

6. Desarrollo de un sistema informático sustentable económicamente para el aprendizaje y enseñanza de programación orientada a la robótica educativa en educación básica y media superior



PABLO CESAR PÉREZ MEDINA*

GUADALUPE MARIBEL HERNÁNDEZ MUÑOZ**

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.340.06>

Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema informático de bajo costo para la enseñanza de la programación básica aplicada a la robótica educativa, con el objetivo de desarrollar y fomentar las vocaciones científicas en edades tempranas. La metodología que se siguió para el desarrollo del sistema embebido se basa en un enfoque STEM, basado en desarrollo de habilidades y conocimientos en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas; consistió en cinco fases de desarrollo, incluyendo un programa de estudio de cuatro niveles. La investigación que se siguió es cuasi-experimental, y la técnica de investigación utilizada fue la encuesta, aplicando una de inicio y al final de la práctica, evaluando la experiencia previa de profesores y estudiantes en la robótica educativa, y posteriormente se evaluó la facilidad para crear un proyecto, complejidad para armar el proyecto con las herramientas proporcionadas en el Entorno Integrado de Desarrollo, tiempo de compilación o simulación y programación del kit de robótica. Se concluye que la implementación de esta herramienta educativa innovadora que incorpora un sistema accesible de bajo costo e incluye un programa no

* Maestro en Ingeniería con Orientación en Tecnologías de la Información. Gerente de diseño electrónico en la industria privada. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0813-3387> ; correo electrónico: pablo.perezmd@uanl.edu.mx

** Doctora en Ingeniería de Materiales. Profesora en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9904-6938>

solo fomenta las vocaciones científicas, sino que también prepara a los estudiantes de educación básica y media superior para los retos tecnológicos.

Palabras clave: *educación básica, STEAM, STEM, vocaciones científicas.*

Introducción

En el auge de la era tecnológica se requieren profesionales con un amplio perfil en áreas denominadas STEM por su acrónimo en inglés (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), por lo que el ámbito educativo se ha enfocado en actualizar el perfil de los estudiantes en todos los niveles educativos para que cuenten con competencias relacionadas con la robótica y el pensamiento computacional.

La robótica educativa surge como una alternativa para impulsar la educación STEM. Sarabia Lascano (2025) señala que la robótica educativa tiene el potencial de mejorar las habilidades computacionales y la motivación en el estudiante, pero la efectividad depende de la metodología y el contexto. Molano García Acero Ordoñez (2025) y Calabrés Veroes (2025) coinciden en que la robótica educativa tiene un gran potencial integrador de conocimientos y además motiva al estudiante, fomentando un aprendizaje contextualizado, activo y constructivista, siendo este lúdico y divertido.

Existen trabajos previos que se han centrado en el estudio de la robótica educativa en educación básica y media superior, presentando reflexiones sobre la experiencia positiva en relación con la robótica educativa y su contribución en el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de la adaptación e incorporación de un entorno tecnológico para poder emplearlo en edades tempranas (Suárez Zapata et al., 2018; Sangali et al., 2024; Castillo Salazar et al., 2024)). En el contexto educativo, el uso de la robótica constituye un importante recurso didáctico para el desarrollo de una educación en las áreas STEM (Ferrada et al., 2019).

La mayoría de las prácticas de la robótica educativa solo incluyen el uso de *kit* de robótica comerciales y se llevan a cabo actividades complementarias o extracurriculares, sobre todo en la educación pública, lo cual no fomenta el interés por aprender los conceptos básicos de programación y el

desarrollo de competencias y habilidades en los estudiantes. Las actividades se centran en armar y desarmar componentes, y los algoritmos utilizados para el funcionamiento del robot se basan en reutilizar *script* por alguien más y solamente se realizan modificaciones mínimas sin lograr desarrollar un pensamiento lógico y crítico, así como la capacidad de resolver problemas de manera eficiente.

En el ámbito de la enseñanza, las plataformas más utilizadas son Lego y Arduino; la primera incluye los *kits* y manuales de ensamblado de los proyectos y con un alto costo; el segundo es un *software* y *hardware* de uso libre con una gran cantidad de proyectos y con fácil accesibilidad en la WEB. La mayoría de las prácticas se centran en armar el *kit* sin ofrecer fundamentos de electrónica, programación y ciencias, solo con el objetivo de que el producto final se mueva.

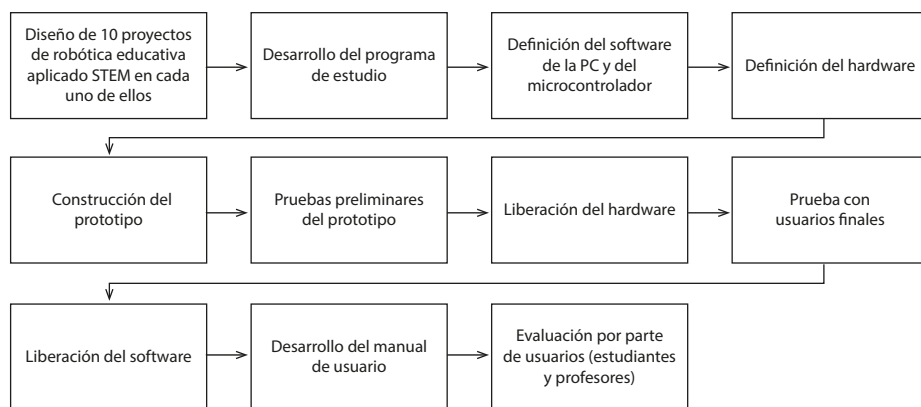
Roca (2021) señala que no existen suficientes recursos ni soluciones de diseño instruccional en la robótica educativa que faciliten la adquisición de competencias y habilidades, sobre todo en el tema del pensamiento computacional, y que una gran parte de docentes aún no están suficientemente familiarizados con estos conceptos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es presentar el desarrollo de un prototipo de un sistema informático de bajo costo para el aprendizaje y enseñanza de programación. La herramienta aplicada a la robótica educativa incluye un programa de estudio-efectivo, aplicado a estudiantes de básica y media superior como apoyo para los profesores.

Desarrollo

La primera fase consistió en desarrollar un programa de estudio con el propósito de enseñar el funcionamiento con STEM de los elementos relacionados con la robótica y como una herramienta vocacional para motivar y guiar al estudiante en la selección de una carrera técnica o universitaria enfocada en estas áreas. En la segunda fase se desarrolló una aplicación de escritorio para realizar programas y simulaciones de matemáticas y física a través de la programación por bloques para estudiantes con un nivel básico o hasta un nivel avanzado. Durante la tercera fase se diseñó la plataforma de *hardware* que conecta todos los componentes del proyecto, los cuales se

controlan con el programa realizado en la fase 2. En la cuarta fase se realizó la transferencia a través de un manual de fácil acceso y de comprensión para estudiantes desde nivel educativo básico hasta el nivel superior, con el fundamento STEM, que incluye cada uno de los componentes de los proyectos de la herramienta, y otro manual para el profesor, detallando los proyectos e incluyendo fuentes de referencia para profundizar en el proyecto y complementarlo si así se requiere. La quinta fase consistió en una prueba piloto para su evaluación a través de una muestra pequeña y por conveniencia, con el objetivo de validar la interfaz del *software* y la interacción de la plataforma de *hardware* utilizando los manuales para evaluar su usabilidad. Participaron cinco niños y jóvenes de entre 8 y 17 años, y dos profesores con experiencia en áreas STEM. Cabe señalar que se contó con el consentimiento informado y autorización de los padres y tutores, en el caso de los estudiantes. Se realizó una encuesta de entrada acerca de experiencias previas en robótica educativa y una encuesta de salida en cada nivel del curso; los puntos para evaluar fueron: facilidad para crear un proyecto, complejidad para armar el proyecto con las herramientas proporcionadas en el Entorno Integrado de Desarrollo (EID), tiempo de compilación o simulación, programación del *kit* de robótica. En la figura 1 se muestran las actividades de mayor relevancia desarrolladas durante las fases de diseño e implementación del sistema informático.

Figura 1. Actividades desarrolladas durante las fases del proyecto



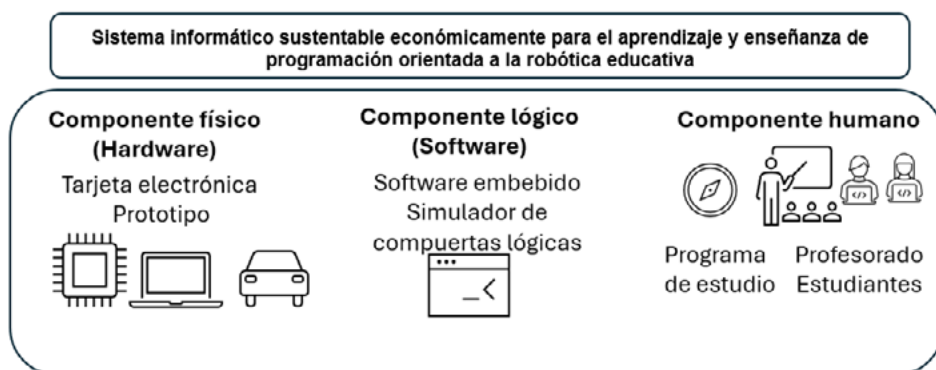
Fuente: elaboración propia.

Para la evaluación se llevó a cabo un estudio cuasi-experimental, y la técnica de investigación utilizada fue la encuesta, aplicando una de inicio y otra al final de la práctica, para evaluar la experiencia previa de profesores y estudiantes en la robótica educativa; posteriormente, se evaluó la facilidad para crear un proyecto, complejidad para armar el proyecto con las herramientas proporcionadas en el Entorno Integrado de Desarrollo, tiempo de compilación o simulación y programación del *kit* de robótica.

Resultados

Los resultados de este proyecto se reflejan en el sistema informático sustentable económicamente para el aprendizaje y enseñanza de programación orientada a la robótica educativa, el cual está integrado por tres elementos fundamentales: componente físico, componente lógico y componente humano, que se ilustran en la Figura 2.

Figura 2. Elementos de un sistema informático

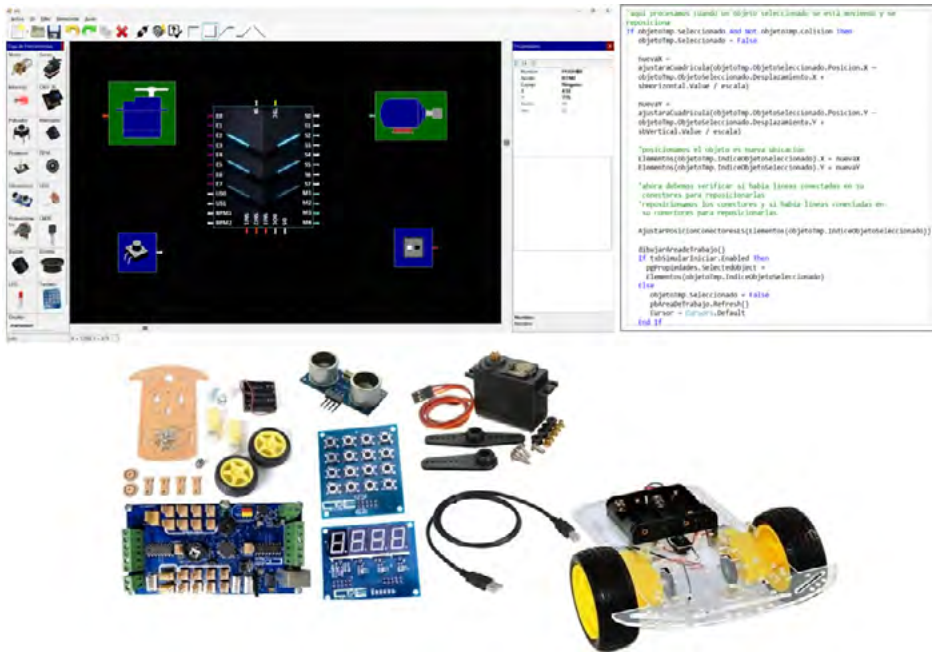


Fuente: elaboración propia.

El sistema de programación simple se centra en realizar 10 proyectos específicos que incluyen un carrito seguidor de línea con un sistema que tiene sensores y actuadores, que son motores y sensores de luz y sensores ultrasónicos, con el objetivo de que los estudiantes dominen un sistema semicontrolado y logren manejar el encendido y apagado de los componen-

tes, además de las entradas y salidas de un sistema microcontrolado que incluye un sistema embebido a través de un *software*, para que el alumno tenga la capacidad de programar a través de comandos. Partiendo de un diagrama de flujo de trabajo, se transcribe un *script* que posibilita programar y ejecutar los movimientos del carrito. En la figura 3 se ilustra la interfaz del Entorno Integrado de Desarrollo (EID), en donde el estudiante logra desarrollar las prácticas bajo el enfoque STEM, aplicando las habilidades en la resolución de problemas y bajo un razonamiento crítico.

Figura 3. Entorno Integrado de desarrollo del sistema, donde se presenta el área de proyecto y componentes del proyecto del carrito

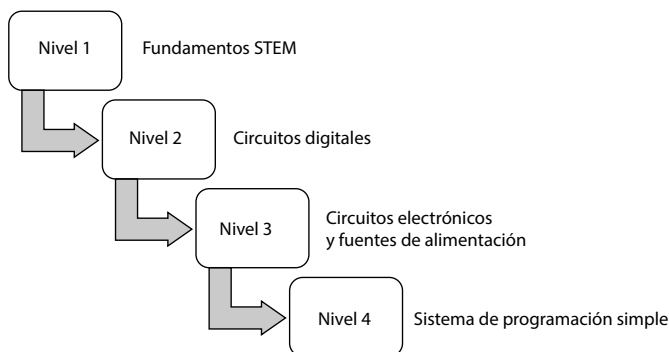


Fuente: elaboración propia.

El programa de estudio que se desarrolló se dividió en cuatro fases el cual llevan de manera simple la transición del estudiante en cada uno de los temas, como se ilustra en la figura 4. Cada curso por nivel se registró en una ficha como programa sintético, donde se especifica el nombre del curso, nivel, prerequisites, duración y porcentaje de horas teóricas y prácticas,

además del objetivo de aprendizaje. Se capacitó a los profesores para llevar a cabo las sesiones teóricas y prácticas.

Figura 4. Programa de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de competencias en programación simple aplicada a la robótica educativa y fomento a las áreas STEM



Fuente: elaboración propia.

La encuesta se centró en dos interrogantes de importancia: ¿Has tomado algún curso de robótica educativa? y ¿Qué esperas de este curso de robótica educativa?

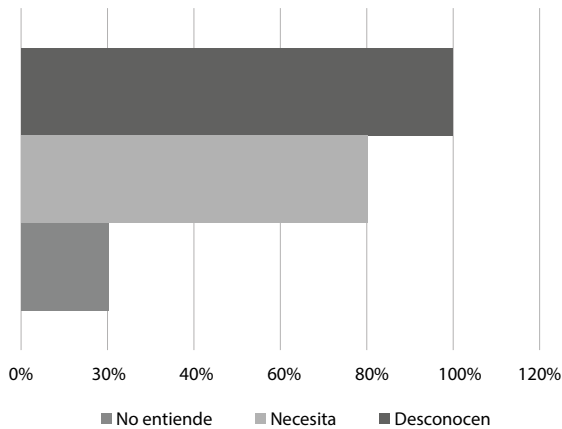
El 80% no había tomado ningún curso de robótica educativa, y con lo que respecta qué se esperaría del curso de robótica educativa, señalaron lo siguiente:

- A1 Aprender a hacer robots que pueda controlar como yo quiera y entender cómo funcionan los motores y sensores que se conectan al cerebro del robot (16 años, 1er semestre preparatoria, escuela pública, sin experiencia en robótica).*
- A2 Saber cómo funcionan los robots y los motores, y los brazos robots. Entender la electrónica para poder hacer circuitos (11 años, 5to de primaria, escuela privada, sin experiencia en robótica).*
- A3 Aprender a hacer robots (14 años, 3ro secundaria, escuela privada, sin experiencia en robótica).*
- A4 Que sea mejor que los otros cursos que tomé en donde solo se trataba de armar un carrito y nada más (17 años, 4º. semestre preparatoria, escuela pública, con experiencia en robótica).*

A 5 Poder programar un robot y armarlo yo misma, y que sea más entendible que el que usamos en la prepa (15 años, 2º. semestre preparatoria, escuela privada, con experiencia en robótica).

Los resultados de la encuesta aplicada en el curso Nivel 1 señalaron que el 100% desconocen temas de robótica basados en principios básicos de la electricidad y electromagnetismo; señalaron que el 80% considera necesario estos conocimientos para fabricar un robot, y el 20% no entiende aún cómo aplicar lo aprendido de su robot (gráfica 1). En el Nivel 2, el 40% de los estudiantes señalaron que, cuando aplicaron lo aprendido en los proyectos, entendieron con claridad el funcionamiento de los circuitos integrados.

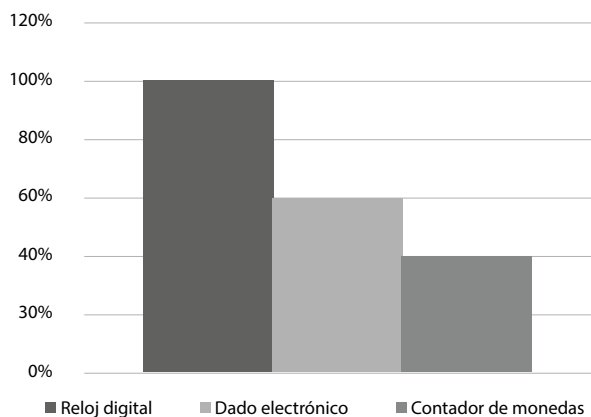
Gráfica 1. Resultados de la encuesta de entrada respecto a los conocimientos acerca de la robótica



Fuente: elaboración propia.

El 100% de los estudiantes expresaron que la aplicación del reloj les pareció muy interesante, al 60% le agradó el dado digital, y al 40% el proyecto del contador de monedas. En este nivel de desarrollo consideraron que era necesario conocer el funcionamiento de los circuitos digitales. En la gráfica 2 se muestra la preferencia de los proyectos realizados por los estudiantes.

Gráfica 2. Resultados de la encuesta de salida con respecto a la preferencia de proyectos realizados



Fuente: elaboración propia.

En el Nivel 3, el 80% de los estudiantes señalaron que sabían conceptos como *fuentes de alimentación* y su aplicación en la electrónica, así como su diseño y construcción, y medidas de seguridad personal, como los lentes de seguridad, ya que algunos componentes pueden explotar, como el caso de los capacitores. El 100% externó que integrar proyectos similares ayuda a entender cómo aplicar lo aprendido en otro tipo de proyectos, y saber aplicar los conocimientos adquiridos de los tres niveles puede servir en su proyecto de robótica. En el Nivel 4 se incorporó en la encuesta el factor de la motivación, señalando el 100% que la programación fue lo que más les gustó aprender y, en el caso del proyecto del seguidor de líneas, les ayudó a entender y comprender el funcionamiento de los motores y cómo los sensores infrarrojos detectan la línea que debe seguir el carro, aumentando la motivación en la utilización del entorno de desarrollo para programar el robot y descargar el *hardware* y ver con éxito que su proyecto funcionaba. Cabe señalar que los diagramas de flujo les ayudaron a los estudiantes a simplificar el proceso de escritura del programa, al ser este completamente gráfico. El 100% de los estudiantes participantes señalaron que recomendarían el *kit* de robótica, y una parte importante del estudio es que el 80% están interesados en estudiar una carrera relacionada con las áreas STEM, mientras que el resto del porcentaje señala carreras con enfoque en artes.

Conclusiones

Los estudiantes participantes revelaron en el diagnóstico que tienen una perspectiva respecto a lo que se refiere a la construcción de robots, la cual está influenciada principalmente por los medios de comunicación masiva; por ejemplo, la televisión, a través de las películas, lo que los aleja de aplicaciones a nivel industrial, educación, hogar, entre otras. La mayoría solo esperan a conectar los motores y actuadores, y que realice algún movimiento o ejecute alguna acción. Cada nivel del programa les permitió entender la aplicación de los conceptos que contempla la robótica educativa y aplicarlos en el diseño de sus proyectos; así mismo, la interfaz gráfica que se utilizó para la programación los motivó y facilitó el proceso de escritura de los programas que diseñaron. También señalaron el interés de la adquisición del *kit* para poder seguir utilizándolo en sus hogares y realizar sus propios proyectos. La mayoría de los estudiantes que participaron señalaron el interés en carreras enfocadas en las áreas STEM y que con el curso desarrollaron sus habilidades técnicas y científicas, que son objetivos de estos proyectos; por otro lado, una minoría señaló el interés en áreas de artes, por lo cual se propone como un proyecto futuro integrar la dimensión artística con un enfoque amplio y multidisciplinario desarrollando el proyecto bajo un enfoque STEAM. Así mismo, se optimizará el prototipo y se desarrollarán las secuencias didácticas del programa de estudio propuesto, que contará con recursos interactivos para el profesorado y padres de familia, que incluirá un programa de capacitación para que, a través de ellos, puedan motivar y fomentar las vocaciones científicas en niñas, niños y adolescentes, y que puedan seleccionar sus carreras técnicas y universitarias bajo estos enfoques.

Referencias

- Calabrés Veroes, A. M. (2025). Motivación e interés por la tecnología: El papel de la robótica en educación. *Prohominum*, 7(2), 113-122. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/PH0336>
- Castillo Salazar, D., Guevara Céspedes, A., Guevara Céspedes, M., Larrea López, E., Albaracín Llivisaca, L., Malusin Pilla, N., Mayorga Alulema, M., Morales Gordon, C., Pallo

- Silva, L., y Sánchez Rosero, L. (2024). Evaluación de la eficacia de la robótica educativa en la mejora del aprendizaje de números irracionales en estudiantes de educación secundaria. *Polo del Conocimiento*, 9(1), 1024-1040. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i1.6421>
- Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, F. J., Díaz-Levicoy, D., y Silva-Díaz, F. (2020). La robótica desde las áreas stem en Educación Primaria: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 18. <https://doi.org/10.14201/eks.22036>
- Roca Pérez, F. (2021). *La robótica educativa como herramienta de desarrollo del pensamiento computacional en Educación Primaria* [Trabajo Final de Máster]. Universitat Oberta de Catalunya. <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/133093>
- Sangali, R., Catabriga, L., y Boeres, M. (2024). Robótica Educativa para Desenvolvimento de Habilidades do Pensamento Computacional por meio de Eletiva Complementar. In *Anais do XXX Workshop de Informática na Escola* (pp. 437-448). SBC. <https://doi.org/10.5753/wie.2024.242602>
- Sarabia Lescano, R. E. (2025). Desarrollo de competencias de pensamiento computacional en educación primaria a través de robótica educativa sostenible. *Ethos Scientific Journal*, 3(1), 17-26. <https://doi.org/10.63380/esj.v3n1.2025.58>
- Suárez Zapata, A., García Costa, D., Martínez Delgado, P. A. y Martos Torres, J. (2017). Contribución de la robótica educativa en la adquisición de conocimientos de matemáticas en la Educación Primaria. *Magister*, 30(1-2), 43-54. <https://doi.org/10.17811/msg.30.1.2018.43-54>