

EDUROBOLEARNING: KIT EDUCATIVO DE ROBÓTICA BÁSICA PARA FORTALECER COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS EN EDUCACIÓN MEDIA

Nilson Erick Galdámez Martínez

Máster en Docencia Universitaria. Ingeniero en Sistemas Informáticos. Docente Investigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional Zacatecoluca.

Correo electrónico: ngaldamez@itca.edu.sv

Jimmy Gerson Ruiz Carmona

Técnico Superior en Electrónica. Docente Coinvestigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional Zacatecoluca.

Correo electrónico: gerson.ruiz@itca.edu.sv

Recibido: 26/05/2025 - Aceptado: 14/10/2025

Resumen

El presente artículo describe el desarrollo del proyecto EduRoboLearning, una iniciativa orientada a fortalecer la enseñanza de la robótica básica, la programación Arduino y la impresión 3D, enfocada en la Educación Media de El Salvador. El objetivo principal fue diseñar y validar un kit educativo de robótica básica, de bajo costo y accesible, basado en tecnologías de código abierto. Para ello, se elaboró un manual de construcción que utiliza piezas del proyecto open source Escornabot, para impresión 3D con material PLA. Se desarrolló un código fuente en Arduino compatible con entornos de aprendizaje y se diseñó una estructura curricular modular para su implementación pedagógica. La metodología incluyó validaciones prácticas realizadas por estudiantes de la carrera Técnico en Hardware Computacional de ITCA-FEPADE, Centro Regional Zacatecoluca. Como resultado, se obtuvo un kit de robótica básica educativa, un conjunto de recursos pedagógicos validados en el aula y una programación orientada al aprendizaje activo. Con este kit, los estudiantes podrán desarrollar competencias elementales para ensamblar el robot, personalizar su programación y resolver desafíos prácticos. EduRoboLearning es una solución replicable, que puede ser implementada en instituciones de Educación Media Técnica para contribuir al cierre de la brecha digital. Este proyecto vincula el quehacer académico y la investigación con la proyección social, en beneficio de docentes y estudiantes de diferentes Centros Educativos del sector público del departamento de La Paz.

Palabras clave

Robótica educativa, Arduino, impresión 3D, código abierto, currículo técnico.

EDUROBOLEARNING: EDUCATIONAL ROBOTICS KIT TO STRENGTHEN TECHNOLOGICAL SKILLS IN SECONDARY EDUCATION

Abstract

This article describes the development of the EduRoboLearning project, an initiative aimed at strengthening the teaching of basic robotics, Arduino programming, and 3D printing, focused on secondary education in El Salvador. The main objective was to design and validate a low-cost, accessible educational kit for basic robotics, based on open-source technologies. To this end, a construction manual was developed using parts from the open source Escornabot project for 3D printing with PLA material. An Arduino source code compatible with learning environments was developed, and a modular curriculum structure was designed for its pedagogical implementation. The methodology included practical validations, carried out by students of the Computer Hardware Technician career at ITCA-FEPADE Zacatecoluca Regional Center. The result was a basic educational robotics kit, a set of classroom-validated teaching resources, and active learning-oriented programming. With this kit, students will be able to develop basic skills to assemble the robot, customize its programming, and solve practical challenges. EduRoboLearning is a replicable solution that can be implemented in technical secondary education institutions, to help closing the digital divide. This project links academic work and research with social outreach, benefiting teachers and students from different public education centers in the La Paz department.

Keyword

Educational robotics, Arduino, 3D printing, open source, technical curriculum.

Introducción

Es importante fortalecer los recursos tecnológicos y la capacitación docente para desarrollar competencias en diseño digital y programación Arduino en Educación Media. La robótica educativa, combinada con impresión tridimensional, promueve este aprendizaje activo.

El proyecto EduRoboLearning, implementado por ITCA-FEPADE Centro Regional Zacatecoluca, contribuye a fortalecer los recursos tecnológicos, con un kit robótico básico de código abierto, impresión 3D, manuales didácticos y una estructura curricular propuesta organizada en módulos y unidades didácticas, que avanzan progresivamente, desde conceptos básicos hasta la ejecución de kits funcionales de robótica educativa. Este proyecto servirá para capacitar docentes y fortalecer la educación técnica; propone métodos didácticos efectivos para desarrollar competencias en robótica básica educativa, utilizando tecnologías accesibles. Fue validado por estudiantes de la carrera técnica en Hardware Computacional de ITCA-FEPADE Zacatecoluca.

Dentro de la metodología y resultados obtenidos están el diseño y construcción del robot didáctico, técnicas de impresión 3D, la programación del código fuente en Arduino, y la estructura del modelo curricular.

Desarrollo

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto EduRoboLearning se estructuró para proporcionar recursos tecnológicos – didácticos accesibles para la enseñanza de programación y robótica básica en la Educación Media. A partir de esta premisa, se definieron tres objetivos: el diseño del robot educativo, la elaboración de un código fuente en Arduino y la estructuración de un plan curricular adaptado a entornos escolares.

A. Diseño y Construcción del Robot

Para la parte física del robot, se utilizaron diseños provenientes del proyecto de software libre Escornabot [1], adaptándolos y optimizándolos mediante herramientas CAD para su impresión en 3D [2]. Esto permitió reducir tiempos de diseño, garantizar compatibilidad funcional y facilitar el ensamblaje del kit.

El Manual de Construcción resultante incluye instrucciones detalladas para cada fase del montaje; éste fue validado por estudiantes.

B. Desarrollo del Código Fuente en Arduino

El robot EduRoboLearning fue programado utilizando el lenguaje de Arduino, complementado con la biblioteca de código abierto Escornabot.h y funciones personalizadas desarrolladas específicamente para este proyecto. El código incluye rutinas para

el manejo de motores, sensores de ultrasonido e infrarrojos, y control mediante botonera y Bluetooth. Los estudiantes validaron su efectividad programando sus propios robots y realizando pruebas de funcionamiento en distintos escenarios. Se elaboró un Manual de Programación Arduino.

C. Diseño de Estructura Curricular

Está compuesta por módulos progresivos que abarcan desde fundamentos de electrónica y programación básica, hasta la creación y control del robot. Esta propuesta pedagógica incorpora metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos ABP, promueve el pensamiento lógico y computacional y se adapta a distintos niveles educativos. El currículo incluye actividades prácticas, criterios de evaluación y herramientas didácticas para facilitar su implementación en el aula.

D. Validación

Durante la validación, los estudiantes participantes lograron ensamblar el robot, personalizar su programación y resolver desafíos de navegación y control, demostrando la viabilidad pedagógica del proyecto. Esta experiencia contribuyó a fortalecer las habilidades técnicas de los estudiantes.

Resultados

El proyecto EduRoboLearning alcanzó satisfactoriamente los objetivos propuestos:

- Diseño de hardware y construcción del robot.
- Desarrollo de software educativo, código fuente en Arduino.
- Desarrollo del diseño curricular.

A. Diseño e implementación del Kit Robótico

Se fabricó el kit EduRoboLearning utilizando archivos STL provenientes del repositorio del proyecto Escornabot, ajustados para su impresión 3D mediante tecnología FDM. [2][3]

Componentes utilizados en el diseño y ensamblaje del kit EduRoboLearning.

Cada elemento fue seleccionado según su funcionalidad, compatibilidad y disponibilidad para ambientes educativos. La placa Arduino Nano actúa como el cerebro del sistema, permitiendo la integración con diversos sensores y actuadores. Los motores DC proporcionan la movilidad del robot, mientras que el sensor ultrasónico HC-SR04 facilita la detección de obstáculos. El chasis, fabricado mediante impresión 3D con material PLA, constituye la estructura física del robot y fue diseñado para facilitar el montaje. El sistema es alimentado por una batería recargable de 7.4V y 1200mAh, que garantiza la autonomía suficiente para las prácticas educativas. Esta configuración permite un equilibrio entre funcionalidad, bajo costo y facilidad de implementación en entornos de enseñanza técnica.

Los estudiantes imprimieron y ensamblaron con éxito los componentes físicos del robot, validando la funcionalidad mecánica de cada pieza. Esta etapa permitió confirmar la viabilidad del Manual de Construcción y obtener recomendaciones para la mejora del mismo.

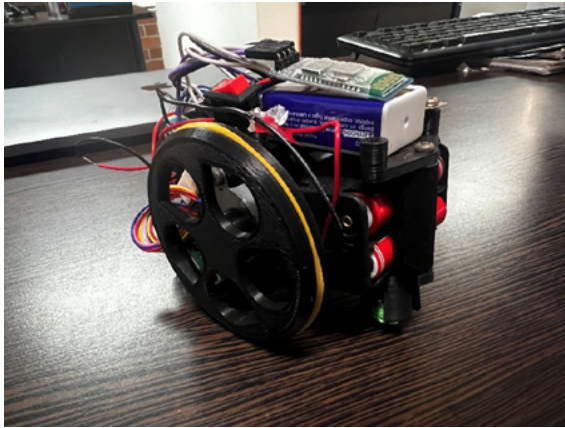


Fig. 1. Robot ensamblado.



Fig. 2. Manipulación del robot con la App de control remoto.

B. Resultados en el Desarrollo del Código Arduino

El código fuente fue probado con éxito en distintos escenarios de uso: control de motores, interacción mediante botonera, respuesta a comandos vía Bluetooth y lectura de sensores de distancia y de línea. Los estudiantes desarrollaron ejercicios personalizados que validaron la eficiencia de las funciones

implementadas. Se documentó la programación y ejecución del código, nivel de comprensión por parte de los estudiantes y la necesidad de incluir nombres de funciones más descriptivas en futuras versiones.

C. Diseño de Estructura Curricular

La estructura curricular fue implementada de forma experimental en entornos de aprendizaje reales, permitiendo evaluar su aplicabilidad. La división modular y las actividades propuestas facilitaron el desarrollo progresivo de competencias en robótica básica educativa. Se logró un equilibrio entre teoría y práctica. Los estudiantes desarrollaron competencias para la ejecución de proyectos, integrando conocimientos de electrónica, programación y ensamblaje.

Discusión

- En relación con el primer objetivo, la creación del Manual de Construcción basado en archivos STL del proyecto de código abierto Escornabot, permitió reducir considerablemente los tiempos de diseño de piezas y la viabilidad del ensamblaje mediante impresoras 3D FDM. [4] La participación activa de estudiantes en la validación del kit demostró que es posible integrar tecnologías abiertas de forma efectiva en contextos educativos.
- Respecto al segundo objetivo, el desarrollo del código fuente en Arduino, con librería Escornabot.h, complementada con otras funciones, ofreció una base funcional para que los estudiantes realizaran prácticas reales de programación básica y control de robots. Esto coincide con la visión de Papert (1980) y Resnick (2007), quienes destacan el valor de la programación como medio para fomentar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad, aspectos claramente evidenciados en las actividades de aula realizadas.
- El tercer objetivo, referido a la estructura curricular modular diseñada para este proyecto, demostró ser aplicable y flexible, permitiendo adaptarse a distintos niveles de habilidad y conocimientos previos. La combinación de teoría, práctica guiada y proyectos integradores, responde a metodologías activas de aprendizaje, tales como el enfoque STEM y el Aprendizaje Basado en Proyectos ABP, recomendados por la UNESCO (2022) para la enseñanza de disciplinas tecnológicas.
- Comparado con otras alternativas, EduRoboLearning se destaca por su bajo costo de implementación y la posibilidad de ser replicado en centros educativos con limitaciones tecnológicas. Con el uso de recursos open source, se procura la sostenibilidad del proyecto, alineándose con tendencias globales de democratización del conocimiento y reducción de la brecha digital (OEI, 2023).

Conclusiones

- El desarrollo del proyecto EduRoboLearning, permitió abordar con éxito una solución educativa accesible y contextualizada para la enseñanza de robótica básica, programación Arduino e impresión 3D en la Educación Media.
- Se obtuvo una herramienta didáctica y funcional, a través de la elaboración de un Manual de Construcción basado en un proyecto de hardware libre Escornabot, la implementación de código fuente en Arduino y la estructura de una propuesta curricular modular con lecciones y actividades prácticas. La herramienta demostró ser una base sólida para guiar el proceso formativo en robótica básica educativa.
- EduRoboLearning ofrece un balance entre costo, aplicabilidad pedagógica y adaptabilidad curricular. Es una opción viable para ser implementada en programas institucionales de proyección social, enfocados en la capacitación de docentes de Educación Media.
- La implementación del proyecto EduRoboLearning contribuirá al fortalecimiento de competencias tecnológicas en estudiantes de Educación Media, particularmente en el campo de la robótica básica educativa.

Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos con el desarrollo del proyecto EduRoboLearning, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a su implementación, mejora continua y potencial escalabilidad:

- Fortalecer la estrategia de formación docente. Es fundamental diseñar e implementar programas de capacitación dirigidos a docentes de educación media, especialmente en áreas técnicas, para garantizar una correcta integración de la robótica educativa en sus prácticas pedagógicas.
- Desarrollar una plataforma digital de apoyo didáctico que facilite el acceso abierto. Se recomienda crear una plataforma virtual que integre el manual de construcción, el código fuente, los recursos curriculares, tutoriales y foros de intercambio docente-estudiantil.
- Ampliar el alcance del proyecto a nuevas tecnologías. Este proyecto puede ser escalable al incorporar sensores avanzados, módulos de Inteligencia Artificial educativa y herramientas de simulación robótica, para un aprendizaje más profundo y contextualizado.
- Se recomienda a las instituciones públicas de Educación Media implementar y evaluar la efectividad del aprendizaje de la robótica básica educativa con este proyecto.

Agradecimientos

Se agradece el valioso apoyo de los estudiantes de segundo año, promoción 2024 de la carrera Técnico en Hardware Computacional de ITCA-FEPADE, Centro Regional Zacatecoluca.

Se reconoce el acompañamiento y orientación técnico pedagógica del maestro Santiago Domínguez. Su colaboración fue fundamental para alcanzar los resultados obtenidos.

Referencias

- [1] Escornabot Community, "Escornabot: Plataforma robótica de código abierto para educación," Escornabot, España, 2025. [En línea]. Disponible: <https://escornabot.com/>
- [2] I. Gibson, D. Rosen, y B. Stucker, Additive Manufacturing Technologies, 3rd ed. New York, USA: Springer, 2021.
- [3] J. Horvath y R. Cameron, The New Shop Class: Getting Started with 3D Printing, Arduino, and Wearable Tech, New York, USA: Apress, 2020.
- [4] B. Redwood, F. Schöffner, and B. Garret, The 3D Printing Handbook: Technologies, Design and Applications, 3D Hubs, Amsterdam, Netherlands: Multitude, 2017.

