

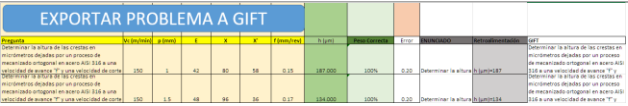
Anexo 2 INNOVA
MEMORIA FINAL. COMPROMISOS Y RESULTADOS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE
2025/2026

Identificación del proyecto	
Código	sol-202500299657-tra
Título	Implementación de ejercicios dinámicos virtuales para la mejora del aprendizaje autónomo en Ingeniería de Fabricación
Responsable	Irene Del Sol Illana

- Se recomienda:
 - Atender a los criterios de valoración de las memorias indicados en las bases de la convocatoria.
 - Incluir referencias bibliográficas y datos comparativos con proyectos previos, según casos, para reforzar la evaluación del impacto.
 - Incluir evidencias sobre las medidas de difusión desarrolladas.
- Otros aspectos que considerar:
 - La claridad, la coherencia y la justificación de los datos presentados serán clave en la valoración final.
 - La difusión de resultados debe priorizar la transparencia y accesibilidad a la comunidad universitaria.
 - Serán valoras como evidencias: registro de actividades, listados de participantes, programas de eventos, fotografías, documentos que acreditan la aceptación de una comunicación/ponencia o similar, informes, actas o resúmenes de las acciones realizadas, índices de impacto que respalden la cantidad de personas alcanzadas o el impacto de la difusión, etc.

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>Diseñar y desarrollar una batería de ejercicios prácticos, clasificados por bloques temáticos, que complementen el aprendizaje basado en problemas de la asignatura Ingeniería de Fabricación</i>
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A1 Selección y definición de bloques y análisis de los ejercicios tipo actualmente utilizados en clase. A2 Diseño de plantillas de ejercicios parametrizables. A3 Diseño y parametrización de los ejercicios a virtualizar. A4 Validación interna de los ejercicios y análisis opinión del profesorado
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	A1 El estudiante en prácticas agrupó los problemas tipo explicados en las sesiones presenciales y los problemas de exámenes de los últimos 10 años, por tipología de problemas. Posteriormente el profesorado seleccionó los ejercicios susceptibles de ser parametrizados. A2 Se diseñó una plantilla algorítmica en hojas de cálculo (figura 1) para generar combinaciones numéricas dentro de rangos técnicos reales de ingeniería.

 Figura 1. Plantilla para la generación de problemas paramétricos. A3 Se parametrizaron un total de 19 ejercicios independientes, estructurados en 8 tipologías dentro de 2 grandes bloques temáticos: Procesos de Mecanizado (Parámetros de corte, Geometría y ángulos de herramienta, Fuerzas de corte y relación de compresión de viruta) y Procesos de Conformado y Fundición (Fundición, Laminación, Forja, Estirado/Trefilado y Punzonado). Para cada ejercicio se generaron 100 variaciones aleatorias codificadas en formato GIFT. En esta actividad el estudiante comprobó la correcta comprensión de los enunciados y retroalimentaciones proporcionadas. A4 Se realizó la validación interna entre el equipo docente y el estudiante en prácticas para verificar la coherencia teórica, los márgenes de error numérico aplicados y la precisión de la retroalimentación. En la encuesta interna de valoración del profesorado, el equipo docente otorgó una calificación promedio de 4,8 sobre 5, destacando la calidad técnica del banco y la idoneidad de la estructura modular.			
Indicador	Tipo	Valor objetivo	Valor obtenido
Nº total de ejercicios tipo parametrizados	Cuantitativo	≥ 10	19 Alcanzado
Nº de bloques temáticos	Cuantitativo	≥ 2	2 Alcanzado
Opinión del profesorado sobre la calidad y utilidad del banco de ejercicios	Cualitativo	≥ 4 sobre 5 en encuesta interna	4,80 Alcanzado

Objetivo nº 2	Fomentar el autoaprendizaje del alumnado mediante la creación de recursos digitales que permitan la práctica autónoma y continua fuera del aula.
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A5 Creación de un banco de ejercicios clasificados por bloques temáticos en el Campus virtual que incluyan la metodología de solución en la retroalimentación y el resultado final. A6 Analizar el uso de los ejercicios en el campus virtual.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	A5 Se crearon tareas configuradas con intentos ilimitados en Moodle, ofreciendo las soluciones de los pasos intermedios (figura 2). En esta actividad el estudiante en prácticas verificó la correcta ejecución de los cuestionarios validando la importación directa al campus virtual desde el archivo generado en la plantilla así como la visualización de las soluciones y resultados.

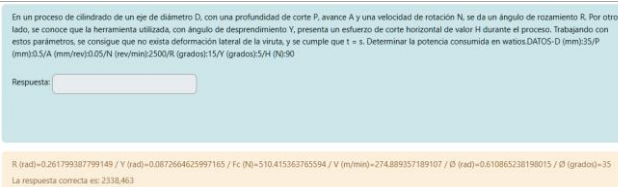


Figura 2. Ejemplo de problema paramétrico subido al campus virtual.

A6 Mediante las analíticas de aprendizaje del Campus Virtual (logs de plataforma), se registraron un total de 1.584 intentos de resolución a lo largo del cuatrimestre. Cabe destacar que los registros corresponden por tipología de ejercicios y no por ejercicios en sí ya que lo se ha considerado es el acceso a la tarea que en algunos casos incluye entre 2 y 4 ejercicios diferentes.

En total entre las convocatorias de junio y septiembre 152 estudiantes interactuaron activamente en cada una de las 8 tipologías de ejercicios. (alcanzando hasta 267 interacciones en la tarea de Parámetros de corte). Esta tasa de participación es del 60,55 %, superando la meta prevista. La intensidad de práctica individual alcanzó hasta 11 intentos realizados por el mismo estudiante dentro de una misma tarea en los problemas de mayor complejidad procedimental. Contabilizando todas las tipologías de ejercicios, el valor medio realizado por estudiante es del 10,42. Esta medida es ligeramente superior al valor objetivo pero se debe considerar que el valor real de ejercicios realizados sea posiblemente superior, al incluir varios ejercicios en una misma tarea, lo que denota que los resultados pueden ser aún mejores.

Cabe destacar que el uso de los ejercicios, aunque estos se fueran activando de forma secuencial según se impartía el contenido en clase se vio altamente focalizado en las fechas previas a los exámenes (figura 3). El análisis de los registros de actividad del Campus Virtual muestra una clara correlación entre las fases lectivas, los hitos de evaluación y el uso de los ejercicios parametrizados. Se identifican dos patrones principales de estudio:

- **Práctica distribuida durante el cuatrimestre:** Entre marzo y mayo se mantuvo una interacción continua (5–20 accesos/día), lo que confirma el seguimiento progresivo de la asignatura por parte del alumnado.
- **Uso intensivo de repaso y consolidación:** Se observan dos grandes picos de concentración de actividad previos a los exámenes finales: el primero y más relevante el 11 de junio (~169 accesos) en la víspera del examen ordinario (12 de junio), y un segundo repunte significativo a finales de agosto (~55 accesos) de cara a la convocatoria extraordinaria de septiembre (3 y 15 de septiembre).

Estos datos demuestran la alta utilidad percibida del recurso tanto para el trabajo diario como para la autoevaluación intensiva previa a las pruebas oficiales.

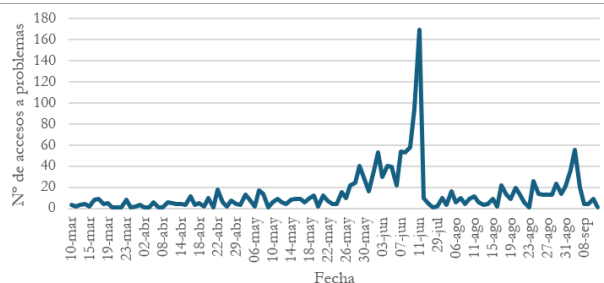


Figura 3. Evolución diaria de accesos al banco de ejercicios en Moodle.

Indicador	Tipo	Valor objetivo	Valor obtenido
Existencia de una tarea de ejercicios en el campus virtual.	Cualitativo	Sí / No (debe estar accesible para alumnado y profesorado)	Sí Alcanzado
Porcentaje de estudiantes que realizan los ejercicios	Cuantitativo	$\geq 40\%$	46,2% Alcanzado
Nº de ejercicios utilizados por el alumnado en contexto autónomo	Cuantitativo	≥ 10 ejercicios (media por estudiante)	10,42 Alcanzado

Objetivo nº 3	Mejorar el rendimiento académico y la comprensión de los contenidos en la asignatura Ingeniería de Fabricación.
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A7 Realización de encuestas al alumnado sobre la percepción de la utilidad de los ejercicios e impacto del proyecto. A8 Seguimiento del progreso académico del alumnado antes y después de implementar los ejercicios. A9 Redacción final de la memoria y de las actividades de difusión previstas.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	A7 Se realizó una encuesta de satisfacción estructurada (Escala Likert 1 a 5, N=48) al finalizar el periodo lectivo de problemas, en el mes de mayo. La muestra analizada comprende todos los grados involucrados en la asignatura y representa los estudiantes más activos ya que la misma fue realizada en horario lectivo. Los resultados se adjuntan como anexo, pero cabe destacar que un 60.4% de los estudiantes afirmó que los ejercicios parametrizados facilitaron la comprensión de contenidos y la adquisición de competencias ($\mu = 3.73$, $SD = 0.84$). La usabilidad y accesibilidad en Moodle obtuvieron la máxima valoración $\mu = 4.22$, $SD = 0.97$; 71.1\% valoraciones positivas). La utilidad de la retroalimentación detallada alcanzó un 61.5% de satisfacción ($\mu = 3.72$, $SD = 0.97$) y la repetibilidad con datos aleatorios un 60.5% ($\mu = 3.91$, $SD = 1.13$). A8 El progreso académico se ha evaluado principalmente a través de la nota media final de la asignatura, comparando el curso pasado con el

<i>actual. Esta experimentó una mejora de +1.93 puntos en comparación con el curso anterior 2024/2025 a fecha de la convocatoria de septiembre, incrementando considerablemente el valor esperado. Paralelamente, se observó un efecto catalizador secundario de alto valor pedagógico: la realización de problemas con datos únicos motivó un incremento sustancial de la asistencia a tutorías presenciales y virtuales.</i> A9 Se ha redactado la memoria final del proyecto y se han cumplido las dos actividades previstas de difusión, la comunicación a congreso, que se encuentra aceptada y tendrá lugar de forma efectiva en noviembre y la presentación del banco de preguntas a los profesores del área en una charla taller.			
Indicador	Tipo	Valor objetivo	Valor obtenido
Mejora en la media de la nota de la asignatura	Cuantitativo	+0,5 puntos respecto al curso anterior	1,93 <i>Alcanzado</i>
Resultados de la encuesta sobre utilidad de las variaciones en el aprendizaje	Cualitativo	≥ 60% de respuestas positivas (≥ 4 sobre 5)	60.4 % <i>Alcanzado</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
La implementación del banco de problemas paramétricos ha transformado la dinámica de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Fabricación en los 5 grados de ingeniería donde se imparte (GITI, GIM, GIE, GIEI y GIA). La organización modular por bloques temáticos permitió a los docentes activar de forma secuencial y personalizada los ejercicios correspondientes al temario específico de cada grado proporcionando una herramienta dinámica de aprendizaje ya sea continuo como de repaso. El alumnado concentró su práctica en los bloques de mayor complejidad técnico-matemática: Parámetros de corte (267 accesos) y Fundición (249 accesos), mientras que los procesos de conformado plano o volumétrico (Laminación, Forja, Trefilado, Punzonado) mostraron una menor demanda acumulada (148 a 187 accesos), proporcionando al profesor una herramienta extra para conocer las dificultades encontradas por los estudiantes. Además, la imposibilidad de copiar resultados numéricos directos incentivó a los alumnos a acudir a tutorías para discutir sobre el procedimiento analítico y los fundamentos del proceso de resolución. Por último, la media de la nota final de la asignatura se ha incrementado en 1,93 puntos demostrando que el proyecto presentado constituye a una mejora en el aprendizaje autónomo. Al contrastar estos datos con estudios previos sobre la implementación de sistemas de autoevaluación algorítmica en asignaturas STEM de ingeniería, se observa un impacto marcadamente superior: Gamage et al. (2022) y Theobald et al. (2020) reportaron incrementos medios en las calificaciones finales de entre +0,4 y +0,8 puntos tras introducir cuestionarios paramétricos en Moodle, metodologías de práctica activa y retroalimentación iterativa. De forma similar Urquiza-Fuentes et al. (2024) señalaron que la práctica interactiva basada en problemas aleatorizados mejora el rendimiento en pruebas escritas entre un 8% y un 12% respecto a grupos de control con metodologías tradicionales. Referencias: Gamage, S. H., Ayres, J., & Behrend, M. B. (2022). A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning in STEM subjects. <i>International Journal of STEM Education</i>, 9(1), 9.

Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., et al. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 117(12), 6476–6483.

Urquiza-Fuentes, J., Garcés Osado, A., & Palacios Alonso, D. (2024). Active learning methodologies, student motivation, and academic achievement: A pilot study in engineering degrees. En *EDULEARN24 Proceedings* (pp. 6442-6449). IATED.

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:		251 alumnos/as		
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
0%	16,7 %	47,9 %	31,3 %	4,2 %
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
2,1 %	20,8 %	52,1 %	14,6 %	10,4 %
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
0 %	6,3 %	33,3 %	41,7 %	18,8 %
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
NA	NA	NA	NA	NA
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión del alumnado				
La encuesta fue contestada por 48 estudiantes del total de matriculados, aunque estuvo accesible en el campus virtual y avisada en clase y por el campus virtual desde mayo de 2026. La comparativa entre la percepción de dificultad inicial y final pone de manifiesto que el alumnado experimentó una creciente toma de conciencia sobre la rigurosidad y exigencia técnica de la asignatura a medida que avanzaba el cuatrimestre (aumentando la percepción de "bastante dificultad" del 20.8% al 43.8%). En este contexto de elevada exigencia cognitiva, el banco de ejercicios parametrizados actuó como un soporte pedagógico clave. Un 60.4% del alumnado valoró positivamente la aportación del proyecto a su aprendizaje. En las respuestas cualitativas de texto abierto, los estudiantes destacaron la ventaja de contar con ejercicios "infinitos" directamente en la plataforma sin recurrir a fuentes externas no verificadas, así como el valor pedagógico de				

disponer de la solución paso a paso tras cada intento. Como propuesta de mejora, sugirieron explicitar de forma aún más detallada el desarrollo de las fórmulas intermedias en la retroalimentación.

4. **Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo. Describe, 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 difusión y promoción de las conclusiones y resultados obtenidos con el proyecto se desarrollará a través de diferentes líneas de trabajo:

Compromiso de impartición de una charla o taller para profesores: Se realizará un seminario dirigido a los docentes sobre el funcionamiento de las plantillas y los ejercicios parametrizados así como la organización del banco de ejercicios en el campus virtual.

Fecha y centro donde se impartirán: Los seminarios se impartirán en la Escuela Superior de Ingeniería (Puerto Real), en la segunda semana de julio de 2026.

Presentación de una comunicación o póster en un congreso: reconocido en el ámbito de la innovación educativa, como ICERI, en el que se describirán los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas de la implementación del proyecto de innovación desarrollado.

Descripción de las medidas que se han llevado a cabo

Se ha impartido una charla para los profesores del área en septiembre de 2026 bajo el título "Parametrización de ejercicios y evaluación formativa automatizada en Moodle para la asignatura de Ingeniería de Fabricación" (figura 3).

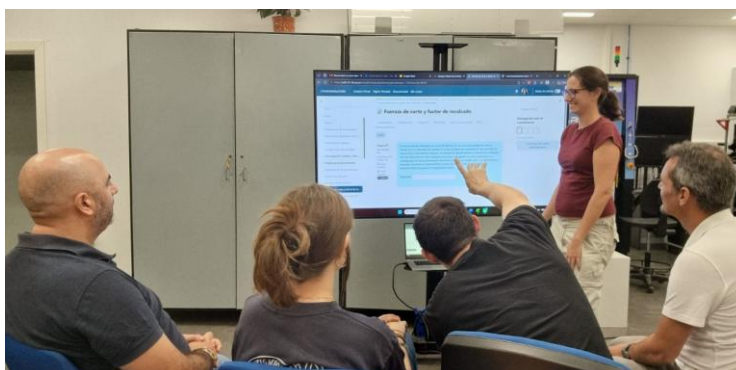


Figura 4. Charla presentación del proyecto a los profesores del área.

Se ha presentado una comunicación al congreso ICERI 2026 en formato virtual, que tendrá lugar en del 9 al 11 de noviembre de 2026. El artículo "IMPLEMENTATION OF VIRTUAL EXERCISES TO ENHANCE AUTONOMOUS LEARNING IN MANUFACTURING ENGINEERING" (Autores: I. del Sol, J.M. Vázquez-Martínez, J. Salguero, D. Piñero, P.F. Mayuet, M. Batista; Universidad de Cádiz) está aceptado, la carta de aceptación del comité científico y el artículo presentado se adjuntan como anexos. Cabe destacar que los resultados presentados son los obtenidos hasta junio de 2026 y en la memoria se han incluido los obtenidos hasta septiembre de 2026.

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

Conclusiones

1. La parametrización de ejercicios en *Ingeniería de Fabricación* ha demostrado ser una estrategia metodológica eficaz para fomentar el aprendizaje activo y la práctica continuada en asignaturas con un elevado censo de estudiantes.
2. La aleatorización numérica logró desplazar la dinámica de estudio desde la memorización pasiva hacia el dominio procedimental y el razonamiento crítico, incrementando cualitativamente las interacciones docente-alumno en tutorías.
3. Los indicadores de éxito establecidos en la solicitud fueron superados en su totalidad, tanto en el número de ejercicios desarrollados como en las tasas de uso, la percepción del estudiantado y la mejora del rendimiento académico (+1.93 puntos).

Sostenibilidad y Estrategias de Continuidad

Las plantillas algorítmicas en hojas de cálculo y los bancos de preguntas pueden migrarse al campus virtual de años sucesivos y están a disposición de los profesores del área en una carpeta compartida en la nube. Su estructura paramétrica garantiza que no caduquen y puedan emplearse indefinidamente en cursos académicos futuros sin esfuerzo adicional.