

MEMORIA FINAL INNOVA¹ COMPROMISOS Y RESULTADOS PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE 2024/2025

Identificación del proyecto	
Código	sol-202400284966-tra
Título	Integración de Modelado 3D y Simulación en Ingeniería Civil e Industrial
Responsable	María Inmaculada Rodríguez García

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 1	<i>Mejorar la comprensión teórica de los estudiantes a través del uso de herramientas avanzadas de modelado 3D y simulación.</i>
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>Inicio a modelado con software. Conociendo la interfaz: Primeros pasos en el modelado 3D. Instalación y aprendizaje de la interfaz de los programas de modelado. Diseño de las redes u objetos a modelar.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Se ha abordado el uso del software MATLAB, incluyendo su instalación y familiarización con la interfaz. Se detalló el proceso de importación y exportación de datos entre MATLAB y Arena Simulation, que es una plataforma de simulación por eventos discretos que sirve para modelar rutas de camiones, tiempos de carga/descarga y reducir esperas de barcos/trenes (u otros programas de simulación), mediante funciones específicas o scripts personalizados. Arena permite exportar resultados y datos de simulación a archivos en CSV (Comma Separated Values) o Excel (.xlsx) que se pueden leer en MATLAB fácilmente usando readtable(), csvread() o xlsread() (aunque está en desuso a favor de readmatrix() o readtable()). Asimismo, se explicó cómo los datos provenientes de otros programas como AutoCAD pueden exportarse en formatos compatibles como DXF (Drawing Exchange Format), que MATLAB es capaz de interpretar para realizar análisis o procesamiento, o integrarse con EPANET, cuyo motor de cálculo admite control externo. Por otro lado, desde Vissim o Visum es posible extraer datos de simulación (como flujos vehiculares o tiempos de recorrido) en formatos CSV, XML o a través de bases de datos</i>

¹ Esta memoria no debe superar las 6 páginas.

	intermedias, los cuales MATLAB puede utilizar para análisis estadístico, optimización, visualización avanzada o desarrollo de algoritmos de gestión del tráfico. Actividades específicas: - Importación y exportación de datos, consolidando en los estudiantes la comprensión de la integración entre plataformas de simulación y herramientas de modelado gráfico. - Definición del caso de estudio: Cada grupo selecciona un elemento vinculado a las materias impartidas, trabajando sobre matrices de datos bidimensionales y tridimensionales para su análisis posterior. Dicho caso fue presentado en un congreso de innovación educativa aplicado a las enseñanzas técnicas.
Objetivo nº 2	Desarrollar habilidades prácticas para su aplicación en diferentes asignaturas: Transporte, Hidráulica, Construcción. Uso de programas en versión gratuita: Vissum, Vissim, Arena, Epanet, SketchUp, AutoCad, Revit. Realización de modelos 3D.
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	Organizar talleres iniciales sobre el uso de software como Epanet, AutoCAD, Revit, SketchUp, Vissum, Vissim y Arena, enfocándose en sus aplicaciones específicas en las áreas de Hidráulica, Expresión Gráfica y Transportes. Práctica para realizar un diseño en 3D y simulación a elegir según el interés del alumno entre una red de distribución de agua de abastecimiento con Epanet, una estructura de construcción con AutoCad, Revit o SketchUp, o diseño de una red multimodal o reproducción de patrones de tráfico con Vissum, Vissim o Arena.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Los estudiantes realizan ejercicios prácticos breves en los que ponen en práctica estos procedimientos, afianzando los conocimientos teóricos mediante su aplicación directa. Podrán usar MATLAB para realizar sus simulaciones o directamente algún programa como Arena o Vissum. A modo de ejemplo se presentó una simulación de un almacén logístico que podría imitar a un patio de contenedores en una terminal portuaria. Estos resultados han sido presentados en el XXXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, en julio de 2025. - Se propone una práctica similar para que el alumnado modele escenarios, optimice recursos y analice resultados.
Objetivo nº 3	Preparar a los estudiantes para el mercado laboral mediante la aplicación práctica de herramientas tecnológicas avanzadas y presentación de portfolios.

Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>Exposición en grupos de los modelos 3D y simulaciones. Fomentar la creación de portafolios donde los estudiantes recopilen sus proyectos y trabajos más destacados realizados durante el curso, demostrando su capacidad para usar herramientas avanzadas en contextos prácticos y reales.</i> <i>Organizar talleres para el desarrollo de competencias como la comunicación y el trabajo en equipo, adaptados a los perfiles demandados en el mercado laboral de la ingeniería.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Como ejemplo, este esquema de simulación para guiarse.</i> <pre> graph LR Entradas[Entradas(t)] --> SalidaReal[Salida real] Entradas --> Simulacion[Simulación del sistema] Parametros{Parámetros} --> SalidaReal Parametros --> Simulacion SalidaReal --> SalidaRealStar[Salida(t)] Simulacion --> SimulacionStar[Salida(t)] SalidaRealStar --> Result[¿?] SimulacionStar --> Result </pre> <i>Fig. 1. Esquema de simulación.</i> <i>Las simulaciones se presentaron en el aula, donde cada grupo explicó la distribución de tareas para su elaboración y describió el proceso seguido durante la actividad.</i>

- 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

En los programas de ingeniería en España, tanto a nivel de grado como de máster, las asignaturas de informática incorporan el modelado y la simulación como parte fundamental de la formación técnica del alumnado. Esta enseñanza no sólo se limita a materias específicas, sino que busca ampliarse de forma transversal a otras asignaturas, con el objetivo de mejorar la comprensión, aumentar la motivación y fomentar la autonomía del estudiante ante los retos del entorno industrial. Asimismo, se impulsa la investigación a través de la formación técnica y el desarrollo de proyectos colaborativos, promoviendo la gestión eficiente del trabajo en equipo. En el caso concreto de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz, esta práctica resulta aplicable a diversas asignaturas de múltiples titulaciones, tal como se recoge en la Tabla 1.

A diferencia con el modelado 3D estático, en la simulación del sistema se emula la operación del sistema real sobre el tiempo. El historial artificial del sistema puede generarse, observarse y analizarse. La escala de tiempo puede alterarse según la necesidad. Un modelo constituye una abstracción que permite describir la estructura y el comportamiento de un sistema determinado. Se trata de una simplificación del sistema real que conserva sus características esenciales.

Tabla 1. Asignaturas de grados y másteres de la UCA donde se aplica la simulación.

Título	Asignatura
Grado en Ingeniería Civil (GIC)	Fundamentos de Informática
Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI)	
Grado en Ingeniería Eléctrica (GIE)	
Grado en Ingeniería Mecánica (GIM)	
Máster Universitario en Gestión Portuaria y Logística	Ingeniería del Transporte y la Logística
Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos	Ingeniería del Transporte y la Logística
	Organización y Explotación Portuaria
	Logística del Transporte
	Planificación y diseño de infraestructuras portuarias
Máster en Ingeniería Industrial	Ingeniería del Transporte
	Sistemas Integrados de Producción

Un modelo matemático puede clasificarse como determinista, cuando tanto las variables de entrada como de salida son valores definidos, o como estocástico, si al menos una de ellas se describe mediante probabilidades. Asimismo, puede ser estático, si no considera la evolución temporal, o dinámico, si incluye las relaciones que cambian con el tiempo. Generalmente, los modelos empleados en simulación tienden a ser tanto estocásticos como dinámicos. La incorporación de gráficos adecuados en la simulación es esencial para facilitar la comprensión del comportamiento de los sistemas.

Una visualización clara y precisa permite observar cómo evolucionan las variables a lo largo del tiempo, identificar patrones, detectar posibles errores en el diseño y comunicar de manera efectiva los resultados. Especialmente en contextos educativos, el apoyo gráfico transforma conceptos abstractos en representaciones intuitivas, mejorando notablemente el aprendizaje y la asimilación de contenidos complejos. En el ámbito de la ingeniería, la simulación gráfica se ha convertido en una herramienta clave para el diseño, análisis y optimización de procesos. No solo permite representar físicamente el sistema modelado, sino también validar sus resultados en tiempo real. La interacción entre gráficos y datos numéricos promueve un enfoque más integral, en el que la interpretación visual acelera la toma de decisiones y potencia el desarrollo de soluciones innovadoras. Por ello, integrar simulación con capacidades gráficas avanzadas representa una mejora significativa tanto en la práctica profesional como en la enseñanza de la ingeniería. La implementación de esta práctica innovadora se ha llevado a cabo utilizando Matlab® con datos simulados de un almacén logístico, un entorno de programación y cálculo técnico que integra operaciones numéricas y simbólicas con capacidades avanzadas de representación gráfica/visualización. Se trata de una herramienta ampliamente adoptada en los ámbitos científico y de la ingeniería. El desarrollo de un almacén industrial completo requiere de una planificación cuidadosa y conocimientos básicos en programación. En este caso, hemos intentado realizar un marco genérico al que se puedan ir incorporando otras funcionalidades.

- 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:				
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
			x	
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
		x		
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
			x	
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
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión del alumnado				
La puesta en marcha de este proyecto ha generado una percepción muy favorable entre el alumnado respecto a los métodos de enseñanza y la utilización de distintos programas. Mediante el seguimiento de las dinámicas de grupo y las observaciones realizadas, se ha constatado un aumento en el interés y la motivación de los estudiantes, destacando especialmente su implicación en las actividades prácticas de diseño y en el manejo de las herramientas innovadoras empleadas para la simulación durante el desarrollo del proyecto. No obstante, se han detectado algunos puntos susceptibles de mejora. Algunos estudiantes expresaron dificultades al enfrentarse al planteamiento de sus diseños, sobre todo aquellos con menor capacidad de creatividad. La colaboración y el trabajo en equipo contribuyen a superar estas dificultades.				

4. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo².

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud
Participación en un Workshop para la presentación de este proyecto de innovación en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Algeciras. Junio de 2024. Programa: 1) Introducción al proyecto y sus objetivos 2) Demostración de un caso práctico de simulación y modelado en alguna asignatura 3) Presentación de modelos 3D.

² Si en la solicitud no indicó compromiso de difusión de resultados, este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación.

Descripción de las medidas que se han llevado a cabo

1. Introducción al proyecto y sus objetivos: Se expusieron los fundamentos y objetivos del proyecto de innovación docente, centrado en la integración de herramientas de simulación en el ámbito de la Ingeniería Civil e Industrial. El objetivo principal es usar técnicas y métodos de simulación para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje más dinámico, práctico y transversal, donde el alumnado trabaje en equipo. La simulación gráfica es fundamental en ingeniería para visualizar y optimizar el diseño de sistemas complejos, facilitando una mejor comprensión del caso de estudio. Permite comprender el comportamiento de los sistemas sin necesidad de realizar pruebas físicas costosas o peligrosas
2. Demostración de un caso práctico de simulación: Se presentó una práctica docente concreta basada en la simulación utilizando la herramienta MATLAB®. En esta práctica, los estudiantes simulan escenarios, optimizan recursos y analizan resultados. La simulación emula la operación del sistema real a lo largo del tiempo, permitiendo generar, observar y analizar el historial artificial del sistema, y alterar la escala de tiempo según la necesidad. Se propuso la implementación de un almacén 2D genérico (por ejemplo, un almacén horizontal de 10x10 dimensiones con 10 productos diferentes) que simula la atención a pedidos de material. En el ejemplo, los materiales están etiquetados con números naturales y cada uno tiene un tiempo de almacenamiento. Los materiales pueden interpretarse como tipos de productos diferentes, o contenedores con distintos destinos en un patio de contenedores en altura. El simulador debe indicar si se puede satisfacer un pedido y mostrar la situación del almacén a cada paso de la atención del pedido. También debe indicar dónde ubicar nuevos productos y mostrar en tiempo real la configuración del almacén. La simulación aplica la estrategia FIFO (*First In, First Out*) para atender pedidos, extrayendo el producto solicitado que lleva más tiempo almacenado
3. Presentación de resultados de la simulación: Se expusieron las simulaciones desarrolladas durante el proyecto, integrando las imágenes de resultados del estado del almacén en función al tiempo. Se indican los beneficios y la relevancia de la simulación, las herramientas utilizadas y también la importancia del modelado gráfico en simulación, pues es esencial para facilitar la comprensión.

Además de las actividades inicialmente previstas en el proyecto, se ha llevado a cabo la participación en el XXXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 32), celebrado en julio 2025, donde se presentó el trabajo titulado "Modelado gráfico y simulación del proceso de almacenamiento en la industria 4.0". En esta comunicación se expusieron los resultados obtenidos en el marco del proyecto, incluyendo ejemplos de simulación del almacén en 2D, metodologías utilizadas y explicación de cómo funciona la gestión de un almacén recogido en los scripts. Se recogerá en el libro de actas del congreso. Durante el congreso se mostraron los resultados de la simulación del almacén en el tiempo, explicando cómo varía según los pedidos realizados, Evidenciando su valor para facilitar la comprensión de contenidos teóricos y su aplicación en los campos de la ingeniería civil e industrial, el proyecto contribuye a integrar de forma transversal la expresión gráfica, las matemáticas y la informática. Esta labor de divulgación ha hecho posible compartir la experiencia con profesorado y estudiantes de otras instituciones universitarias, favoreciendo el intercambio de experiencias y buenas prácticas en el ámbito de la innovación educativa. La participación permitió no solo dar a conocer el proyecto a una audiencia más amplia vinculada al entorno universitario y técnico, sino también recoger aportaciones y establecer relaciones con otros docentes interesados en enfoques metodológicos similares.

Aunque inicialmente se consideró organizar un taller propio, finalmente se decidió priorizar la asistencia al Congreso Nacional de Enseñanzas Técnicas CUIEET 32, atendiendo a su mayor alcance y visibilidad. En el marco de dicho congreso, se desarrolló y aplicó el proyecto de innovación docente, mostrando tanto los resultados obtenidos como los modelos y casos prácticos generados a lo largo de su ejecución.