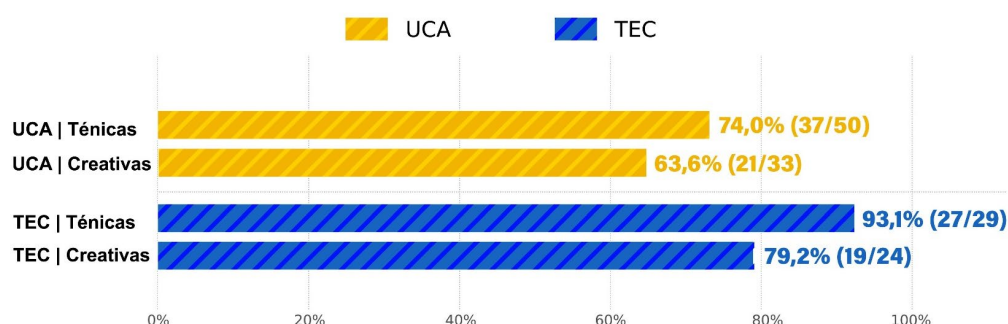


Figura 5. Valoración favorable por orientación y universidad.

En esta línea, las aportaciones del estudiantado de las asignaturas técnicas concretan cómo facilitar esa exploración y perfeccionar el recurso. Entre las propuestas recogidas figuran incorporar etiquetas explicativas, facilitar la navegación y clarificar las instrucciones. En un entorno 360° en pantalla, las señales visuales mejoraron el recuerdo y la comprensión (Albus & Seufert, 2022). Estas propuestas combinan mejoras de manejo con apoyos para reconocer y comprender lo que se observa. Noble et al. (2022) relacionan utilidad y facilidad de uso con la aceptación de la RV, aunque en un contexto de elección voluntaria. Junto con estas mejoras, y dado que las percepciones y la medida de aprendizaje son inmediatas, se propone mantener su seguimiento en próximas ediciones para valorar su estabilidad. La revisión de Hamilton et al. (2021) identifica la escasa evaluación de la retención en estudios de RV. Así, la continuidad del recurso como complemento docente y su posible adaptación a otras asignaturas se apoyarían en una evaluación continuada y en la experiencia del propio estudiantado.

4. **Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo. Describa, analice y valore los desajustes respecto a lo previsto en el proyecto y las soluciones aplicadas.**

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud
La solicitud contemplaba dos aportaciones internacionales complementarias. Una abordaría la implementación y validación técnica de los recursos de realidad virtual; la otra, su metodología y resultados educativos. Para ello, se propusieron ASME IMECE (orientado a los avances en ingeniería mecánica y las tecnologías aplicadas) e IEEE EDUCON (centrado en la innovación y mejora de la enseñanza en ingeniería) o congresos similares, incluyendo expresamente INTED y EDULEARN como alternativas. Este planteamiento permitía adaptar los foros de difusión, manteniendo el propósito de favorecer la visibilidad y replicabilidad del proyecto.
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo
El proyecto ha convertido la innovación desarrollada en el aula en dos publicaciones científicas de proyección internacional, con una inversión contenida en difusión. Para ello, se concentraron ambas aportaciones en EDULEARN26, previsto expresamente como alternativa en la solicitud, mediante una única inscripción virtual. Esta decisión evitó duplicar gastos y permitió aprovechar de forma eficiente la financiación INNOVA de la UCA. Se mantuvo así el número de aportaciones comprometidas, adaptando su enfoque al perfil docente del congreso y comunicando los resultados de la primera prueba técnica en pantalla, que ya estaban disponibles dentro de los plazos. Esta delimitación permitió presentar con claridad ambas preguntas educativas sin adelantar el análisis más amplio, reservado para una publicación de revista en preparación. Estas aportaciones ofrecen dos perspectivas complementarias sobre el valor educativo del recurso. En concreto, "More than novelty" (Pérez-García et al., 2026) analiza su utilidad, novedad y relevancia percibidas por el estudiantado, mientras que "Seeing differently" (Ruiz-Marín et al., 2026) presenta evidencias preliminares de mejora de la comprensión conceptual mediante evaluación antes y después de la experiencia. Su aportación diferencial reside en estudiar la primera prueba del motor 360° en pantalla en dos contextos universitarios y contrastar la percepción del estudiantado con una medida inmediata de comprensión conceptual. Ambos trabajos fueron aceptados y publicados con DOI propio en EDULEARN26, cuya 18.ª edición reunió a 800 profesionales de la educación de distintos países y sometió sus publicaciones a revisión ciega por pares. Las dos aportaciones se han depositado en RODIN, el repositorio institucional de la Universidad de Cádiz, para favorecer su conservación y difusión. De este modo, la experiencia quedó documentada en un foro internacional especializado, favoreciendo su conocimiento y posible aplicación por otros docentes. Sobre esta base, se está trabajando para ampliar la difusión científica y acercar los resultados a la sociedad. Se prepara un artículo de revista con el análisis de otras preguntas y resultados aún no publicados, incluidos los de las experiencias con visores y las asinaturas creativas, sin requerir financiación adicional para su preparación y envío. Asimismo, se prevé presentar los contenidos específicamente técnicos en futuros congresos especializados, si se obtiene financiación. En paralelo, se elaboran contenidos divulgativos para llegar a públicos no académicos. Desde la UCA se remitió una propuesta a The Conversation, desde donde se sugirió retomarla cuando estén disponibles los resultados completos; complementariamente, el Tecnológico de Monterrey ha remitido una propuesta a Conecta. Estas actuaciones buscan prolongar el aprovechamiento de los resultados y ampliar el retorno académico y social de la financiación recibida.

5. Conclusiones. Entre ellas, describa las aplicaciones futuras del proyecto, su sostenibilidad y posible continuidad y estrategias para ello.

Conclusiones
El proyecto INNOVA 2025 “Realidad Virtual para el aprendizaje significativo de procesos complejos en el ámbito de las ingenierías” aporta evidencias educativas y una base concreta para seguir avanzando. Sus resultados, la colaboración interuniversitaria y la continuidad en un nuevo proyecto concedido sustentan cuatro conclusiones sobre su valor docente, sostenibilidad y aplicación futura. 1. Más que novedad. <i>El aprendizaje observado sitúa el valor del recurso más allá de la percepción.</i> La experiencia de visualización 360° desarrollada en INNOVA 2025 aporta evidencias de mejora de la comprensión conceptual inmediata. En el estudio publicado, la proporción de participantes que respondió correctamente a los tres ítems evaluados pasó del 20 % al 60 % tras la visualización 360° en pantalla. Este resultado respalda su potencial como complemento docente, más allá de la novedad tecnológica. Su alcance preliminar justifica ampliar la evaluación y comprobar la persistencia del aprendizaje. 2. Reutilizar y abaratar. <i>La sostenibilidad combina reparación, soluciones de muy bajo coste y alternativas que no requieren equipamiento específico.</i> La propuesta es sostenible y potencialmente de muy bajo coste mediante la reutilización, reparación y futura fabricación propia de visores Cardboard en la UCA. Estos dispositivos facilitan el acceso a la RV, pero se deterioran con el uso, por lo que se prevé revisar, reparar y reutilizar los adquiridos en INNOVA 2025. Además, se estudiará la fabricación de visores similares con instrumental propio de la UCA, comprobando su funcionamiento y coste. Asimismo, la visualización 360° en pantalla, inicialmente prevista como alternativa ante posibles problemas con los visores, mostró una vía adicional de aplicación sin equipamiento específico. Esta estrategia permitiría mantener y ampliar las actividades en cursos sucesivos reduciendo la necesidad de nuevas adquisiciones. A ello se suma la reutilización de los recursos 360° ya desarrollados, que podrán emplearse en cursos sucesivos con visores y teléfonos compatibles y, en el caso del motor, también mediante pantalla. No obstante, su extensión a otras asignaturas requerirá fundamentalmente adaptar la actividad y, cuando proceda, los instrumentos de evaluación, además de comprobar previamente la compatibilidad de los dispositivos, como se evidenció durante la implementación en el TEC. 3. Resultados que abren camino. <i>INNOVA 2025 permite pasar de comprobar el valor de la RV a estudiar cómo implementarla mejor.</i> El presente proyecto INNOVA 2025 ha aportado evidencias sobre el aprendizaje y el valor percibido de la visualización 360°. Pero también ha permitido identificar el siguiente reto: determinar qué modalidad de visualización resulta más adecuada para cada contexto docente. Esta cuestión dará continuidad a la línea mediante INNOVA 2026, “Realidad Virtual para el aula real”, ya concedido, que comparará pantalla, Cardboard y visores comerciales atendiendo al aprendizaje, la experiencia de uso, el coste y la viabilidad de implementación. En otros contextos, comparar una experiencia presentada en pantalla y con visor ha mostrado diferencias de aprendizaje (Makransky & Mayer, 2022). Así, INNOVA 2025 sustenta una segunda fase orientada a convertir la evidencia obtenida en criterios prácticos de aplicación docente. 4. Dos universidades, una línea. <i>La colaboración UCA-TEC tendrá continuidad mediante nuevas aplicaciones y evaluaciones compartidas.</i> La evaluación mantuvo una estructura común en ambas universidades, con contenidos y modalidades de visualización adaptados a las distintas asignaturas. El nuevo proyecto (INNOVA 2026) prolongará esta colaboración con una nueva aplicación en el Tecnológico de Monterrey y mantendrá procedimientos comunes para facilitar la comparación y el intercambio de mejoras. Así, la colaboración UCA-TEC se proyecta más allá de una intervención puntual, como una línea de trabajo conjunta.

6. Síntesis de resultados, evidencias y productos generados.

Criterio del baremo	Resultado alcanzado	Evidencia concreta	Localización en la memoria
Resultados del proyecto y consecución de objetivos (40 %)	En la experiencia 360° en pantalla (n = 40), la puntuación media aumentó de 1,70 a 2,48/3 y la proporción de participantes con puntuación máxima del 20 % al 60 % ($p < 0,001$).	• Tablas 2 y 4 de Seeing differently (Ruiz-Marín et al., 2026). • Primera prueba técnica en pantalla.	• Apartado 1: Objetivo 3. • Apartado 5: Conclusiones.
	El 76,5 % (104/136) valoró favorablemente la contribución al aprendizaje.	• Cuestionarios finales. • Figura 3.	• Apartado 1: Objetivo 3. • Apartado 3: Valoración crítica.
	La dificultad alta (“bastante” o “mucho”) descendió del 25,4 % (35/138) previsto al 11,0 % (15/136) experimentado.	• Cuestionarios inicial y final. • Figura 4.	• Apartado 1: Objetivo 3. • Apartado 3: Valoración crítica.
	Experiencias en cuatro asignaturas de UCA y TEC: 138 respuestas iniciales y 136 respuestas finales.	• Aplicación en el aula. • Recuentos de los cuestionarios. • Figura 1. • Figura 2.	• Apartado 1: Objetivos 1 y 2. • Apartado 2: Impacto en las asignaturas. • Apartado 3: Valoración crítica.
	Se desarrollaron dos experiencias 360°: un motor de combustión y una silla icónica de diseño; la primera se aplicó en pantalla y con visores, y la segunda con visores.	• Recursos 360° desarrollados. • Sesiones realizadas.	• Apartado 1: Objetivos 1 y 2. • Apartado 2: Impacto en las asignaturas.

Criterio del baremo	Resultado alcanzado	Evidencia concreta	Localización en la memoria
Calidad del análisis de los resultados alcanzados (20 %)	La valoración percibida se interpreta junto con la comprensión medida antes y después en la prueba técnica, distinguiendo el alcance de cada indicador.	- Figura 3: percepción en las cuatro asignaturas (n = 136). - More than novelty, tabla 3: utilidad 6,15/7 (UCA) y 6,50/7 (TEC), submuestra técnica n = 40 (Pérez-García et al., 2026). - Seeing differently, tablas 2 y 4: comprensión pre-post de los mismos 40 estudiantes (Ruiz-Marín et al., 2026).	- Apartado 1: Objetivo 3. - Apartado 3: Valoración crítica. - Apartado 5: Conclusiones, punto 1.
	La valoración favorable fue mayor en las asignaturas técnicas (81,0 %) que en las creativas (70,2 %), patrón presente en UCA y TEC e interpretado de forma descriptiva.	- Figura 5: valoración por orientación y universidad. - Interpretación descriptiva y limitaciones en la valoración crítica.	Apartado 3: Valoración crítica.
	Los comentarios del estudiantado orientan mejoras en etiquetas, navegación e instrucciones y el seguimiento de los resultados.	- Respuestas abiertas de las asignaturas técnicas. - Mejoras y seguimiento propuestos.	- Apartado 3: Valoración crítica. - Apartado 5: Conclusiones, punto 3.
Difusión de los resultados en el ámbito universitario (15 %)	Publicado y presentado el estudio de comprensión conceptual antes y después en EDULEARN26.	- Seeing differently. Pre-post preliminary evidence of improved conceptual understanding of an engine through a 360° virtual environment. DOI: 10.21125/edulearn.2026.1847. - Depósito en RODIN (UCA).	- Apartado 1: Objetivo 4. - Apartado 4: Medidas de difusión.

Criterio del baremo	Resultado alcanzado	Evidencia concreta	Localización en la memoria
	Publicado y presentado el estudio de utilidad, novedad y relevancia percibidas en EDULEARN26.	- More than novelty: Students' perceived pedagogical value of a 360° engine visualization experience. DOI: 10.21125/edulearn.2026.1846. - Depósito en RODIN (UCA).	- Apartado 1: Objetivo 4. - Apartado 4: Medidas de difusión.
	Artículo de revista en preparación; propuestas divulgativas remitidas a The Conversation (UCA) y Conecta (TEC).	- Manuscrito de revista en preparación. - Propuestas divulgativas remitidas: The Conversation y Conecta.	Apartado 4: Medidas de difusión.
Sostenibilidad y aplicabilidad futura del proyecto (10 %)	Los 14 visores se reutilizarán y repararán; la alternativa en pantalla ya se aplicó y se estudia fabricar visores de bajo coste en la UCA.	- Factura y memoria económica: 14 visores. - Aplicación de la versión en pantalla. - Plan de mantenimiento y fabricación.	- Apartado 1: Objetivo 1. - Apartado 5: Conclusiones, punto 2.
	La colaboración UCA–TEC continuará con otra aplicación docente en el TEC y una evaluación de estructura común mediante INNOVA 2026.	- Reuniones de coordinación UCA-TEC. - Continuidad prevista en INNOVA 2026.	- Apartado 1: Objetivo 2. - Apartado 5: Conclusiones, punto 4.

7. Referencias.

- Albus, P., & Seufert, T. (2022). Signaling in 360° desktop virtual reality influences learning outcome and cognitive load. *Frontiers in Education*, 7, Article 916105. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.916105>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: A systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Ka, J., Kim, H., Kim, J., & Kim, W. (2025). Analysis of virtual reality teaching methods in engineering education: Assessing educational effectiveness and understanding of 3D structures. *Virtual Reality*, 29, Article 17. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-01081-1>
- Makransky, G., & Mayer, R. E. (2022). Benefits of taking a virtual field trip in immersive virtual reality: Evidence for the immersion principle in multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 34(3), 1771–1798. <https://doi.org/10.1007/s10648-022-09675-4>
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2019). Investigating the process of learning with desktop virtual reality: A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 134, 15–30. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.002>
- Noble, S. M., Saville, J. D., & Foster, L. L. (2022). VR as a choice: What drives learners' technology acceptance? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19, Article 6. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00310-w>
- Oje, A. V., Hunsu, N. J., & May, D. (2023). Virtual reality assisted engineering education: A multimedia learning perspective. *Computers & Education: X Reality*, 3, Article 100033. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100033>
- Pérez-García, S. L., Ruiz-Marín, N., Rojas, J. C., & Higuera-Trujillo, J. L. (2026). More than novelty: Students' perceived pedagogical value of a 360° engine visualization experience. In L. Gómez Chova, C. González Martínez, & J. Lees (Eds.), *18th International Conference on Education and New Learning Technologies* (Article 1846). IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2026.1846>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, Article 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Ruiz-Marín, N., Pérez-García, S. L., Rojas, J. C., & Higuera-Trujillo, J. L. (2026). Seeing differently. Pre-post preliminary evidence of improved conceptual understanding of an engine through a 360° virtual environment. In L. Gómez Chova, C. González Martínez, & J. Lees (Eds.), *18th International Conference on Education and New Learning Technologies* (Article 1847). IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2026.1847>