

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

Identificación del proyecto	
Código	sol-202400285130-tra
Título	Plataforma robótica móvil multipropósito para fomentar el trabajo multidisciplinar e incentivar la implicación y la creatividad del alumnado
Responsable	Blas Salvador Domínguez

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	Diseño y fabricación del material didáctico (plataforma robótica móvil multipropósito)
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>Diseño electrónico de PCB, Montaje y soldadura de componentes sobre PCB, Colocación del resto de elementos (motores, ruedas, sensores...), Diseño y fabricación de carcasa superior protectora impresa en 3D, Programación de todos los sensores y actuadores, Montaje final, pruebas y validación.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Se completaron satisfactoriamente todas las fases previstas para el desarrollo del prototipo robótico. Se diseñó y fabricó una plataforma móvil basándose en el microcontrolador ATTINY816, integrando una arquitectura de entradas y salidas adecuada. Esta arquitectura incluyó sensores ultrasónicos HC-SR04 para la detección de obstáculos, sensores ópticos GP2S700HCP para el sigue-línea, un sensor de luminosidad LDR, y actuadores como motores DC, un Buzzer y un LED RGB (Figura1).</i> <i>Figura 1. Plataforma robótica multipropósito</i> <i>El desarrollo y ensamblaje de la plataforma se realizó con la participación activa de alumnos colaboradores y estudiantes del laboratorio de Robótica. Esto permitió la formación avanzada para un grupo selecto de estudiantes, exponiéndolos a</i>

	disciplinas de ingeniería de sistemas como el diseño electrónico, la fabricación aditiva (impresión 3D) y la programación de microcontroladores de bajo nivel (ATTINY816). Finalmente, no se hizo necesaria la adquisición de PLA puesto que se disponía del suficiente en el laboratorio, por lo que dicha parte del presupuesto se decidió emplear en otras mejoras. Se estudió innovación añadida la posibilidad de la integración de dispositivos de visión artificial mediante el uso de Raspberry pi Zero con cámaras, para la identificación de los colores de los cubos, por lo que se adquirieron estos dispositivos con la idea de que formaran parte del sistema. Las pruebas realizadas concluyeron que era posible este uso y que además serviría para que el alumnado conociera nuevos lenguajes de programación (Python, OpenCV) y otras plataformas (Raspberry pi). Sin embargo, durante el desarrollo del proyecto, se decidió que la integración de estos dispositivos en el proyecto elevaba demasiado la complejidad de este, más aun teniendo en cuenta que en las encuestas los alumnos indicaron que una de las dificultades era la falta de tiempo dedicada al proyecto. Es por ello por lo que se decidió emplear estas cámaras en futuros cursos o incluso integrarlas en asignaturas que precisen de mayor peso curricular, como es la asignatura de Plataformas y Arquitecturas Robóticas (PAR) del máster en Investigación en Ingeniería de Sistemas y de la Computación (asignatura que también se imparte por parte de los miembros de este proyecto). El trabajo avanzado con estos dispositivos permitirá enriquecer la asignatura el próximo año añadiendo nuevos retos al proyecto. Por ello, la solución fue emplear sensores de color TCS3200 GBB para Arduino disponibles en el laboratorio. El TCS3200 puede detectar y medir una gama casi ilimitada de colores visibles y su integración era más adecuada. El proyecto demostró así su potencial como herramienta de transferencia tecnológica interna, enriqueciendo la formación especializada más allá de los contenidos curriculares básicos de AMR.
--	---

Objetivo nº 2	Fomentar el trabajo interdisciplinar mediante el aprendizaje basado en proyectos
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	Elaborar actividades durante el curso de la asignatura de AMR que permitan adquirir los conocimientos y habilidades necesarios para afrontar favorablemente el proyecto final. La inclusión del robot móvil y su interacción con el brazo robótico permitirá que el aumente el interés del estudiante a la hora de realizar el proyecto, ya que podrá en práctica todo lo estudiado a lo largo del temario.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Se implementó el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) centrado en un desafío de ingeniería. El proyecto final, que representa el 60% de la nota, se centró en la integración funcional del brazo robótico (manipulador) con la plataforma móvil (navegación y transporte). La tarea principal consistió en que el brazo robótico identificara cubos de distintos colores, los apilara sobre la plataforma móvil, y esta, a su vez, los transportara a una zona de descarga específica, utilizando seguimiento de línea, detección de obstáculos y comunicación entre ambos sistemas. Ventajas de la metodología integrada sobre la práctica fragmentada anterior: La metodología anterior se basaba en la programación secuencial de elementos aislados (LEDs, pulsadores, sensores), lo que dificultaba la contextualización de los contenidos y generaba problemas percibidos como inconexos. El ABP de integración de sistemas robóticos resuelve esta fragmentación de contenidos. Esta integración de dos sistemas robóticos independientes obligó a los grupos de trabajo a aplicar conocimientos de diversas áreas de la ingeniería simultáneamente:

	<i>desde la programación de bajo nivel del móvil y el uso de sensores, hasta el control cinemático (directa e inversa) del brazo manipulador. Los estudiantes tuvieron que abordar problemas de ingeniería de sistemas y coordinación de subsistemas. Este enfoque interdisciplinar resultó fundamental para los estudiantes de todas las titulaciones de la asignatura, ya que les permitió aplicar los conocimientos adquiridos (electrónica, mecánica, programación) dentro de un contexto de solución global. Los resultados académicos excepcionalmente positivos observados (analizados en la Sección 2) corroboran que el fue una metodología altamente eficaz.</i>
--	--

Objetivo nº 3	Favorecer la implicación y las soluciones creativas del alumnado
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>Se realizarían encuestas/debates en clase para hacer partícipes a los estudiantes de los objetivos finales (co-diseño) y se fomentaría que fueran los estudiantes los que proporcionaran las soluciones finales a los problemas propuestos, esperando soluciones no únicas, sino creativas.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>El proyecto implementó una fase de co-diseño inicial a través de una encuesta para recoger ideas, preferencias y expectativas del alumnado, logrando que los estudiantes definieran parcialmente las funcionalidades finales del robot. También se realizaron encuestas al final de proyecto sobre resultados finales y posibles mejoras. Estas encuestas son complementarias a las exigidas por la convocatoria. El resultado fue una alta implicación del alumnado (el 81.25% se calificó como "Bastante implicado" o "Muy implicado") y la generación de soluciones creativas no únicas. El alumnado propuso activamente mejoras técnicas (ej. sistemas de comunicación más eficientes como WiFi/BLE, uso de Machine Learning para optimizar movimientos).</i>

2. 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 introducción de la plataforma robótica móvil y la metodología ABP para la integración de sistemas robóticos tuvo una influencia claramente positiva en la evolución de la asignatura APLICACIONES MICRO-ROBÓTICAS (AMR), reflejada en un incremento notable en los resultados académicos.		
Tabla 1: Resultados Académicos Agregados de la Asignatura AMR (Junio 2024-25)		
Calificación	Nº de Alumnos (N=25)	Porcentaje (%)
Matrícula de Honor (MH)	1	4.0%
Sobresaliente (SB)	2	8.0%
Notable (NT)	18	72.0%
Aprobado (AP)	3	12.0%
Suspenso (SS)	1	4.0%
No Presentado (NP)	0	0.0%

Total Evaluado	25	100.0%
----------------	----	--------

El proyecto consiguió una tasa de éxito global del 96.0% (24 de 25 estudiantes), con el 84.0% de los alumnos obteniendo la calificación de Notable o superior (MH, SB, NT). Este resultado demuestra que la metodología de ABP, centrada en un desafío práctico y multidisciplinar, actuó como un potente mecanismo de soporte pedagógico, elevando el nivel mínimo de desempeño y minimizando la tasa de fracaso (4.0% de suspensos) en una asignatura con un alto grado de diversidad de perfiles técnicos. La integración de contenidos garantizó una contextualización más efectiva y una adquisición de competencias más sólida que la observada en ediciones previas.

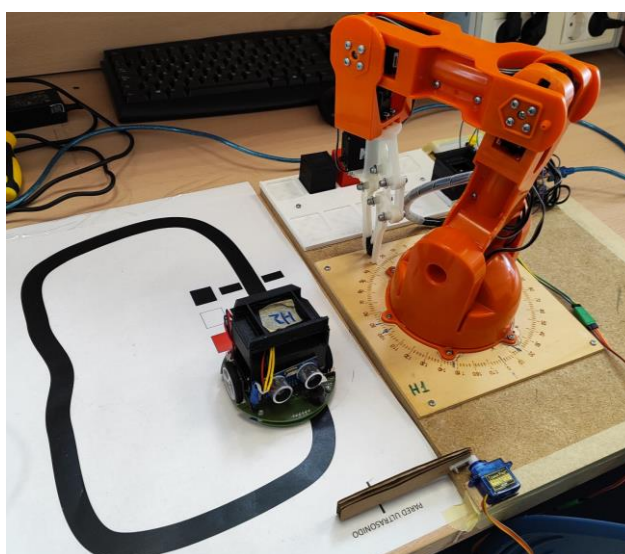


Figura 2. Desarrollo del proyecto: integración del Braccio con la plataforma robótica multipropósito.

La principal evolución reside en la transición de un enfoque segmentado (solo el brazo robótico) a uno multidisciplinar y sistémico. Al integrar el robot móvil con el brazo robótico, la asignatura AMR ha pasado de la enseñanza de componentes aislados para centrarse en la integración de sistemas robóticos complejos (Figura 2). AMR se imparte en múltiples ingenierías (Informática, Aeroespacial, Electrónica, Mecánica, etc.) y este enfoque permite adquirir competencias en áreas como la programación distribuida, la comunicación entre dispositivos y la resolución de problemas de integración de hardware/software.

- 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
0	5	13	1	1

Opinión del alumnado en la etapa final del proyecto				
<i>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</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
0	6	12	2	0
<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>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
0	0	5	11	4
En el caso de la participación de profesorado invitado				
<i>La participación del profesorado invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				
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 valoración cuantitativa de las preguntas solicitadas por la memoria demuestra una influencia notablemente positiva y un alto nivel de aceptación de la metodología innovadora por parte del alumnado. En cuanto a la percepción de la dificultad, el proyecto obtuvo un 60% del alumnado concentrado en la "Dificultad media" al finalizar. Es significativo que la percepción de una dificultad excesiva ("Mucha dificultad") desapareció por completo tras la ejecución práctica, y el número de estudiantes que sintió "Poca dificultad" aumentó de 5 a 6, lo que sugiere que el proyecto facilitó la consolidación de los contenidos y redujo las barreras iniciales en algún caso. El dato más contundente es el respaldo a la metodología: un 75% del alumnado (15 de 20) afirmó estar "Muy de acuerdo" o "Completamente de acuerdo" en que los elementos de innovación implementados (la plataforma robótica móvil) favorecieron activamente su comprensión de los contenidos y la adquisición de competencias, lo que valida la línea de actuación del proyecto. Solo una minoría se mantuvo neutral, sin registrarse ningún nivel de desacuerdo. Para obtener más información del alumnado se han realizado una serie de preguntas complementarias sobre la asignatura para el mejor seguimiento del proyecto. Las respuestas a las preguntas complementarias reafirman el éxito y perfilan las áreas de mejora. El cumplimiento de objetivos fue percibido como excelente, con un 85% del alumnado indicando que estos se lograron "Bastante" o "Totalmente". El impacto motivacional fue clave, pues el 90% de los encuestados valoró su experiencia de aprendizaje como "Mejor" o "Mucho mejor" gracias a la inclusión del robot móvil, destacando la programación y la visualización de los resultados tangibles ("Ver el robot en funcionamiento" y "Programar el robot móvil") como lo más interesante. Sin embargo, las principales dificultades encontradas fueron la limitación temporal (solicitando "Más tiempo de clase" o "Más tiempo para el proyecto") y la inestabilidad del hardware, ya que los "problemas técnicos" y las "averías" recurrentes consumieron un tiempo valioso del proyecto. Respecto a la organización, la preferencia unánime por "Grupos pequeños con roles definidos" confirma la eficacia de esta estructura para el trabajo multidisciplinar. Las futuras sugerencias se centran en aumentar la sofisticación del sistema con comunicación inalámbrica bidireccional (Bluetooth/WiFi) entre los robots, la inclusión de sensores más avanzados para una mayor interacción con el entorno y el uso de cámaras para la identificación de objetos y colores.				

4. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo¹.

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud
Tras la finalización del proyecto se difundirán los resultados a los profesores del área de Arquitectura y tecnología de computadores a la que pertenece la asignatura de AMR. Para ello se organizará un taller en el que se explicarán cuáles han sido las líneas seguidas y se evaluarán en conjunto los resultados obtenidos. Se sopesará la inclusión de actividades similares en otras asignaturas con características similares. Si los resultados son adecuados, se podrían incluir los mismos en una revista del ámbito de la docencia. Otras medidas para la difusión serían las redes sociales y las páginas web del departamento y el grupo de investigación.
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo
Se han difundido, mediante un taller, al Personal Docente e Investigador (PDI) del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores y de otras áreas afines al contenido los resultados más significativos del proyecto, donde se analizaron los resultados cuantitativos y cualitativos. Se ha publicado el material audiovisual del proyecto y una síntesis de los logros en la página web del grupo de Robótica Aplicada (https://robotics.uca.es/noticias/17) y en redes sociales como LinkedIn. El proyecto ha sido presentado al 18th International Technology, Education and Development Conference (INTED) en la categoría de <i>Educational Programming & Robotics</i>. El envío del <i>abstract</i> "Integrated Mobile Robotics and Project-Based Learning (PBL) in Engineering Education: A Systemic Approach to Enhance Academic Performance and Multidisciplinary Skills" constituye un compromiso formal para la difusión internacional de la metodología y los resultados obtenidos. Actualmente, el equipo responsable está en proceso de añadir los sistemas de visión artificial basados en Raspberry pi a las plataformas robóticas multipropósito con el fin de integrarlos en los temarios de la asignatura de AMR y la asignatura de Plataformas y Arquitecturas robóticas (PAR) del Máster Universitario en Investigación en Ingeniería de Sistemas y de la Computación.

¹ Si en la solicitud no indicó compromiso de difusión de resultados, este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación.