

IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE ROBÓTICA EDUCATIVA STEAM CON MBLOCK Y ARDUINO PARA ESTUDIANTES DE BACHILLERATO

IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF A STEAM EDUCATIONAL ROBOTICS PROGRAM WITH MBLOCK AND ARDUINO FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

José Hernán Ramírez Ramírez.

Profesor invitado de Robótica Aplicada. Colegio Sagrada Familia
Mérida- Venezuela. 5101
hernan.ramirez@gmail.com

Recibido: 03-07-2025

Aceptado: 01-09-2025

RESUMEN

El presente artículo detalla la implementación y los resultados de un programa de robótica educativa, fundamentado en la metodología STEAM, dirigido a estudiantes de segundo año de bachillerato (13-14 años). El objetivo principal fue introducir a los estudiantes en los principios de la programación y la electrónica mediante un enfoque práctico y motivador, utilizando el software de programación por bloques mBlock y kits de robótica basados en Arduino. La metodología se estructuró en una secuencia didáctica progresiva, abarcando desde la iniciación a la programación visual con mBlock, la introducción a conceptos fundamentales de electrónica y el desarrollo de prácticas dirigidas con Arduino, hasta la culminación en proyectos grupales de aplicación (robots seguidores de línea, controlados por Bluetooth, que esquivan obstáculos, sistemas de control para viveros, domótica y control de estacionamientos). Los resultados evidenciaron una alta participación y consecución de objetivos, con un 80% de logro en las actividades iniciales de programación y el 100% en la creación de juegos. Todos los grupos completaron satisfactoriamente sus proyectos finales, los cuales fueron presentados en una feria de ciencias. Como conclusión, la experiencia demostró ser una estrategia pedagógica efectiva para el desarrollo de competencias STEAM, integrando conocimientos de matemáticas, física, electrónica y programación, y fomentando el pensamiento computacional, la resolución de problemas y la creatividad, con una inversión optimizada en recursos.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Arduino, mBlock, Pensamiento Computacional, Robótica Educativa, STEAM.

José Hernán Ramírez Ramírez: Doctor en Ecología del Desarrollo Humano, Sub área: Ingeniería de Software. Universidad Politécnica Territorial de Mérida "Kleber Ramírez" (UPTMKR). Maestría en Educación mención Informática y Diseño Instruccional Universidad de los Andes (ULA). Licenciado en Computación Tecana American University (TAU), USA. Técnico Superior en Informática IUFROnt Merida-Venezuela

IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE ROBÓTICA EDUCATIVA STEAM CON MBLOCK Y ARDUINO PARA ESTUDIANTES DE BACHILLERATO

IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF A STEAM EDUCATIONAL ROBOTICS PROGRAM WITH MBLOCK AND ARDUINO FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

José Hernán Ramírez Ramírez.

Profesor invitado de Robótica Aplicada. Colegio Sagrada Familia
Mérida- Venezuela. 5101
hernan.ramirez@gmail.com

Recibido: 03-07-2025

Aceptado: 01-09-2025

ABSTRACT

This article details the implementation and results of an educational robotics program, based on the STEAM methodology, aimed at second-year high school students (13-14 years old). The main objective was to introduce students to the principles of programming and electronics through a practical and motivating approach, using the mBlock block-based programming software and Arduino-based robotics kits. The methodology was structured in a progressive didactic sequence: an introduction to visual programming with mBlock through the creation of animations and games; an introduction to fundamental electronics concepts; development of guided practices with Arduino for managing components (LEDs, DHT11 sensors, proximity, infrared), actuators (servo motors), and communication; and culmination in applied group projects (line-following robots, Bluetooth-controlled robots, obstacle-avoiding robots, greenhouse control systems, home automation, and parking control systems). The results showed a high degree of participation and achievement of objectives, with 80% success in initial programming activities and 100% in the creation of simple games. All groups successfully completed their final projects, which were presented at a science fair. As a conclusion,, the experience proved to be an effective pedagogical strategy for developing STEAM competencies, integrating knowledge from mathematics, physics, electronics, and programming, and fostering computational thinking, problem-solving, and creativity, with optimized resource investment.

Key words:Arduino, Computational Thinking, Educational Robotics, mBlock, Project-Based Learning, STEAM

José Hernán Ramírez Ramírez: Doctor en Ecología del Desarrollo Humano, Sub área: Ingeniería de Software. Universidad Politécnica Territorial de Mérida "Kleber Ramírez" (UPTMKR). Maestría en Educación mención Informática y Diseño Instruccional Universidad de los Andes (ULA). Licenciado en Computación Tecana American University (TAU), USA. Técnico Superior en Informática IUFRONT Merida-Venezuela

Introducción

La educación contemporánea enfrenta el desafío de preparar a los estudiantes para un mundo tecnológicamente avanzado y en constante cambio. En este contexto, el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) ha ganado prominencia por su capacidad para integrar disciplinas y fomentar habilidades del siglo XXI.¹⁻⁴ La robótica educativa, como componente de STEAM, se presenta como una herramienta pedagógica de alto impacto,⁵⁻⁷ que permite a los estudiantes pasar de ser consumidores pasivos de tecnología a creadores activos. A través de la construcción y programación de robots, los estudiantes desarrollan el pensamiento computacional,⁸⁻¹⁰ la capacidad de resolución de problemas, la creatividad y el trabajo colaborativo.

Plataformas de hardware de bajo costo y código abierto como Arduino¹¹ y entornos de programación visual por bloques como mBlock (basado en Scratch)¹² han democratizado el acceso a la robótica educativa, permitiendo su implementación en diversos contextos escolares. Estas herramientas facilitan una curva de aprendizaje gradual, desde conceptos básicos de programación hasta el desarrollo de proyectos complejos.

La presente investigación expone la implementación de un programa de robótica educativa en estudiantes de segundo año de bachillerato. Se aborda la problemática inherente a la enseñanza teórica tradicional en programación y electrónica mediante la propuesta de una iniciativa atractiva y de aplicación práctica.

El objetivo de este artículo es describir la metodología utilizada, analizar los resultados obtenidos y reflexionar sobre las implicaciones pedagógicas de esta intervención, en línea con los postulados del aprendizaje basado en proyectos¹³ y el constructivismo.¹⁴

Métodos y Materiales

El diseño de la investigación corresponde

a un estudio de caso descriptivo, centrado en la experiencia de implementación de un programa de robótica educativa durante el año escolar 2023-2024.

Participantes

Participaron 20 estudiantes de segundo año de bachillerato (N=20), con edades entre 13 y 14 años.

Entorno y Recursos

Se habilitó un laboratorio con 10 estaciones de trabajo, cada una equipada con una computadora con el software mBlock 5 y un kit de robótica "LAFVIN Kit básico de inicio con R3 CH340". Este kit cuenta con una placa compatible con Arduino R3 y un conjunto integral de componentes que permiten el desarrollo de circuitos electrónicos, la lectura de datos de diversos sensores ambientales y de movimiento, y la interacción con actuadores, incluyendo un protoboard y cables de conexión. Adicionalmente, se adquirieron componentes complementarios como pantallas LCD de doble línea, servomotores SG90 y mini bombas de agua para ampliar las posibilidades de los proyectos.

Procedimiento y Secuencia Didáctica

El programa se estructuró en fases progresivas, adoptando un enfoque de enseñanza directa y aprendizaje basado en proyectos.

⊗ Fase 1: Fundamentos de Programación con mBlock. Se introdujo el entorno de programación por bloques mBlock, cubriendo conceptos básicos como secuencias, bucles (repetición) y condicionales (decisión). Las prácticas incluyeron el desarrollo de animaciones interactivas (por ejemplo, simulación de movimiento parabólico de un balón de fútbol) y la creación de juegos sencillos (por ejemplo, "Nave espacial rompe asteroides", "Aviones rompe nubes").

⊗ Fase 2: Introducción a la Electrónica y Arduino. Esta fase abordó conceptos teóricos clave: voltaje, corriente, resistencia, principios fundamentales de la Ley de Ohm,

y señales analógicas y digitales (PWM). Se examinaron componentes electrónicos como LEDs, resistencias, pulsadores, potenciómetros, sensores (DHT11, LDR, ultrasonido, infrarrojo) y actuadores (servomotores). Se detalló la placa Arduino (pines, estructura) y su conexión con mBlock (mLink) para carga de programas y modo en vivo. La práctica inicial consistió en la interacción de Arduino con mBlock para encender el LED integrado en el pin 13. Finalmente, se exploraron las características de los componentes para su uso en la siguiente fase.

⦿Fase 3: Prácticas Dirigidas con Arduino y mBlock. Se realizaron prácticas intensivas que incluyeron el encendido y control de LEDs (individual, secuencial, con potenciómetro), la lectura de sensores analógicos (LDR, potenciómetro) y digitales (pulsador), y el control de servomotores (posición, barrido). También se trabajó con sensores de proximidad (infrarrojo, ultrasonido) y se introdujo el control de motores DC con puente H. Se llevaron a cabo ejercicios para encender múltiples LEDs con interfaces (teclas, botones) y pulsadores físicos. Se implementaron lecturas de temperatura y humedad con el sensor DHT11, y control de movimientos con servomotores.

⦿Fase 4: Desarrollo de Proyectos Finales (Aprendizaje Basado en Proyectos). Los estudiantes, organizados en grupos de tres integrantes, seleccionaron y desarrollaron un proyecto integrando los conocimientos adquiridos. Los proyectos incluyeron:

- Robot siguelineas.
- Robot esquivo-obstáculos.
- Robot controlado por Bluetooth mediante una aplicación móvil Android.
- Sistema de control para un vivero (riego automático basado en humedad del suelo, monitoreo de temperatura y humedad con DHT11 y display LCD).
- Maqueta domótica (control de luces vía Bluetooth, apertura/cierre de puerta con sensor de proximidad y servomotor, visualización de nivel de tanque de agua).
- Sistema de control de estacionamiento (barrera con servomotor, conteo de vehículos con sensor y display).

⦿Fase 5: Socialización y Evaluación (Feria de Ciencias). Los proyectos fueron presentados y demostrados en una feria de ciencias abierta a la comunidad educativa y local. Se realizó una gira de medios previa para promocionar el evento y asegurar una amplia difusión.



Figura 1. Montaje de sensores en el Arduino.

En la Figura 1, se puede apreciar a uno de nuestros estudiantes inmerso en el proceso de montaje de los sensores en la placa Arduino. Esta imagen captura la esencia de la fase práctica del programa, donde la teoría cobra vida a través de la manipulación directa de los componentes electrónicos.

Es en estos momentos donde la concentración y la precisión se vuelven clave, y donde los jóvenes comienzan a ver cómo sus ideas toman forma física.

Resultados del Programa: Un Camino Hacia la Innovación

Los resultados obtenidos a lo largo de la implementación del programa demuestran un progreso significativo en las habilidades y la comprensión de los estudiantes.

Desempeño Inicial y Creatividad en Programación (Fase 1)

En la primera fase, los estudiantes mostraron un rápido dominio de los fundamentos de programación:

⊗Animación Parabólica: Un 80% de los estudiantes completó la tarea de animación del movimiento parabólico de forma autónoma y funcional. El 20% restante solo necesitó apoyo individualizado para pulir sus programas, lo que subraya la efectividad del aprendizaje. Además, un 10% del total fue más allá, incorporando elementos más complejos de escenarios de animación y programas que enriquecieron sus escenarios.

⊗Creación de Juegos: Todos los estudiantes (100%) lograron desarrollar al menos un juego funcional, cumpliendo con los requisitos básicos de interactividad y lógica. Este logro subraya su capacidad para aplicar conceptos de programación de manera creativa y práctica.

Adquisición de Conceptos de Electrónica y Arduino (Fases 2 y 3)

A lo largo de las fases 2 y 3, se observó una comprensión progresiva y sólida de los conceptos electrónicos y del manejo de la placa Arduino. Los estudiantes demostraron habilidad para conectar circuitos correctamente y programar la interacción entre diversos sensores y actuadores.

Evaluación Profunda: Teoría y Práctica

Comprensión Teórica

La prueba de conocimientos aplicada al finalizar la Fase 3 evaluó conceptos como voltaje, corriente, resistencia, Ley de Ohm, señales analógicas y digitales (PWM), y la identificación de pines de Arduino.

⊗Resultados Cuantitativos: El 85% de los estudiantes obtuvo una calificación superior al 70%, con una puntuación promedio de 78%. Estos números confirman una sólida comprensión de los principios teóricos introducidos, formando una base robusta

para aplicaciones más avanzadas.

La Tabla 1 se presenta para ofrecer una perspectiva agregada que facilita el análisis de la distribución de los logros académicos en la prueba teórica. En ella, las calificaciones se han clasificado en rangos específicos, lo que permite visualizar la concentración del desempeño estudiantil y ratificar la significativa proporción de resultados satisfactorios.

Tabla 1: Distribución de Calificaciones de la Prueba Teórica (Fase 3)

Rango de Calificaciones (puntos)	Cantidad de Estudiantes	Porcentaje (%)
0 - 10	0	0%
11 - 13	2	10%
14 - 16	9	45%
17 - 20	9	45%
Total	20	100%

La distribución mostrada en la Tabla 1 corrobora que la mayoría de los estudiantes se situaron en los rangos de calificación más altos, reflejando una comprensión sólida y homogénea de los principios electrónicos y de programación.

Habilidades Prácticas de Conexión y Programación

La evaluación de las habilidades prácticas se centró en la capacidad de los estudiantes para ensamblar y programar circuitos específicos durante la Fase 3.

⊗Control de LED con Potenciómetro: Un sobresaliente 92% de los estudiantes logró ensamblar y programar correctamente este circuito. Solo un 8% requirió asistencia menor para depurar conexiones o código, demostrando una alta eficiencia y precisión.

⊗Lectura del Sensor DHT11: El 88% de los estudiantes programó con éxito la lectura de datos del sensor DHT11 y su visualización en el monitor serial. Este resultado es clave, ya que valida su capacidad para integrar hardware y software de manera efectiva.

⊗Eficiencia: El tiempo promedio para completar cada una de estas tareas fue de aproximadamente de 1 hora, lo que indica no solo el dominio de los conceptos, sino también la eficiencia en su aplicación práctica.

La evaluación no se limitó a los conocimientos teóricos; la capacidad de los estudiantes para aplicar estos conceptos en la práctica fue igualmente crucial.

A continuación, la Tabla 2 sintetiza el porcentaje de éxito en las dos habilidades prácticas fundamentales evaluadas durante la Fase 3: el control de LEDs con potenciómetro y la lectura del sensor DHT11.

Tabla 2: Resumen de Habilidades Prácticas (Fase 3)

Habilidad Evaluada	Porcentaje de Éxito
Control de LED con Potenciómetro	92%
Lectura y Visualización DHT11	88%

Los altos porcentajes de éxito en la Tabla 2 son indicativos de la eficacia del enfoque práctico del programa, demostrando que los estudiantes no sólo comprendieron los conceptos, sino que también desarrollaron la destreza necesaria para implementar circuitos funcionales.

Desafíos Integradores y Proyectos Finales

Mini-Proyecto "Semáforo Inteligente"

Al final de la Fase 3, cada grupo enfrentó el desafío de construir y programar un "semáforo inteligente" con secuencias temporizadas y un sensor de proximidad para peatones.

⊗Resultados Cuantitativos: El 95% de los grupos presentó un mini-proyecto funcional que cumplió con todos los requisitos. La calificación promedio obtenida fue de 17 sobre 20, según una rúbrica que valoró la funcionalidad, la eficiencia del código y la creatividad. Este logro resalta la capacidad de integración y resolución de problemas en equipo.

Como culminación de la Fase 3 y para evaluar la capacidad de integración y aplicación de conocimientos en un proyecto más complejo, los grupos desarrollaron un 'semáforo inteligente'. La Tabla 3 presenta un resumen de los resultados obtenidos en este mini-proyecto, destacando los porcentajes de funcionalidad y cumplimiento de requisitos, así como la calificación promedio alcanzada.

Tabla 3: Resultados del Mini-Proyecto "Semáforo Inteligente"

Aspecto Evaluado	Porcentaje de Grupos con Éxito	Calificación Promedio (sobre 20)
Funcionalidad General	95%	17
Cumplimiento de Requisitos	95%	17

Los datos en la Tabla 3 evidencian la alta capacidad de los grupos para diseñar y programar soluciones funcionales y creativas, lo que es un indicativo robusto de la adquisición de habilidades avanzadas de resolución de problemas en equipo.

Culminación de Proyectos Finales (Fase 4)

La fase culminante vio a todos los grupos de trabajo (100%) completar y presentar proyectos finales completamente funcionales. Estos proyectos son una prueba fehaciente de la aplicación integral de los conocimientos adquiridos:

⊗Robots Móviles: Se observó una implementación exitosa de algoritmos de seguimiento de línea y evasión de obstáculos. Los robots controlados por Bluetooth respondieron adecuadamente a los comandos desde aplicaciones móviles.

⊗Sistemas de Control: Los proyectos de vivero y domótica destacaron por la integración de múltiples sensores y actuadores, demostrando una lógica de control avanzada para riego automático, monitoreo ambiental y automatización de tareas (como apertura de puertas y control de luces). El sistema de estacionamiento gestionó eficazmente el acceso y el conteo de vehículos.

Impacto y Habilidades Desarrolladas

Feria de Ciencias (Fase 5)

La feria de ciencias fue recibida con gran beneplácito por la comunidad, lo que permitió a los estudiantes socializar sus logros y explicar el funcionamiento de sus proyectos a un público diverso. Se observó un alto grado de entusiasmo y orgullo por el trabajo realizado, lo que subraya el valor de la exposición pública de sus creaciones.

Además, la cobertura mediática (radio y televisión) potenció significativamente el impacto de la experiencia, llevando sus innovaciones a una audiencia aún más amplia.

Percepción General y Habilidades Clave Desarrolladas

Aunque no se utilizaron instrumentos psicométricos formales, la observación directa de los docentes y la calidad de los productos finales sugieren un desarrollo positivo en áreas críticas:

⊗Pensamiento Lógico y Algorítmico: Mejora notable en la capacidad de estructurar y resolver problemas complejos.

⊗Habilidades de Resolución de Problemas: Demostración constante de creatividad y persistencia para superar desafíos técnicos.

⊗Creatividad en el Diseño de Soluciones: Habilidad para idear y prototipar soluciones innovadoras a problemas reales.

⊗Trabajo en Equipo y Comunicación: Fortalecimiento de la colaboración y la interacción efectiva entre compañeros.

⊗Interés y Motivación hacia las Áreas STEAM: Un aumento evidente en el entusiasmo por la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas.

Estos resultados confirman que el programa no solo logró impartir conocimientos técnicos, sino que también fomentó habilidades esenciales para el desarrollo integral de los estudiantes.



Figura 2. Montaje final de robots con la codificación de bloque en la feria de ciencia.

Figura 2 nos transporta directamente a la Feria de Ciencias, mostrando el resultado palpable de meses de esfuerzo: un robot en su montaje final, listo para ser exhibido. Se destaca la codificación por bloques, una herramienta que facilitó a los estudiantes traducir sus ideas en acciones concretas para el robot. Esta imagen no solo representa un logro técnico, sino también la culminación

de un proceso creativo y de aprendizaje, donde cada conexión y cada línea de código fueron pensadas con dedicación.

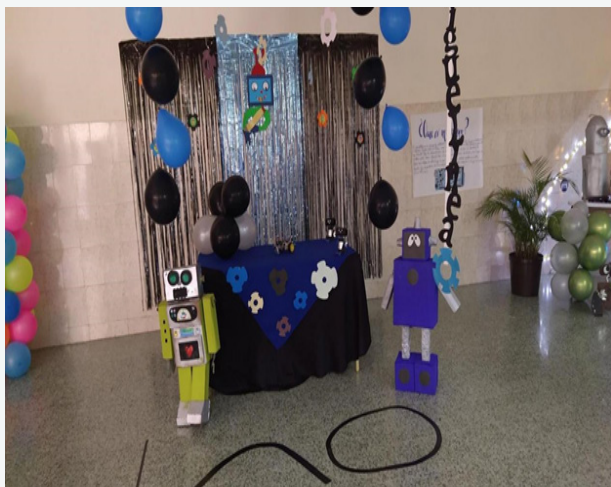


Figura 3: Feria de ciencia, pista del sigue línea.

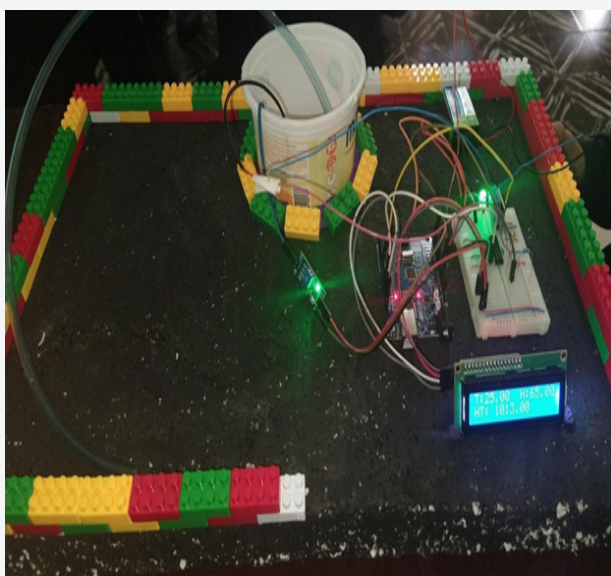


Figura 4 montaje de Control de Vivero.

El dinamismo de la Feria de Ciencias queda patente en la Figura 3, donde se observa la pista diseñada para el robot que sigue líneas. Esta puesta en escena permitió a los estudiantes demostrar la funcionalidad de sus algoritmos en un entorno desafiante y real, generando gran interés entre los asistentes. Por otro lado, la Figura 4 nos muestra un ejemplo del ingenio aplicado: el montaje del sistema de control para un vivero.

Esta imagen ilustra cómo los conocimientos de robótica y electrónica pueden ser

aplicados para resolver problemas cotidianos, como la automatización del riego, y refleja la capacidad de los jóvenes para crear soluciones sostenibles y funcionales.

Discusión de resultados:

Los resultados obtenidos en esta experiencia de robótica educativa STEAM son alentadores y se alinean con hallazgos de la literatura científica sobre los beneficios de estos enfoques.^{15,16} El alto porcentaje de finalización de las actividades y proyectos sugiere que la combinación de programación visual con mBlock y la manipulación física de componentes con Arduino es una estrategia efectiva para mantener el compromiso de estudiantes adolescentes. La transición gradual de los estudiantes, desde la ejecución de tareas de programación abstractas y guiadas (como la animación inicial) hasta el desarrollo de juegos y, finalmente, la concepción de proyectos físicos de mayor complejidad, sugiere un andamiaje pedagógico óptimo.⁸

El 100% de éxito en la creación de juegos puede atribuirse al atractivo lúdico inherente a esta actividad, que a menudo incrementa la motivación intrínseca.¹⁸

La culminación de todos los proyectos finales es particularmente significativa. El enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) permitió a los estudiantes integrar conocimientos de diversas áreas (matemáticas para cálculos, física para movimiento, electrónica para circuitos, programación para control y arte para el diseño de maquetas) de una manera contextualizada y con un propósito claro.¹⁹

Esto contrasta con enfoques más tradicionales y fragmentados, y promueve una comprensión más profunda y transferible del conocimiento.

La feria de ciencias no solo sirvió como una instancia de evaluación, sino también como una poderosa herramienta de aprendizaje, fomentando habilidades de comunicación científica y la capacidad de explicar conceptos técnicos a audiencias diversas.

Este tipo de actividades puede reforzar la autoeficacia de los estudiantes en las áreas STEAM.²⁰

La viabilidad de la implementación con recursos de bajo costo es un aspecto crucial, demostrando que experiencias educativas enriquecedoras en robótica no están necesariamente limitadas por presupuestos elevados.

Esto es especialmente relevante para la escalabilidad y replicabilidad de programas similares en otros contextos educativos.

Limitaciones y Futuras Líneas de Trabajo: Una limitación del presente estudio es

la ausencia de mediciones cuantitativas pre y post intervención para evaluar formalmente el desarrollo de habilidades específicas (por ejemplo, pensamiento computacional) o cambios actitudinales. Futuras implementaciones podrían incorporar instrumentos validados para este fin. Por otra parte, sería interesante explorar la diferenciación del aprendizaje según el género o los estilos de aprendizaje de los estudiantes. La experiencia acumulada servirá de base para el diseño curricular del nuevo bachillerato en ciencia y tecnología, donde se podría profundizar en temas más avanzados de robótica e inteligencia artificial.

Conclusiones

La implementación de un programa de robótica educativa basado en la metodología STEAM, utilizando mBlock y Arduino, resultó ser una estrategia pedagógica altamente efectiva y motivadora para estudiantes de segundo año de bachillerato. Los estudiantes lograron desarrollar conocimientos fundamentales de programación por bloques, electrónica básica y el funcionamiento de la plataforma Arduino, aplicándolos exitosamente en la resolución de problemas y el desarrollo de proyectos tecnológicos.

El enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos fomenta la integración de conocimientos de diversas disciplinas y el desarrollo de competencias clave del siglo XXI, como el pensamiento computacional, la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo en equipo. La feria de ciencias se consolidó como un espacio valioso para la socialización del conocimiento, la demostración de habilidades y el fomento de la vocación científica y tecnológica.

La experiencia demostró la viabilidad de implementar programas de robótica educativa significativos con una inversión optimizada en recursos, lo que facilita su replicabilidad. Este programa sienta bases sólidas para la integración formal y expandida de la robótica aplicada en el currículo del bachillerato en ciencia y tecnología, contribuyendo a la formación de futuros innovadores.

En este contexto, la implementación del programa de robótica educativa, sustentado en la metodología STEAM y el aprendizaje basado en proyectos, no solo ha confirmado su validez como enfoque pedagógico eficaz, sino que ha evidenciado su capacidad para transformar la enseñanza de la programación y la electrónica. Los resultados obtenidos en este estudio refuerzan la idea de que la integración disciplinar y la aplicación práctica son pilares fundamentales para el desarrollo de competencias esenciales y el fomento de una comprensión profunda y duradera en los estudiantes.

Referencias

- 1.- Conradty C, Sotiriou S. The nature of STEAM education. En: STEAM Education: Theory and Practice. Springer; 2019. p. 1-15.
- 2.- González Fernández MO, Flores González YA, Muñoz López C. Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. Rev Eureka sobre Enseñanza y Divulgación

Cienc. 2021 [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/5827>.

- 3.- Santa Maria Santamaria KG, Povis Gamero ME, Colca Ccahuana GJ, Urcia Melendez VM. Metodología STEAM en el desarrollo de competencias científicas en la educación básica. S.E [Internet]. 20 de junio de 2022 [citado 4 de junio de 2025];. Disponible en: <http://www.sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/article/view/206>
- 4.- Wing, Jeannette M. "Computational thinking." *Communications of the ACM* 49.3 (2006): 33-35 [Internet]. [Consultado 1 jun 2025] Disponible en: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- 5.- Bers MU. *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. New York: Teachers College Press; 2008. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: [https://www.daneshnamehicsa.ir/userfiles/files/1/17-%20Blocks%20to%20Robots_%20Learning%20with%20Technology%20in%20the%20Early%20Childhood%20Classroom%20\(2007,%20Teachers%20College%20Press\).pdf](https://www.daneshnamehicsa.ir/userfiles/files/1/17-%20Blocks%20to%20Robots_%20Learning%20with%20Technology%20in%20the%20Early%20Childhood%20Classroom%20(2007,%20Teachers%20College%20Press).pdf)
- 6.- Chale J. El desafío de la enseñanza de robótica en las instituciones educativas. *Rev Latinoam Comun Educ Hist*. 2019. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/comedhi/article/download/34290/37499/133541>
- 7.- Papert S. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books; 1980.
- 8.- Atmatzidou S, Demetriadis S. Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. 2013. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921889015002420> 1 *Robotics and Autonomous Systems*. 2016;75(B):661-70. doi: 10.1016/j.robot.2015.10.008
- 9.- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). *Pensamiento computacional, programación y robótica educativa en el currículo LOMLOE*. Madrid: Ministerio de Educación y Formación Profesional. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: https://intef.es/wp-content/uploads/2022/12/Pensamiento_computacional_programacion_robótica.pdf
- 10.- Thomas JW. *A review of research on project-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk Foundation; 2000. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf
- 11.- Banzi M. *Getting Started with Arduino*. 1st ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media/Maker Media; 2011. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: <https://www.sarcnet.org/files/Getting%20Started%20With%20Arduino.pdf>
- 12.- Resnick M, Maloney J, Monroy-Hernández A, Rusk N, Eastmond E, Brennan K, et al. *Scratch: Programming for all*. *Commun ACM*. 2009. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/1592761.1592779>
- 13.- Sinergias Educativas. 2021;6(Especial):1-17. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: [Se requiere URL específica del artículo]
- 14.- Papert S, Harel I. *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation; 1991.

- 15.- Alimisis D. Educational robotics: Open-ended and problem-solving activities. Themes in Science and Technology Education. 2013. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: <http://ouranos.edu.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/119>
- 16.- Benitti FBV. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. Computers & Education. 2012. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131511002508>
- 17.- Bruner JS. The role of dialogue in language acquisition. En: Sinclair A, Jarvella RJ, Levelt WJM, editores. The child's conception of language. New York: Springer-Verlag; 1978. p. 241-56.
- 18.- Malone TW. Toward a theory of intrinsically motivating instruction. Cognitive Science. 1981. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0364021381800171>.
- 19.- Blumenfeld, Phyllis C., Elliot Soloway, Ronald W. Marx, Joseph S. Krajcik, Mark Guzdial, and Annemarie Palincsar. "Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning." Educational Psychologist 1991. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025] <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- 20.- Bandura A. Self-efficacy: The exercise of control. New York: W.H. Freeman; 1997. [Internet]. [Consultado 1 jun 2025]. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/0757cc9050cfe8b5f86015f50084a4ca/1?pq-origsite=gscholar&cbl=28723>