

Construcción de espacios de aprendizaje activo en educación básica con robótica educativa

Building active learning spaces in basic education with educational robotics

Alicia Noriega-Escamilla ^a, Eduardo Cornejo Velazquez ^b, Abel Trejo Aguirre ^c,
Mireya Clavel Maqueda ^d

Abstract:

This study examines the implementation of Micro:bit and the Maqueen robot in basic education as tools to foster STEAM skills. Through a challenge-based learning approach, 59 students participated in weekly sessions in an educational robotics class based on block programming with physical Micro:bit components. The results demonstrated increased student engagement, especially when abstract concepts were linked to tangible outcomes. The main findings are: (1) the effectiveness of progressive learning (from Scratch to Micro:bit) in developing computational thinking; (2) the impact of equitable access to materials on learning outcomes; and (3) students' spontaneous code modifications, reflecting advanced logical creativity. Micro:bit's cost-effectiveness and scalability position it as a viable tool for resource-constrained environments. This work contributes to the empirical documentation on educational robotics in basic education in Mexico, advocating for its systemic adoption to bridge the gap between theoretical learning and 21st-century skills.

Keywords:

Micro:bit, Maqueen, MakeCode, Teaching sequences

Resumen:

Este estudio examina la implementación de Micro:bit y el robot Maqueen en la educación básica como herramientas para fomentar habilidades STEAM. A través de un enfoque de aprendizaje basado en retos, 59 estudiantes participaron en sesiones semanales en la clase de robótica educativa basada en la programación por bloques con componentes físicos de Micro:bit. Los resultados demostraron un mayor compromiso por parte de los estudiantes, especialmente cuando los conceptos abstractos se vinculaban con resultados tangibles. Las principales conclusiones son: (1) la eficacia del aprendizaje progresivo (de Scratch a Micro:bit) en el desarrollo del pensamiento computacional; (2) el impacto del acceso equitativo a los materiales en los resultados del aprendizaje; y (3) las modificaciones espontáneas del código por parte de los alumnos, lo que refleja una creatividad lógica avanzada. La rentabilidad y la escalabilidad de Micro:bit lo posicionan como una herramienta viable para entornos con recursos limitados. Este trabajo contribuye a la documentación empírica sobre la robótica educativa en la educación básica de México, abogando por su adopción sistémica para tender un puente entre el aprendizaje teórico y las habilidades del siglo XXI.

Palabras Clave:

Micro:bit; Maqueen; MakeCode; secuencias didácticas

^a Alicia Noriega Escamilla, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería | Pachuca de Soto, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0001-7781-6989>, Email: alicia_noriega@uaeh.edu.mx

^b Eduardo Cornejo Velazquez, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería | Pachuca de Soto, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-0653-9459>, Email: ecornejo@uaeh.edu.mx

^c Abel Trejo Aguirre, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Preparatoria Número 2 | Pachuca de Soto, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0005-7798-310X>, Email: abel_trejo@uaeh.edu.mx

^d Mireya Clavel Maqueda, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería | Pachuca de Soto, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-5487-9888>, Email: mclavel@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 13/03/2026, Fecha de aceptación: 25/03/2026, Fecha de publicación: 05/07/2026

Introducción

Los sistemas educativos enfrentan un proceso de transformación derivado de la integración de recursos digitales y aplicaciones tecnológicas en el ámbito escolar. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se consolidan como elementos fundamentales en la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje, al favorecer el desarrollo de competencias digitales desde etapas tempranas [1]. De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2024, México ha experimentado un aumento significativo en el acceso a tecnologías digitales. De 2015 a 2024, se registró un incremento del 25.8% en el número de usuarios de Internet y telefonía celular, mientras que la disponibilidad de conexión a Internet en los hogares creció un 34.5%. Estos avances constituyen una condición favorable para el acceso a plataformas educativas y recursos digitales esenciales para el aprendizaje tecnológico [2]. Aunado a lo anterior, en el contexto escolar, la robótica educativa y la programación han adquirido un papel protagónico en los programas de educación básica. En muchos planteles se está asignando una materia extracurricular para incorporar éstas áreas del conocimiento en la formación de los estudiantes. La implementación de la robótica educativa se relaciona con el desarrollo integral de capacidades fundamentales. Se destaca su contribución al fortalecimiento del razonamiento lógico, la metacognición y el pensamiento crítico, así como habilidades sociales que incluyen el trabajo colaborativo y la toma de decisiones [3]. La robótica educativa representa un recurso poderoso que combina procesos cognitivos con experiencias físicas. Los niños aprenden programación en entornos gráficos basados en el proceso de arrastrar, soltar y ensamblar, para después conectarse a componentes físicos. Esto favorece un aprendizaje activo, colaborativo y significativo. Los alumnos pueden desarrollar los fundamentos de la programación utilizando kits de robótica o robots de suelo, lo que refuerza la comprensión de conceptos complejos mediante la interacción directa con los dispositivos físicos [4]. En este trabajo se describe el uso de la programación en Scratch, la tarjeta Micro:bit y el robot Maqueen para la implementación de la clase de robótica dirigida a los alumnos en los últimos grados de la educación primaria. El propósito del curso es fortalecer las competencias digitales, la adquisición de conocimientos en programación y robótica; así como fomentar la creatividad, la comunicación y el interés por las áreas STEM. Se presentan los resultados de la intervención educativa con grupos de estudiantes de 8 a 10 años de edad al trabajar con robots programables durante el ciclo escolar,

analizando el impacto en las habilidades de pensamiento lógico, capacidad creativa y motivación.

Marco teórico

La integración de la robótica educativa y la programación en la educación básica es mucho más que enseñar tecnología; es una estrategia que fomenta el desarrollo cognitivo auténtico y progresivo. Con fundamento en la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget, la aplicación de dicha estrategia en edad temprana mejora la capacidad de secuenciación, la autorregulación y funciones ejecutivas como la memoria de trabajo, la inhibición y la flexibilidad cognitiva [5, 6].

De acuerdo con Piaget, el aprendizaje ocurre mediante asimilación y acomodación; los niños construyen nuevos esquemas y los ajustan al experimentar errores y resolverlos. La programación de 48 robots promueve este mecanismo natural: al diseñar un algoritmo que falla y que requiere ajustar el código, promueve la construcción activa del conocimiento; los estudiantes modifican sus esquemas mentales para encontrar soluciones funcionales [7, 8, 9]. La programación de secuencias para que el robot realice diferentes tareas fortalece la lógica de los niños y el desarrollo de secuencias cognitivas.

Las tareas de las clases de robótica educativa involucran modelos manipulables, adecuados para alumnos en la etapa de operaciones concretas y preparan el paso al pensamiento formal mediante la abstracción y planificación lógica [7, 10]. Según Piaget, esta transición es esencial; la experiencia concreta de los estudiantes con robots físicos sustenta, posteriormente, la habilidad de planificación lógica y la resolución de problemas abstractos.

La interacción con los robots durante las actividades diseñadas en el aula promueve el desarrollo del pensamiento simbólico, ya que los niños atribuyen intencionalidad o carácter social a estos dispositivos electromecánicos [11]. El conflicto cognitivo emerge naturalmente cuando los niños trabajan en equipo para programar soluciones divergentes, lo que estimula la revisión de esquemas y el aprendizaje colaborativo, reforzando el desarrollo cognitivo.

Piaget enfatiza que el niño construye estructuras lógicas mediante la resolución activa de problemas. La programación de robots requiere pensamiento algorítmico, descomposición de tareas y razonamiento predictivo; todos son elementos clave en la etapa formal de pensamiento [7, 9]. Modelos pedagógicos como el CCPS (Creative Computational Problem Solving) promueven que los estudiantes progresen cognitivamente al identificar, planificar, modelar y ajustar sus soluciones de manera iterativa [8].

La robótica educativa se ha aplicado a distintas etapas de desarrollo de los estudiantes. Diferentes estudios revelan

que el uso de los kits de robótica educativa contribuye al desarrollo cognitivo, especialmente en niños entre 6 y 12 años, mejorando el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad; esto coincide con la etapa de operaciones concretas y el comienzo del pensamiento formal [12]. A nivel de educación preescolar, las investigaciones muestran mejoras en la resolución de problemas y pensamiento creativo mediante actividades con kits de robótica y programación visual [5, 13].

Marco conceptual

Micro:bit es una placa educativa creada por la British Broadcasting Corporation (BBC) con el propósito de promover el aprendizaje de la programación y la electrónica en el ámbito escolar. La placa incluye una matriz de 25 LEDs, dos botones de entrada, un botón de reinicio, un puerto micro-USB para la alimentación y la transferencia de programas, así como un conector para baterías externas, como se muestra en la Figura 1. Además, dispone de tres pines GPIO para entrada y salida de señales digitales o analógicas, pines para tierra (GND) y alimentación de 3.3V. Sus características adicionales son un módulo de radiofrecuencia de 2.4 GHz, un acelerómetro de tres ejes, un sensor de temperatura integrado, un módulo Bluetooth Low Energy 4.1 y memoria de 16 KB en RAM y 128 KB de memoria flash con velocidad de 16 MHz [14].

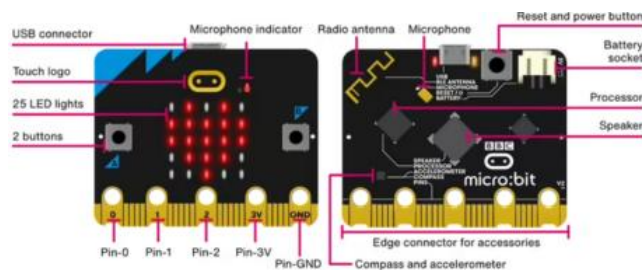


Figura 1. Descripción de la placa de programación Microbit

El diseño de Micro:bit permite a los alumnos de educación básica dar sus primeros pasos en el aprendizaje de la programación con interacción con componentes físicos. Además, soporta el desarrollo de aplicaciones más elaboradas, lo que favorece su empleo en entornos escolares [15]. La combinación de características de la placa programable permite la implementación de proyectos escolares escalables que pueden evolucionar conforme avanzan los conocimientos y experiencias de los estudiantes.

La implementación efectiva de la robótica en la educación infantil requiere la selección cuidadosa de las herramientas y tecnologías, ya que se recomienda que

cumplan con varias características que permitan a los niños tener experiencias motivadoras e inspiradoras. Las herramientas tecnológicas deben permitir el aprendizaje progresivo, iniciando con conceptos básicos para lograr proyectos más elaborados, así como mantener el interés y la motivación del alumnado. Por otra parte, es importante que tenga un diseño seguro, los componentes físicos sean resistentes y se integren a plataformas de programación visual.

El robot Maqueen, mostrado en la Figura 2, fue desarrollado por DFRobot como una plataforma educativa basada en Micro:bit y representa una opción adecuada para la enseñanza de conceptos STEM. Combina un diseño accesible con características técnicas orientadas a la formación en robótica y programación. Se caracteriza por su estructura compacta y ensamblaje sencillo, lo que facilita a los estudiantes una aproximación práctica a la programación gráfica mediante MakeCode, con compatibilidad prevista para lenguajes como Scratch y Python en versiones posteriores.

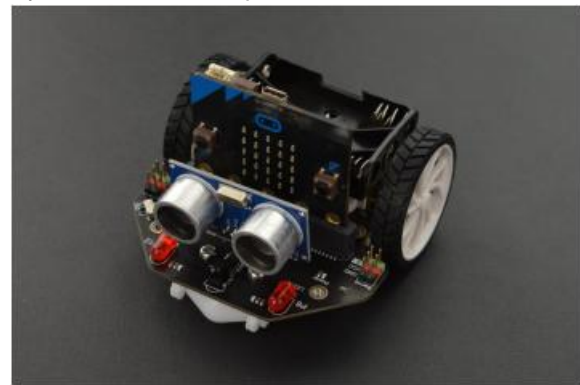


Figura 2. Maqueen, pendiente estilo de citación

La arquitectura del robot Maqueen permite la integración directa con la tarjeta Micro:bit y mantiene los pines disponibles para la conexión de sensores o dispositivos periféricos adicionales, lo que amplía las posibilidades de uso en comparación con otros kits educativos.

La alimentación del robot se basa en una fuente externa de 3.5V a 5V a través de tres pilas AAA, que proporcionan energía tanto al robot como a la placa Micro:bit. Dentro de sus componentes se incluyen sensores seguidores de línea para funciones de navegación, un zumbador para la generación de señales sonoras, luces LED frontales y RGB para retroalimentación visual, así como dos motores de 133 RPM controlados mediante el protocolo I2C [16]. La configuración física del robot dispone de pines que permiten la expansión de sus funciones mediante la incorporación de sensores o módulos adicionales, lo que incrementa la cantidad y diversidad de las actividades de enseñanza que pueden desarrollarse con este recurso.

La programación de la tarjeta Micro:bit se realiza principalmente a través de plataformas en línea; en el sitio

oficial de Micro:bit [17] se incluyen las siguientes plataformas:

1. Microsoft MakeCode [18]: entorno basado en bloques para visualizar la secuencia que se programa.
2. Python [19]: un entorno de programación textual con MicroPython.
3. Scratch [20]: entorno basado en bloques con una extensión que permite conectar los programas a Micro:bit.
4. Micro:bit CreateAI [21]: plataforma en línea que permite iniciarse en el uso de la inteligencia artificial.
5. App móvil: permite programar en dispositivos móviles y transferir código al Micro:bit vía Bluetooth.

Estas herramientas permiten programar la placa Micro:bit en modo bloque (para educación primaria) y en modo textual (secundaria/bachillerato). Sin embargo, su dependencia de Internet puede representar un desafío en escuelas con conectividad limitada. Una alternativa es utilizar la versión offline de MakeCode. La plataforma de programación utilizada para el desarrollo de las actividades de nuestra propuesta fue Microsoft MakeCode [18] ya que permite la codificación visual mediante bloques, como se aprecia en la Figura 3. MakeCode permite programar en simuladores virtuales y en dispositivos físicos, lo que facilita una transición progresiva de entornos abstractos a aplicaciones físicas. Además, ofrece soporte en español e incorpora extensiones que amplían sus funcionalidades, como se muestra en la Figura 4. Esto permite el uso de componentes adicionales y posibilita la integración en el aula de la programación y los robots físicos.

La efectividad del uso de Micro:bit en múltiples disciplinas científicas (física, química, biología y ciencias ambientales) destaca por (Quyen et al. (2023) [1]):

1. Desarrollar habilidades de programación y pensamiento computacional.
2. Mejorar la comprensión de conceptos científicos complejos mediante aplicaciones tangibles.
3. Incrementar significativamente la motivación y el compromiso estudiantil.

La elección de MakeCode y Micro:bit responde a estos beneficios, al ofrecer un espacio de aprendizaje donde el pensamiento computacional vincula la programación con dispositivos físicos, cerrando la brecha entre teoría y práctica en el aprendizaje STEM.

Metodología

El estudio se llevó a cabo con 59 estudiantes de 4.º a 6.º grado en una escuela primaria particular del estado de Hidalgo, México, durante el ciclo escolar 2024-2025. Del total de estudiantes, 21 alumnos cursaban 4.º grado, 19 pertenecían a 5.º grado y 19 a 6.º grado. El 61% fueron

niñas y el 39% niños, con edades en el rango de 10 a 12 años.

La intervención se realizó a través de una clase semanal de robótica con una duración de 60 minutos, diseñada bajo un enfoque de aprendizaje basado en proyectos y orientada a promover la resolución de problemas mediante retos prácticos.



Figura 3. MakeCode, pendiente estilo de citación

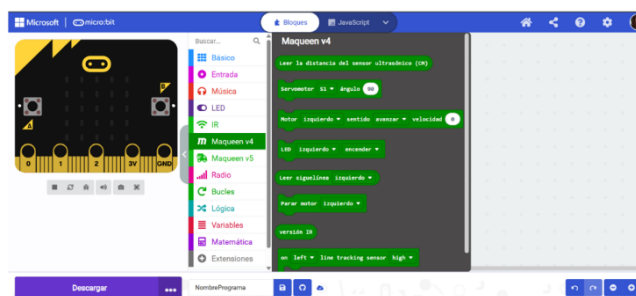


Figura 4. MakeCode extension para maqueen, pendiente estilo de citación

Las sesiones se llevaron a cabo en un aula de cómputo equipada con 30 computadoras de escritorio y un proyector, donde los estudiantes trabajaron en actividades individuales y en equipo. Para el trabajo con dispositivos físicos, se emplearon 47 placas Micro:bit y robots Maqueen. Además, se emplearon cables USB, pilas AAA y recursos digitales complementarios, como tutoriales oficiales de microbit.org, DFRobot y Raspberry Pi Foundation.

Cada sesión siguió una estructura que incluyó 10 minutos de introducción de los temas teóricos, 20 minutos de demostración guiada, 25 minutos de trabajo práctico basado en retos y 5 minutos de cierre y retroalimentación. Esta forma de organizar las sesiones tuvo el propósito de permitir una progresión gradual, partiendo del trabajo en entornos virtuales hacia la programación del robot físico, con la intención de consolidar habilidades cognitivas y prácticas en un espacio de aprendizaje motivador y significativo.

Como señala Moreno-Navarro (2023)[moreno2024experiencia], existen numerosos artículos teóricos sobre las aplicaciones educativas de Micro:bit; sin embargo, pocos estudios presentan evaluaciones en contextos escolares reales. Dentro de nuestra propuesta para la evaluación de los aprendizajes,

se diseñó una rúbrica de evaluación formativa que consideró algunos aspectos clave, que se muestran en la Tabla 1. Además, con el propósito de mantener la motivación de los alumnos, se utiliza un semáforo de aprendizaje basado en los colores verde, amarillo y rojo para señalar el nivel de avance.

Habilidad	Reto logrado (Verde)	Estoy en camino (Amarillo)	Voy a mejoras (Rojo)
Disciplina y trabajo en equipo	Participa activamente, coopera con el equipo, respeta turnos y normas de convivencia.	Coopera parcialmente, a veces requiere recordatorios para cumplir normas.	Tiene dificultades para trabajar en equipo y seguir normas. Requiere constante apoyo
Atención y seguimiento de indicaciones	Mantiene atención sostenida en las actividades; sigue instrucciones con precisión.	Logra enfocarse en momentos clave; sigue la mayoría de las indicaciones.	Se distrae fácilmente, requiere supervisión constante y tiene dificultad para seguir instrucciones
Material (Maqueen y Micro:bit)	Siempre trae el robot y el material requerido; los utiliza adecuadamente durante la clase.	Trae el material, aunque en ocasiones olvida algún componente; uso aceptable.	No trae el material completo o lo utiliza de manera inadecuada.
Código (comprensión y desarrollo)	Entiende las instrucciones, completa los retos y propone mejoras al código.	Comprende las instrucciones con apoyo; completa los retos básicos.	Tiene dificultades para entender las instrucciones y no muestra interés para completar los retos.
Ejecución de código	Descarga, prueba y corrige el programa de manera autónoma y eficaz.	Descarga y prueba el programa; corrige errores con ayuda.	Requiere apoyo constante para descargar, probar y corregir el programa.

Tabla 1. Rúbrica de Evaluación Formativa en la clase de Robótica con Micro:bit

La rúbrica de evaluación se enfoca en habilidades concretas que se observan de forma directa por la profesora en cada clase, entregando retroalimentación personalizada de forma verbal y con lenguaje claro, positivo y progresivo para reducir la ansiedad por su calificación y fortalecer el trabajo para alcanzar las metas y aprovechar las áreas de oportunidad para mejorar. La intención es convencer a los alumnos de que el aprendizaje es un proceso de crecimiento.

El año escolar 2025-2026 se organizó en tres bloques, siguiendo la estructura del calendario oficial. En el primer bloque, se reforzaron los conceptos básicos de programación visual en la plataforma Scratch; esto

permitió construir los conceptos fundamentales de la programación.

Al inicio del primer bloque, se realizó una clase de diagnóstico con el propósito de identificar los conocimientos previos en torno al uso de la computadora, la navegación en línea y la programación por bloques. Con base en los resultados, se realizó trabajo guiado en la plataforma Scratch y atención personalizada para el desarrollo de actividades diseñadas para crear animaciones y juegos simples, basados en el proceso de arrastrar, ensamblar y soltar bloques, con niveles de dificultad relacionados con el grado escolar.

Los alumnos de 4.º grado trabajaron con bloques de movimiento y sonido, mientras que los de 5.º y 6.º grado exploraron estructuras de condicionales y ciclos. Este primer bloque se centró en fortalecer la lógica secuencial, la comprensión de eventos y el pensamiento creativo.

En el segundo bloque, los alumnos trabajaron en la programación de la tarjeta Micro:bit y el robot Maqueen. Se implementaron secuencias didácticas mixtas que combinaron ejercicios diseñados por el docente con propuestas disponibles en plataformas educativas como MakeCode y DFRobot. Esto permitió adaptar los contenidos al contexto escolar, garantizando la variedad y el enriquecimiento de las experiencias de aprendizaje.

Los trabajos en este bloque se centraron en facilitar la transición desde entornos virtuales hacia dispositivos físicos, mediante el desarrollo de competencias técnicas fundamentales. Se incluyeron actividades destinadas a enseñar aspectos prácticos, como la identificación de los puertos USB y micro-USB, el montaje correcto de la tarjeta Micro:bit sobre el robot Maqueen, su encendido y la vinculación mediante conexión Bluetooth.

Las secuencias didácticas de este bloque se organizaron siguiendo planes de clase como el que se muestra en la Tabla 2. Al finalizar el bloque, los alumnos pudieron trabajar con dispositivos físicos y realizar las siguientes tareas:

- Descarga y ejecución de programas sencillos.
- Uso de entradas mediante los botones A, B y la combinación A + B.
- Control de la matriz de LEDs a través de íconos y animaciones simples.
- Búsqueda y uso de extensiones necesarias para la integración del robot Maqueen.
- Activación básica de motores: avance y detención.

El tercer bloque de integración se enfocó en el uso de motores con luces, gestos y sensores a través de secuencias programadas. Se implementaron actividades colaborativas que introdujeron el trabajo en equipo mediante la construcción de un control remoto utilizando comunicación por radio entre dos Micro:bit.

Los alumnos programaron gestos y motores para generar secuencias de movimiento: avanzar, retroceder, giros y

detenerse. Las actividades fueron diferenciadas por nivel escolar: los estudiantes de quinto y sexto grado programaron todos los movimientos, mientras que los de cuarto grado se centraron en acciones básicas como avanzar y detener.

Al finalizar el curso, se llevó a cabo una clase demostrativa para los padres de familia con proyectos desarrollados por los alumnos. Al concluir la clase, se aplicó un cuestionario con ocho preguntas cerradas en una escala Likert de cinco niveles y una pregunta abierta para recoger opiniones y sugerencias para evaluar la percepción y el nivel de aceptación de esta propuesta de intervención educativa.

Resultados

La robótica se ha consolidado como una herramienta pedagógica innovadora que captura el interés de los estudiantes gracias a su enfoque dinámico e interactivo. A diferencia de los métodos tradicionales, las actividades robóticas despiertan la curiosidad innata de los niños, promoviendo un aprendizaje autodirigido y aumentando su motivación intrínseca [3].

El aprendizaje de la programación representa un reto formativo complejo que demanda habilidades de abstracción para transformar conceptos lógicos en aplicaciones funcionales. Esta competencia, ya de por sí exigente a nivel cognitivo, adquiere mayor complejidad cuando se implementa con la población infantil, pues requiere una adaptación pedagógica cuidadosa que considere aspectos emocionales y motivacionales.

Nombre del Proyecto	Semáforo
Grados	5° y 6° de primaria
Duración estimada	60 minutos
Herramientas	Micro:bit, Robot Maqueen, Plataforma MakeCode
Propósito de aprendizaje	Comprender el funcionamiento lógico de un semáforo y reproducirlo mediante programación con Micro:bit y Maqueen, integrando luces LED y motores.
Aprendizaje esperados	<ul style="list-style-type: none"> Comprende y aplica la lógica secuencial en programación. Utiliza extensiones para controlar motores en MakeCode. Relaciona un fenómeno cotidiano (el semáforo) con soluciones tecnológicas.
Activación de conocimientos previos (10 min)	<ul style="list-style-type: none"> Lluvia de ideas: ¿Qué señales da un semáforo? ¿Qué hace un auto en cada color? Pregunta detonadora: ¿Qué necesita un robot para imitar este comportamiento?
Demostración guiada (15 min)	<ul style="list-style-type: none"> La maestra muestra cómo encender LEDs verdes en Micro:bit. Se cargan las extensiones

	necesarias para controlar motores y LEDs. • Se programa con los alumnos que cuando los LEDs estén en verde, el robot comience a moverse por 5 segundos.
Reto (25 min)	• Se plantea la pregunta: "¿Qué pasa cuando el semáforo cambia a amarillo y luego a rojo?" • Programan una secuencia donde: – Se encienden los LEDs amarillos por 2 segundos (5° y 6° bajan velocidad). – Se encienden los LEDs rojos y el motor se detiene
Evaluación formativa (10 min)	• Presentación de proyectos y prueba del robot. • Evaluación con rúbrica por colores: verde, amarillo y rojo.

Tabla 2. Bloque 2: Plan de clase del reto "Semáforo".

En entornos educativos con niños, es esencial integrar estrategias que fomenten un aprendizaje positivo y significativo. Entre ellas, se destaca el manejo de la frustración mediante actividades progresivas que reduzcan el temor al error y conviertan las dificultades en oportunidades para aprender.

Asimismo, la evaluación formativa juega un papel clave al centrarse en el proceso más que en el resultado, promoviendo la retroalimentación constructiva. Por último, la gamificación, al incorporar elementos lúdicos, contribuye a mantener la motivación de los estudiantes y a disminuir la ansiedad frente a los retos tecnológicos.

Los resultados observados durante la implementación del proyecto reflejan un alto nivel de interés por parte del alumnado. La mayoría de los estudiantes mostró entusiasmo constante, especialmente al anticipar nuevas funciones que el robot podría ejecutar. Destaca el caso de varios alumnos de quinto grado que comenzaron de manera autónoma a modificar los programas base, agregando elementos adicionales sin necesidad de guía directa, lo que es evidencia del desarrollo de su pensamiento creativo y computacional.

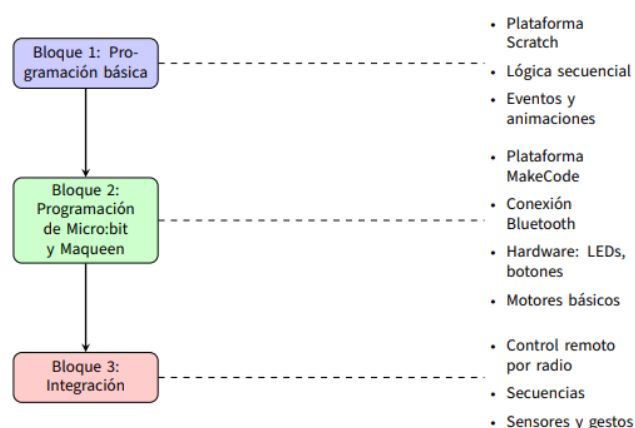


Figura 5. Secuencia didáctica de la intervención.

Con el propósito de evitar gastos innecesarios, se permitió que hermanos que cursaran grados distintos compartieran un solo robot. No obstante, algunos padres de familia no adquirieron el dispositivo, ya sea por desconocimiento o por no comprender completamente la utilidad del proyecto. Esta situación generó una notable diferencia en la participación estudiantil: los alumnos que contaban con el robot pudieron descargar, probar y depurar sus propios programas, lo cual favoreció un aprendizaje activo. En contraste, aquellos que dependían de compartir el material con compañeros tenían una participación más limitada, ya que su rol se reducía al desarrollo del código, sin interacción directa con el robot. Esta falta de manipulación concreta dificultó su comprensión y propició una mayor distracción durante las sesiones.

En términos de desempeño por grado, se identificó que los estudiantes de cuarto año requirieron mayor apoyo para completar las actividades, mientras que los de quinto grado destacaron por su autonomía y mejores resultados en la ejecución de las prácticas. Por su parte, en sexto grado se observa un incremento en las distracciones, principalmente debido al uso de videojuegos en los momentos en que no estaban directamente involucrados con el trabajo en clase.

Los resultados de la encuesta a los padres de familia evidenciaron una percepción ampliamente favorable hacia la implementación de la clase de robótica, ya que la mayoría de las respuestas se concentraron en los niveles altos de la escala Likert (opciones 4 y 5). Los siguientes puntos describen la valoración positiva de la propuesta de intervención educativa:

- Interés por la tecnología: El 80% de los padres indicó que sus hijos mostraron mayor entusiasmo por los temas tecnológicos tras iniciar el taller.
- Utilidad de la robótica en el aula: El 96% consideró que los robots y la tecnología son herramientas valiosas para el aprendizaje.
- Fomento de la creatividad: El 88% percibió que la clase impulsó la creatividad en proyectos tecnológicos.
- Trabajo en equipo: El 84% afirmó que el taller promovió la colaboración entre estudiantes.
- Satisfacción con la implementación: El 80% manifestó estar satisfecho con el desarrollo de la clase.
- Seguridad y pertinencia del material (Micro:bit y Maqueen): El 92% lo consideró adecuado y seguro.
- Uso adecuado de Micro:bit y Maqueen: El 88% valoró positivamente la integración de estas herramientas al nivel de los estudiantes.
- Importancia para el futuro: El 100% coincidió en que la robótica es una habilidad clave para el desarrollo académico y profesional de los niños. Las respuestas a la pregunta abierta aportaron sugerencias orientadas a

brindar mayor atención personalizada a cada niño y a ofrecer talleres similares en los próximos cursos.

Conclusiones

A lo largo del ciclo escolar, se observó un creciente interés por parte del alumnado, especialmente cuando se integraron dispositivos físicos que transformaron la programación en experiencias tangibles y significativas. La robótica física actúa como un potente estímulo para los niños, ya que les permite ver, tocar y comprobar en tiempo real el efecto de sus decisiones en el comportamiento del robot.

Cada bloque de programación se convierte en un movimiento, una luz encendida o una acción visible, generando una respuesta inmediata que refuerza la comprensión y el entusiasmo. Este tipo de retroalimentación concreta despierta su curiosidad innata y los motiva a explorar nuevas posibilidades: comienzan a preguntarse qué más puede hacer el robot, qué sucede si cambian una instrucción o cómo lograr que responda de una forma diferente. En este sentido, la robótica no solo desarrolla competencias tecnológicas, sino que canaliza la curiosidad infantil como motor de aprendizaje activo y creativo.

Uno de los hallazgos más relevantes fue la capacidad del enfoque basado en programación por bloques para facilitar el aprendizaje progresivo. La transición desde plataformas virtuales como Scratch hacia entornos físicos con Micro:bit fue efectiva y permitió a los estudiantes avanzar desde conceptos abstractos hacia aplicaciones concretas. La participación activa, la resolución de problemas y el trabajo en equipo fueron elementos recurrentes en el aula, particularmente en los grados superiores, donde incluso se observaron iniciativas espontáneas de modificación del código por parte de los propios alumnos.

No obstante, también se identificaron desafíos importantes, especialmente en lo relativo a la desigualdad en el acceso a los materiales. La falta de un robot propio limitó la experiencia de algunos estudiantes, quienes debieron compartir dispositivos, lo que afectó su motivación y comprensión del proceso.

Se reafirma, por tanto, que la robótica educativa no debe mantenerse como una actividad extracurricular aislada. Su impacto positivo en la motivación, el pensamiento lógico y la creatividad justifica plenamente su incorporación formal en el currículo de educación básica. Micro:bit, por su bajo costo, versatilidad y escalabilidad, representa una alternativa accesible y potente para contextos con recursos limitados. A ello se suma el buen desempeño del robot Maqueen, que no solo amplía las posibilidades de programación al incorporar sensores, luces y motores, sino que permite un mayor número de

prácticas adaptadas al nivel cognitivo de los estudiantes. Bajo la supervisión docente, Maqueen demostró ser resistente y funcional para todos los alumnos.

La combinación de Micro:bit, Maqueen y MakeCode brinda accesibilidad, funcionalidad y resistencia, lo que permite implementar un espacio de aprendizaje activo altamente efectivo para el desarrollo de competencias digitales, pensamiento lógico y habilidades prácticas en edades tempranas.

Aunque actualmente los programas educativos oficiales de educación básica no incluyen la robótica y programación de manera formal en el currículo, muchas instituciones han comenzado a integrarlas como actividad complementaria, con resultados positivos en el desarrollo cognitivo y la motivación estudiantil.

Referencias

- [1] Kieu Thi Quyen, Nguyen Van Bien, and Nguyen Anh Thuan. "Micro: bit in Science Education: A systematic review". In: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA 9.1 (2023), pp. 1–14
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2024. Recuperado el 7 de julio de 2025. url: <https://www.inegi.org.mx/programas/endutih/2024/>.
- [3] Effransia Tzagkaraki, Stamatios Papadakis, and Michail Kalogiannakis. "Exploring the Use of Educational Robotics in primary school and its possible place in the curricula". In: Educational Robotics International Conference. Springer. 2021, pp. 216–229.
- [4] Annèl van Rooyen and Ronel Callaghan. "Supporting Choices for Educational Robotics Tools for Early Childhood Settings: Considerations, Characteristics, and Categories". In: Technology, Knowledge and Learning (2025), pp. 1–22.
- [5] Recep Çakır, Özgen Korkmaz, Önder İdil, and Feray Uğur Erdoğan. "The effect of robotic coding education on preschoolers' problem solving and creative thinking skills". In: Thinking Skills and Creativity 40 (2021), p. 100812.
- [6] Weipeng Yang, Davy Tsz Kit Ng, and Hongyu Gao. "Robot programming versus block play in early childhood education: Effects on computational thinking, sequencing ability, and selfregulation". In: British Journal of Educational Technology 53.6 (2022), pp. 1817–1841.
- [7] Giuseppe Chiazzese, Marco Arrigo, Antonella Chifari, Violetta Lonati, and Crispino Tosto. "Educational robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the bebras tasks". In: Informatics. Vol. 6. 4. MDPI. 2019, p. 43.
- [8] Morgane Chevalier, Christian Giang, Alberto Piatti, and Francesco Mondada. "Fostering computational thinking through educational robotics: A model for creative computational problem solving". In: International journal of STEM education 7.1 (2020), p. 39.
- [9] Gisele Ragusa and Lilian Leung. "The impact of early robotics education on students' understanding of coding, robotics design, and interest in computing careers". In: Sensors 23.23 380 (2023), p. 9335.
- [10] Valerie Critten, Hannah Hagon, and David Messer. "Can pre-school children learn programming and coding through guided play activities? A case study in computational thinking". In: Early Childhood Education Journal 50.6 (2022), pp. 969–981.
- [11] Gisella Rossini, Federico Manzi, Cinzia Di Dio, Antonio Iannaccone, Antonella Marchetti, and Davide Massaro. "Playing with robots in a nursery: a sociomaterial focus on interaction and learning: Rossini et al." In: European Journal of Psychology of Education 40.1 (2025), p. 37.
- [12] Zainab Salma, Raquel Hijón-Neira, Celeste Pizarro, and Arqam Abdul Moqet. "Effectiveness of robot-mediated learning in fostering children's social and cognitive development". In: Applied Sciences 15.7 (2025), p. 3567.
- [13] Ewelina Bakala, Anaclara Gerosa, Juan Pablo Hourcade, and Gonzalo Tejera. "Preschool children, robots, and computational thinking: A systematic review". In: International Journal of Child-Computer Interaction 29 (2021), p. 100337.
- [14] British Broadcasting Corporation. Micro:bit hardware technical specification. url:<https://microbit.org/guide/features/>. (accessed: 26.06.2025). 395
- [15] Vasilija Simović, Milan Veskovic, and Jelena Purenovic. Micro: bit as a new technology in education in primary schools. University of Kragujevac, Faculty od Technical Sciences, Čačak, 397 2022.
- [16] DFRobot. micro: Maqueen micro:bit Educational Programming Robot Platform WIKI. url: https://wiki.dfrobot.com/micro_Maqueen_for_micro_bit_SKU_ROB0148-EN. (accessed: 400 26.06.2025).
- [17] Micro:bit Educational Foundation. Let's code. Recuperado el 30 de junio de 2025. n.d. url: [402 https://microbit.org/code/](https://microbit.org/code/). 403
- [18] Micro:bit Educational Foundation. Microsoft MakeCode for micro:bit. Recuperado el 30 de junio de 2025. n.d. url: <https://makecode.microbit.org/>.
- [19] Micro:bit Educational Foundation. Python editor: Variables. Recuperado el 30 de junio de 2025. n.d. url: <https://python.microbit.org/v/3/reference/variables>.
- [20] Scratch Foundation. micro:bit extension. Recuperado el 30 de junio de 2025. n.d. url: <https://scratch.mit.edu/microbit>.
- [21] Micro:bit Educational Foundation. Create AI. Recuperado el 30 de junio de 2025. n.d. url: <https://createai.microbit.org/>.