

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

Identificación del proyecto	
Código	sol-202500299624-tra
Título	Más allá de la pizarra: explorando el estudio de movimientos mediante sistemas de poleas con experiencias prácticas
Responsable	Marina Bolado Penagos

- 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>Facilitar la comprensión de sistemas de poleas mediante el aprendizaje manipulativo en el aula</i>
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>A1. Integración de prácticas con conjuntos de poleas en las clases de Física I.</i> <i>A2. Montaje y análisis de sistemas fijos y móviles con medición de fuerzas usando dinamómetros.</i> <i>A3. Comparación cualitativa de resultados con la teoría, mediante discusión guiada.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Grado de ejecución: parcial (fase de diseño completada; aplicación en aula reprogramada para 2026/2027). Se adquirió la totalidad del equipamiento previsto —dos juegos completos, por un importe de 502,88 € (véase Anexo 3)—, pero su disponibilidad efectiva se produjo cuando ya no era posible integrarlo en la programación de Física I del curso 2025/2026, por lo que las actividades A1–A3 no llegaron a desarrollarse con alumnado.</i> <i>Para asegurar la continuidad del proyecto, el equipo ha diseñado y</i>

	documentado por completo las prácticas (A1–A2). La «Guía didáctica y guiones de prácticas» que se adjunta como evidencia recoge siete experiencias: uso del dinamómetro, polea fija, polea móvil, polipasto de 2 a 6 ramales, poleas múltiples (momento de una fuerza y dinámica de rotación), máquina de Atwood y bloque con polea en el borde de la mesa. Cada una incluye objetivos, fundamento teórico, esquema de montaje, procedimiento, tablas de datos para la medida de fuerzas con dinamómetro y cuestiones que comparan el modelo ideal con la medida real (A3). Cada montaje está asociado a una pieza concreta del material adquirido, y las cargas propuestas se han ajustado al fondo de escala del dinamómetro del kit (250 g).
--	---

Objetivo nº 2	Promover la implicación activa del alumnado en la construcción del conocimiento físico a través de dinámicas colaborativas
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A4. Resolución de retos prácticos por equipos. A5. Preguntas abiertas del tipo “¿qué crees que pasará si...?” para fomentar la predicción y reflexión. A6. Puestas en común para compartir hallazgos sin necesidad de informes formales.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Las actividades A4–A6 no se aplicaron con alumnado en 2025/2026 por el motivo expuesto en el objetivo 1. Se han diseñado y quedan listos para su uso inmediato: (a) Cinco retos por equipos (A4) con enunciado, criterio de éxito basado en la precisión de la predicción y pistas para el profesorado; por ejemplo, levantar 500 g sin que el dinamómetro supere 1 N, equilibrar 300 g con una sola masa de 50 g o diseñar un montaje en el que el dinamómetro marque el doble del peso de la carga. (b) Preguntas «¿Qué pasaría si...?» (A5) al final de cada práctica, que obligan a extrapolar el modelo a situaciones no medidas. (c) Una dinámica de puesta en común oral (A6) , sin informe escrito, en la que cada equipo contrasta su predicción con su medida. Las prácticas están pensadas para equipos de 3–4 estudiantes y son modulares (20–30 minutos cada una), de modo que pueden integrarse en clases de problemas o agruparse en sesiones de laboratorio de 2 horas.

Objetivo nº 3	Reducir errores conceptuales frecuentes y reforzar la comprensión mediante el uso de material manipulativo
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A7. Actividades de predicción-observación-explicación. A8. Identificación y corrección de errores conceptuales frecuentes (como la confusión entre tensión y fuerza aplicada). A9. Encuesta final muy breve (formato tipo test) para recoger la valoración del alumnado
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	La secuencia Predice–Observa–Explica (A7) se ha incorporado de forma sistemática: cada práctica se abre con un recuadro de predicción individual previo a la medida y se cierra con un apartado «Error conceptual que se trabaja» (A8), centrado en confusiones frecuentes en Física I: tensión frente a fuerza sobre el soporte, lectura del dinamómetro entre dos masas iguales, la idea de que una polea «aborra

	trabajo», ventaja mecánica frente a número de poleas, y tensión igual al peso en sistemas acelerados. Para la evaluación (A9) se han elaborado dos instrumentos: un cuestionario conceptual pre/post de 10 ítems de opción múltiple con clave de respuestas (Anexo A de la guía), inspirado en el formato del Force Concept Inventory (Hestenes et al., 1992)¹, y una encuesta de valoración (Anexo B) cuyos tres primeros ítems coinciden con los del apartado 3 de esta memoria, de modo que los resultados de 2026/2027 serán directamente comparables con el formato de la convocatoria. Al no haberse realizado la intervención, no se presentan datos de alumnado; se ha optado expresamente por no estimar ni reconstruir resultados.
--	---

Objetivo nº 4	Generar y compartir materiales de apoyo que faciliten la réplica del proyecto
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A10. Elaboración de una guía didáctica breve con las prácticas desarrolladas. A11. Grabación de un vídeo demostrativo de una práctica tipo con poleas. A12. Organización de una sesión interna de formación con el profesorado del área.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	A10 — Realizada. Se ha elaborado la guía didáctica con los guiones, ejercicios numéricos vinculados a las medidas, retos por equipos, instrumentos de evaluación y un solucionario completo para el profesorado (Anexo C), además de esquemas de montaje originales y el registro fotográfico del material. Está redactada para que cualquier docente del área pueda reproducir las prácticas sin formación específica previa. A11 — Realizada. El Anexo D de la guía contiene el guion secuenciado del vídeo demostrativo (4 minutos). A12 — Reorientada y realizada. En lugar de la sesión interna de formación prevista, que carecía de sentido sin el material en uso, se ha optado por elaborar un paquete completo de materiales de apoyo para el profesorado, que permite a cualquier docente del área utilizar el equipamiento de forma autónoma y sin formación presencial previa. Este paquete incluye: (1) un dossier técnico del material, con una ficha ilustrada de cada elemento adquirido (qué es, cómo funciona, para qué sirve, en qué prácticas se usa y cómo montarlo y conservarlo), esquemas de conceptos básicos, una tabla de correspondencia entre elementos y prácticas, y una lista de comprobación para el inventario y el préstamo entre centros; (2) el solucionario de todos los ejercicios y retos, con los resultados esperados de cada secuencia (Anexo C de la guía); (3) las claves del cuestionario pre/post y la encuesta de valoración (Anexos A y B); y (4) la hoja de registro de sesiones para documentar el uso del material por grupo y titulación (Anexo D).

¹ Hestenes, D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *Physics Teacher*, 30, 141–158.

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

<i>Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto</i>
En el curso 2025/2026 el proyecto no ha tenido un impacto medible sobre el alumnado, ya que el material no llegó a utilizarse en el aula. Por ello, no se atribuyen al proyecto cambios en el rendimiento académico ni en la percepción del alumnado. Sí ha tenido efecto en la planificación de la asignatura: el bloque de Dinámica de Física I dispone ahora de un conjunto de prácticas manipulativas documentadas y alineadas con sus contenidos (leyes de Newton, tensión, momento de una fuerza, dinámica de rotación, rozamiento, trabajo y energía), que complementan la resolución de problemas en la pizarra. La literatura sobre física introductoria respalda la mejora esperada: los métodos de participación activa producen ganancias conceptuales claramente superiores a la enseñanza tradicional (Hake, 1998²; Freeman et al., 2014³), y las demostraciones son más eficaces cuando el alumnado predice el resultado antes de observarlo (Crouch et al., 2004⁴). Al haberse adquirido dos juegos completos, el material puede usarse de forma simultánea o compartida entre los distintos grados en que se imparte Física I (Escuela Superior de Ingeniería y otras titulaciones atendidas por el Departamento de Física Aplicada). Varias prácticas (máquina de Atwood, poleas múltiples, rozamiento) son también aprovechables en otras asignaturas del área. El impacto se medirá en 2026/2027 mediante el cuestionario pre/post (ganancia normalizada) y la encuesta de valoración.

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:		A realizar en el curso 2026/2027		
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
—	—	—	—	—
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 Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement vs. Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. American Journal of Physics, 66, 64. <http://dx.doi.org/10.1119/1.18809>

³ Freeman, S. et al. (2014). Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics. PNAS, 111, 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

⁴ Crouch, C., Fagan, A.P., Callan, J.P., Mazur, E. (2004). Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment? American Journal of Physics, 72, 835.

<i>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</i>				
<i>Nada de acuerdo</i>	<i>Poco de acuerdo</i>	<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	<i>Muy de acuerdo</i>	<i>Completamente de acuerdo</i>
—	—	—	—	—
<i>En el caso de la participación de profesorado invitado</i>				
<i>La participación del profesorado invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				
<i>Nada de acuerdo</i>	<i>Poco de acuerdo</i>	<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	<i>Muy de acuerdo</i>	<i>Completamente de acuerdo</i>
				X
<i>Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión del alumnado</i>				
No se realizaron las encuestas inicial y final, ya que la intervención con alumnado no pudo desarrollarse en el curso 2025/2026. Se ha optado por no reconstruir ni estimar datos a posteriori. Para 2026/2027 se dispone de una encuesta (Anexo B de la guía) que reproduce los ítems de esta tabla y añade otros sobre la utilidad de la predicción previa, la manipulación del material y el trabajo en equipo, junto con un cuestionario conceptual pre/post. Planificar la evaluación desde el inicio de la implantación permitirá presentar datos comparables y emparejados (pre/post por estudiante, de forma anónima).				

4. **Describe 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
• Elaboración de una guía didáctica digital con las prácticas y materiales utilizados. • Grabación de un vídeo corto demostrativo de una de las sesiones para su inclusión en el campus virtual. • Propuesta de reutilización del material adquirido en otras asignaturas del área de Física. • Valoración de la presentación de resultados/metodología en jornadas o encuentros de innovación docente.
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo
Medida 1 (guía didáctica digital): realizada. La guía se ha elaborado en formato editable y PDF y está a disposición del área y del alumnado a través del Campus Virtual de Física I. Medidas 2 y 3 (vídeo demostrativo y reutilización del material en otras asignaturas): preparadas. El guion del vídeo y la propuesta de uso compartido del material entre titulaciones están definidos (Anexo D de la guía). El material para el profesorado (dossier técnico, solucionario e instrumentos de evaluación), junto con un calendario de uso compartido del material. Medida 4 (comunicación en jornadas o congresos): pendiente. Se considera más adecuado presentarla cuando se disponga de datos pre/post de la primera implantación, previsiblemente en las jornadas de innovación docente de la UCA o en el Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET). El retraso en la disponibilidad del material impidió generar evidencias de aula en 2025/2026. La solución ha sido adelantar la producción de los recursos abiertos (guía, solucionario e instrumentos de evaluación), de modo que la implantación de 2026/2027 sea inmediata, homogénea entre grupos y evaluable. Se incorpora a esta memoria el registro fotográfico del material como evidencia de ejecución material.

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

Conclusiones
El proyecto ha alcanzado un grado de ejecución parcial. La adquisición del equipamiento se completó en su totalidad y el material conserva plenamente su finalidad docente, pero su disponibilidad tardía impidió la implantación con alumnado en el curso 2025/2026. En consecuencia, no se presentan resultados de aprendizaje ni encuestas que no se hayan obtenido de forma efectiva. Como medida correctora, se han completado los productos de diseño del proyecto: la guía didáctica con prácticas y ejercicios resueltos, los retos por equipos, el cuestionario pre/post, la encuesta de valoración, el guion del vídeo y el paquete de materiales para el profesorado (dossier técnico ilustrado del equipamiento, solucionario, claves de evaluación y hoja de registro). El equipamiento es duradero y reutilizable, admite múltiples configuraciones y puede usarse en distintos grupos y cursos sin nuevas inversiones. Plan de continuidad 2026/2027: (1) distribución del dossier y de la guía entre el profesorado de Física I y reparto del material entre titulaciones; (2) durante el bloque de Dinámica de Física I: aplicación de las prácticas con el cuestionario pre/post y la hoja de registro de sesiones; (3) al cierre del cuatrimestre: análisis de la ganancia conceptual y de la encuesta, revisión de la guía y difusión de resultados. Esta reprogramación preserva los objetivos pedagógicos originales y convierte el retraso inicial en una implantación más estructurada y evaluable.

Nota. Se adjunta a este Anexo 2, otros dos documentos (i) Guía prácticas polas, y (ii) Dossier de material.

ANEXO. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL MATERIAL ADQUIRIDO

Se incorpora a continuación una selección del registro fotográfico del equipamiento adquirido para el proyecto. Las imágenes documentan la recepción y disponibilidad de diferentes configuraciones de poleas y del kit de trabajo, que serán empleadas en las experiencias prácticas de Física I a partir del curso 2026/2027.



Vista general del kit de poleas y accesorios adquirido.



Polea simple con ganchos de suspensión.



Conjunto de dos poleas en serie.



Conjunto de tres poleas en serie.



Pareja de poleas en paralelo.



Conjunto de tres poleas en paralelo.



Polea múltiple / sistema de varias gargantas.



Polea con varilla coaxial



Polea con horquilla y varilla de sujeción