

EDUCACIÓN, CREATIVIDAD E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: NUEVOS HORIZONTES PARA EL APRENDIZAJE. ACTAS DEL VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COOPERACIÓN, CINAIC 2025

María Luisa Sein-Echaluce Lacleta, Ángel Fidalgo Blanco y Francisco José García Peñalvo (coords.)

1ª Edición. Zaragoza, 2025

Edita: Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza.



Servicio de
Publicaciones
Universidad Zaragoza

EBOOK ISBN 978-84-10169-60-9

DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9



Esta obra se encuentra bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial (ccBY-NC). Ver descripción de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Referencia a esta obra:

Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (coords.) (2025). *Educación, Creatividad e Inteligencia Artificial: nuevos horizontes para el Aprendizaje. Actas del VIII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2025 (11-13 de Junio de 2025, Madrid, España)*. Zaragoza. Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9

Proyecto de robótica educativa adaptado al grado en Ingeniería en Diseño Industrial: Impacto en la motivación y el aprendizaje

Educational Robotics Project Adapted to the Degree in Industrial Design Engineering: Impact on Motivation and Learning

Jonatan Ruiz-de-Garibay¹, Susana Romero-Yesa², Pablo Garaizar¹
Jonathan.garibay@deusto.es, sromeroyesa@deusto.es, garaizar@deusto.es

¹Deustek
Universidad de Deusto
Bilbao, España

²DeustoMED
Universidad de Deusto
Bilbao, España

Resumen- La Robótica Educativa (RE) es una herramienta eficaz como plataforma de aprendizaje que favorece la participación del alumnado y la resolución de problemas complejos, además de fomentar las competencias STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Augello y col., 2020). Este estudio presenta la implementación de un proyecto de RE con robots de competición en un grado universitario, con el objetivo de evaluar su impacto en la enseñanza de la programación y en la mejora de la motivación del alumnado. El proyecto, desarrollado previamente en otro grado universitario desde el curso 2018-2019, se adapta al perfil del egresado de un nuevo grado, con diferentes conocimientos previos y con otras competencias específicas. Los resultados académicos y la percepción del alumnado indican que el proyecto es efectivo en el logro de las competencias resaltando su carácter motivador, el cual se atribuye a su adecuado enfoque y organización.

Palabras clave: *Robótica Educativa, Competencias, Programación, Motivación.*

Abstract- Educational Robotics (ER) is an effective tool as a learning platform that encourages student participation and complex problem solving, in addition to fomenting STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) competences (Augello et al., 2020). This study presents the implementation of an ER project using competition robots in a university degree, aiming to assess its impact on programming and student motivation. The project, previously developed in another university program since the 2018-2019 academic year, has been adapted to the graduate profile of a new degree program, considering their different previous knowledge and specific competences. Academic results and students' feedback indicate that the project is effective in achieving competences, highlighting its motivational nature, which is attributed to its appropriate approach and organization.

Keywords: *Educational Robotics, Competences, Programming, Motivation.*

1. INTRODUCCIÓN

Eguchi (2010) señaló que «la Robótica Educativa (RE) ha surgido como una herramienta de aprendizaje única que puede ofrecer actividades prácticas y divertidas en un entorno de aprendizaje atractivo que fomenta el interés de los estudiantes». En este contexto, la Universidad de Deusto celebró su primer concurso de robótica en el curso 1998-1999 y, desde entonces,

ha desarrollado diversas actividades formativas relacionadas con el ámbito de la RE, variando su intensidad y alcance, como se describe en Ruiz-de-Garibay y Garaizar (2023).

Por su parte, Angel-Fernandez y Vincze (2018) definen la RE como un «área de estudio que pretende mejorar la experiencia de aprendizaje de las personas a través de la creación, implementación, mejora y validación de actividades, herramientas y tecnologías pedagógicas, donde los robots juegan un papel activo y los métodos pedagógicos influyen en cada decisión». En consecuencia, la RE no se limita exclusivamente al ámbito de las competencias STEM, sino que puede aplicarse en diversas áreas de conocimiento, incluidos el desarrollo de competencias transversales.

En educación primaria y secundaria, la RE se enfoca en el desarrollo del pensamiento computacional, la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos. Plataformas como LEGO Mindstorms® o mBot® son muy utilizadas debido a su facilidad de uso y diseño modular. Además, en algunos casos, el uso de la gamificación ha demostrado un incremento de la motivación y la creatividad del alumnado, así como una mejora del rendimiento académico (Chen et al., 2023).

En el ámbito universitario, los robots utilizados presentan un enfoque más especializado, vinculado a la investigación y a la resolución de problemas complejos en ingeniería. En este nivel, el alumnado trabaja con plataformas avanzadas como ROS® (Robot Operating System), MATLAB® o Raspberry Pi®. Asimismo, en ciertas aplicaciones, se emplean robots educativos para el estudio de conceptos muy concretos, como en el estudio de Körei et al. (2024), donde robots diseñados con LEGO Mindstorms® dibujan figuras geométricas.

En la sección 2 de este artículo se presenta la plataforma *EASYbot*, utilizada en el proyecto de RE descrito en la sección 3. Los resultados obtenidos se detallan en la sección 4, mientras que las principales conclusiones se exponen en la sección 5.

2. PLATAFORMA *EASYBOT*

En el año 2015, se inició el desarrollo de un hardware para la implementación de micro-robots de competición, con el propósito de evitar el rediseño electrónico en cada nuevo prototipo y reducir así el tiempo de desarrollo. Este nuevo

hardware se diseñó para garantizar cierta flexibilidad, facilitar la integración de diversos periféricos, incorporar etapas de potencia de alto rendimiento para el control de motores y proporcionar un entorno de programación sencillo.

En una primera fase, se diseñó el controlador principal, basado en la arquitectura de Arduino® Micro, al que se añadieron 2 etapas de potencia de hasta 6 amperios. Se mantuvo el sistema de alimentación dual, con soporte tanto para alimentación por USB como por batería externa y se organizaron los pines de E/S en 7 puertos para la conexión de diferentes periféricos, entre otras características (Figura 1).

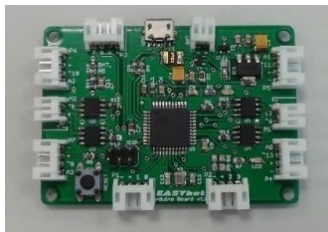


Figura 1.

EASYbot Arduino Board

Posteriormente, se realizaron pruebas de integración de diferentes periféricos comerciales y se desarrollaron periféricos específicos. De este modo, se creó una plataforma modular denominada *EASYbot*, que combina el controlador principal, los periféricos específicos y sus librerías de Arduino.

3. PROYECTO DE ROBÓTICA EDUCATIVA

Este proyecto de RE ha sido desarrollado en el marco de la asignatura de Informática Aplicada, perteneciente al 2º curso del grado en Ingeniería en Diseño Industrial de la Universidad de Deusto durante el curso 2023-2024. Esta experiencia es una adaptación del proyecto de robótica educativa descrito por Ruiz-de-Garibay et al. (2023).

En esta ocasión, se ha optado por las categorías de robot velocista y robot de mini-sumo (**Figura 2**), debido a su mejor adaptación al perfil del egresado, a los conocimientos previos del alumnado y a las competencias trabajadas en la asignatura.

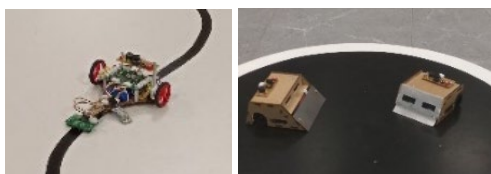


Figura 2.

Robot velocista (izquierda) y mini-sumo (derecha)

El perfil del egresado en Ingeniería en Diseño Industrial está enfocado al diseño y fabricación de productos que puedan integrar sistemas electrónicos programables que proporcionen interacción hombre-máquina. Si bien no se espera que estos profesionales sean expertos en los ámbitos de la microelectrónica y la programación, sí es importante que adquieran unos conocimientos básicos que les faciliten la integración del hardware y el software en sus diseños.

Antes de cursar la asignatura de Informática Aplicada, el alumnado ha recibido formación en asignaturas como Física II, donde ha trabajado los fundamentos de las señales eléctricas

con circuitos básicos de corriente continua y alterna, así como en otras materias relacionadas con la expresión artística y gráfica, matemáticas o laboratorios de diseño.

De acuerdo con el programa de la asignatura, se define 1 competencia genérica y 3 competencias específicas:

- CG1. Utilizar el aprendizaje de manera estratégica y flexible en función del objetivo perseguido, a partir del reconocimiento del propio sistema de aprendizaje y de la conciencia del aprendizaje mismo.
- CE1. Analizar y diseñar la base de la algoritmia imperativa en casos de la vida real y en aplicaciones industriales.
- CE2. Seleccionar los tipos de variables apropiados, y combinar los operadores y las estructuras de control para la correcta implementación de algoritmos imperativos que den solución a las problemáticas planteadas.
- CE3. Implementar adecuadamente la base algorítmica, funciones y librerías para su aplicación en la programación estructurada en un sistema embebido.

A. Organización de la asignatura

Antes de iniciar el proyecto, el alumnado ha trabajado las competencias a través de prácticas de laboratorio. Primero, empleando programación basada en bloques, similar a *Scratch*®, para facilitar la comprensión de los conceptos fundamentales, y, posteriormente, avanzando hacia la programación en lenguaje C.

Para todo ello, el alumnado ha utilizado el *Crowtail Starter Kit for Arduino* y el laboratorio remoto de Arduino Básico (visual y código) disponible en la plataforma *LabsLand*, una plataforma global de laboratorios STEM remotos.

La realización del proyecto tiene como objetivo principal integrar y aplicar las competencias específicas en un ejemplo práctico de mayor complejidad, permitiendo al alumnado enfrentarse a un reto real.

B. Presentación del proyecto de RE

La presentación del proyecto comienza con una contextualización de este, en la que se responde a cuestiones como «¿Qué es un robot?», «¿Para qué se usan los robots?» o «¿Qué es la RE?».

A continuación, se introducen las 2 categorías de robots que serán implementadas, la planificación y el sistema de evaluación. Las categorías seleccionadas son las siguientes:

- Robot velocista: su objetivo es recorrer una pista cerrada en el menor tiempo posible. Para ello, el robot debe calcular su desviación lateral con respecto a una línea negra sobre fondo blanco, utilizando 4 sensores de blanco/negro, y corregir su trayectoria mediante 2 motores de CC (Corriente Continua) acoplados a 2 ruedas.
- Robot de mini-sumo: el propósito de este robot es expulsar al robot oponente del tatami antes de que el rival haga lo propio. Para lograrlo, el robot emplea sensores de distancia para localizar al contrincante y sensores de blanco/negro para mantenerse dentro del área de combate, delimitada por una línea blanca sobre fondo negro. Para sus maniobras dentro del tatami, utiliza 2 motores de CC acoplados a 2 ruedas.

La planificación del proyecto se estructura en 6 fases, tal y como se detalla en la Tabla 1:

Tabla 1

Planificación del proyecto de RE

Fase	Descripción	Tiempos
1	Presentación del proyecto	1 hora
2	Formación en la plataforma <i>EASYbot</i> y en el control de motores de CC	2 horas
3	Formación para la gestión de los periféricos de entrada	2 horas
4	Diseño de los algoritmos de control	2 horas
5	Desarrollo del proyecto	15 horas
6	Validación y competición final	1 hora

La evaluación del proyecto se lleva a cabo mediante una rúbrica que establece 14 indicadores con sus respectivos pesos (resumen en Tabla 2):

Tabla 2

Indicadores del sistema de evaluación

Comp.	Indicador	Peso
CG1	Demuestra iniciativa en el proyecto	5 %
	Organiza y gestiona su trabajo	5 %
	Ajusta el robot para que se comporte con precisión	5 %
	Participa en la competición final	5 %
CE1	Aplica el algoritmo básico	10 %
	Realiza modificaciones al algoritmo	10 %
	Diseña algoritmos avanzados	10 %
CE2	Interpreta y utiliza datos de los sensores	10 %
	Configura los motores de CC	10 %
	Declara y utiliza variables	5 %
	Aplica operadores y utiliza estructuras de control	5 %
	Estructura el código de forma clara	10 %
CE3	Hace uso de funciones	5 %
	Hace uso de librerías	5 %

Una vez presentado el proyecto, el alumnado se organiza en equipos de 2 o 3 integrantes que seleccionan la categoría que consideran más interesante y motivadora.

C. Sesiones de formación

Estas sesiones permiten al alumnado familiarizarse con la plataforma *EASYbot* y trabajar con los diferentes periféricos de E/S realizando prácticas. Estas formaciones están estructuradas en 3 bloques, distribuidas en 2 sesiones:

- Primera sesión: se lleva a cabo de forma conjunta para todo el alumnado, y en ella, se introduce la plataforma *EASYbot* y se practica el control de los motores de CC.
- Segunda sesión: comienza con una fase conjunta, en la que se explican los periféricos de entrada genéricos, para después, dividir al alumnado en 2 grupos para realizar prácticas específicas con los periféricos de cada robot.

D. Diseño de algoritmos

Para esta sesión, los equipos disponen de un robot montado y verificado, junto con la documentación del conexionado de

los periféricos de E/S. La sesión está organizada con una parte común y una parte específica, según la categoría de robot.

- Algoritmos comunes: usando un pulsador y un diodo LED, se programa la puesta en marcha y parada del robot.
- Algoritmo de control para el velocista: se implementa el algoritmo más sencillo que permite al robot seguir la línea utilizando únicamente los 2 sensores del lado derecho, con un control proporcional de la velocidad de los motores.
- Algoritmo de control para el mini-sumo: se desarrolla un primer algoritmo que permite al robot no caerse del tatami haciendo uso de uno de sus sensores de blanco/negro junto con otro algoritmo que detecta al robot contrario, usando únicamente los sensores de distancia delanteros.

E. Desarrollo del proyecto

Una vez que el alumnado dispone de un robot con el programa básico para su categoría, debe mejorar las prestaciones del robot trabajando tanto fuera del aula como en sesiones de clase tutorizadas por el profesor.

En el caso del robot de mini-sumo, los equipos deben aprovechar el resto de los sensores disponibles (los 2 sensores de distancia laterales y el segundo sensor de blanco/negro) para mejorar las prestaciones del robot. Posteriormente, se les anima a mejorar la detección frontal del robot contrario, y a implementar un algoritmo que limite el uso de las funciones bloqueantes como delay().

Para el robot velocista, los equipos deben mejorar el algoritmo de control utilizando los 4 sensores disponibles y ajustar las correcciones del robot para mejorar la precisión de los movimientos. Una vez alcanzada esta mejora, se les anima a implementar un control PD (Proporcional y Derivativo) junto con un segundo algoritmo que evite la pérdida de la línea de referencia.

F. Validación y competición final

Antes de la competición final, cada robot debe superar una prueba de validación. En el caso del robot velocista, la prueba consiste en dar 3 vueltas a un circuito, sin salirse de la trayectoria. Por su parte, el robot de mini-sumo debe expulsar un objeto inmóvil del tatami, sin caerse de este.

Una vez superada esta, y en función del comportamiento de cada robot, se elabora un cuadro de eliminatorias directas para la competición final. En ella, se determina el pódium de cada categoría y los robots ganadores se enfrentan en una gran final al robot del profesor. Finalmente, en la categoría de mini-sumo, se organiza un combate de exhibición en formato de todos contra todos, tal y como se puede ver en la Figura 3.

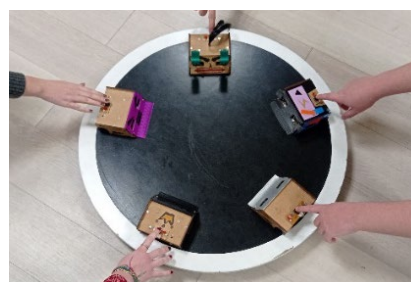


Figura 3

Combate de exhibición de todos contra todos

4. RESULTADOS

En el proyecto participaron 24 estudiantes, 16 mujeres y 8 hombres, organizados en 11 equipos de 2 o 3 integrantes. Un equipo no completó el proyecto en ninguna convocatoria y, por tanto, un total de 6 robots velocistas y 4 de mini-sumo compitieron en el concurso final.

Académicamente, la calificación media de los proyectos fue de un 7,8 sobre 10, con una nota mínima de 6,5. Desde un enfoque competencial, las medias fueron de 7,9 en la CG1, 8,1 en la CE1, 8,3 en la CE2 y 6,6 en la CE3, lo que indica que el proyecto resulta adecuado para su desarrollo. En la categoría de mini-sumo, la CE2 obtuvo mejores calificaciones debido al uso más variado de sensores y estructuras de control, mientras que en los robots velocistas, los equipos hicieron uso de una librería, lo que les permitió desarrollar con más profundidad la CE3.

Se realizaron 2 encuestas al alumnado, una tras la presentación del proyecto de RE y otra al finalizar la competición. En ellas, el alumnado valoró su grado de conformidad con una lista de afirmaciones usando una escala de 1 (muy baja) a 5 (muy alta).

La primera encuesta, completada por el 79,1 % del alumnado, incluyó cuestiones sobre la percepción inicial del proyecto y la adecuación de este al programa formativo. Se concluyó que la experiencia previa del alumnado en RE era baja (media de 2,32 sobre 5) y que el tiempo dedicado (4,58), los materiales usados (4,68) y la resolución de dudas por parte del profesor (4,79) fueron correctos. También se constató que el alumnado consideraba que el proyecto era adecuado para el grado (4,42) y que les resultaba motivador (4,32).

La segunda encuesta, completada por el 87,5 %, estuvo más centrada en el desarrollo del proyecto y en los resultados. El proyecto ayudó al alumnado en la comprensión de conceptos técnicos (4,76) y de programación (4,62), así como en relacionar las modificaciones en el algoritmo de control con el comportamiento del robot (4,43). La organización del proyecto (4,76), la documentación sobre la plataforma *EASYbot* (4,48) y el resto de los materiales (4,57) fueron valorados positivamente, destacando especialmente el apoyo del docente (4,90). Por último, la usabilidad de la plataforma *EASYbot* (4,24) fue el aspecto peor valorado, por lo que se ve necesario ampliar y mejorar las sesiones formativas.

Relacionando ambas encuestas, con la afirmación sobre la motivación del alumnado, se deduce que esta aumentó al finalizar el proyecto (4,65 en la final frente a 4,32 en la inicial).

Por último, la competición final fue valorada positivamente (4,75) como cierre del proyecto, reforzando la motivación y el aprendizaje del alumnado, y éste recomendaba seguir desarrollando el proyecto en cursos sucesivos (4,90).

5. CONCLUSIONES

El proyecto de RE ha resultado adecuado para el desarrollo de las competencias definidas en la asignatura de Informática Aplicada del grado en Ingeniería en Diseño Industrial. Se ha observado un impacto positivo en la motivación del alumnado, y una buena valoración de la organización del proyecto y de los recursos disponibles. Aun así, se han identificado aspectos a mejorar en la usabilidad de la plataforma *EASYbot*.

La experiencia de este proyecto de RE muestra cómo de importante resulta adecuar los proyectos formativos a las

particularidades de cada asignatura/grado y a los conocimientos del alumnado. En este sentido, los proyectos de RE destacan por su carácter multidisciplinar, la posibilidad de ser abordados desde diferentes niveles de complejidad y la capacidad de focalizar el aprendizaje en unas áreas de aprendizaje u otras.

Un análisis de los programas formativos en ingeniería de la Universidad de Deusto muestra que 6 de los 10 grados incluyen una asignatura básica de programación en la que este proyecto de RE podría ser utilizado. En 3 de ellos, el enfoque podría orientarse a los sistemas de control, brindando al alumnado un banco de pruebas práctico. En el grado en Ciencia de datos e inteligencia artificial, podría emplearse el robot de laberinto para profundizar en conceptos avanzados de algoritmia.

En relación con el grado de desarrollo de las competencias, se está trabajando en el uso de la IA (inteligencia artificial) generativa como una herramienta que proporcione una evaluación más objetiva, basada en las rúbricas definidas por el docente. Asimismo, se están considerando otras tecnologías, como el aprendizaje automático (*machine learning*) o la lógica difusa (*fuzzy logic*), como posibles complementos a un sistema automatizado para el cálculo de ciertos parámetros relacionados con la algoritmia desarrollada por el alumnado.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Unai Estébanez por ver en este proyecto una oportunidad para despertar en sus estudiantes intereses que inicialmente no estaban entre sus motivaciones.

REFERENCIAS

- Augello, A., Daniela, L., Gentile, M., Ifenthaler, D. y Pilato, G. (2020). Robot-assisted learning and education. *Frontiers in Robotics and AI*, 7, 591319.
- Angel-Fernandez, J. M. y Vincze, M. (mayo de 2018). *Towards a definition of educational robotics*. Austrian Robotics Workshop 2018, Innsbruck, Austria.
- Chen, T. I., Lin, S. K. y Chung, H. C. (2023). Gamified educational robots lead an increase in motivation and creativity in STEM education. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 427-438.
- Eguchi, A. (marzo de 2010). *What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation*. Society for Information Technology and Teacher Education International Conference, California, USA.
- Körei, A., Szilágyi, S. y Vaičiulytė, I. (2024). An educational robotics approach to drawing and studying central trochoids at the university level. *Sustainability*, 16(22), 9684.
- Ruiz-de-Garibay, J. y Garaizar, P. (julio de 2023). *Educational robotics as a tool for the acquisition of technical and soft skills in university education*. 15th International Conference on Education and New Learning Technologies, Palma, España.
- Ruiz-de-Garibay, J., Garaizar, P. y Almeida, A. (octubre de 2023). *The integration of project-based learning in educational robotics: exploring competition robots using the EASYbot platform*. International conference on technological ecosystems for enhancing multiculturalism, Bragança, Portugal.