

EXPLORANDO EL APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO EN LA PROGRAMACIÓN DEL ROBOT MBOT EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA

*EXPLORING DISCOVERY LEARNING IN MBOT ROBOT
PROGRAMMING IN PRIMARY EDUCATION*

Joel Ricardo Jiménez Cruz

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México
jcjr@xanum.uam.mx

Recepción: 8/diciembre/2024

Aceptación: 24/marzo/2025

Resumen

Este estudio resalta la importancia de un diseño educativo, que se basa en el aprendizaje basado en el descubrimiento y que se aplica a la enseñanza de la robótica utilizando el robot mBot y a la programación empleando el lenguaje de programación visual mBlock. La implementación de este diseño brinda a los estudiantes de educación primaria, prácticas que integran y brindan una visión de la programación y la robótica en las áreas de STEAM.

En un salón con 24 estudiantes de primaria entre 8 y 13 años se realizaron prácticas de introducción a la robótica y a la programación visual basándose en la metodología activa del aprendizaje por descubrimiento. Se formaron seis equipos de trabajo con cuatro integrantes. Se observaron en los estudiantes; una mejor comprensión de conceptos robóticos y computacionales, un aumento en la motivación y una maduración en el aprendizaje de habilidades matemáticas y geométricas.

Palabras Clave: Aprendizaje por descubrimiento, Educación primaria, Programación, Robótica, STEAM.

Abstract

This study highlights the importance of an educational design based on discovery-based learning. This design is applied to teaching robotics using the mBot robot and programming using the mBlock visual programming language. Implementing this

design provides elementary school students with practices that integrate and provide insight into programming and robotics in STEAM areas.

In a classroom with 24 primary school students between 8 and 13 years old, introductory practices were carried out on robotics and visual programming based on the active methodology of discovery learning. Six work teams with four members were formed. A better understanding of robotic and computational concepts, an increase in motivation, and a maturation in the learning of mathematical and geometric skills were observed in the students.

Keywords: *Discovery Learning, Elementary Education, Programming, Robotics, STEAM.*

1. Introducción

La programación y la robótica son disciplinas que se utilizan para apoyar la práctica pedagógica en la educación informal o formal, especialmente en las materias de STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas). Estas disciplinas promueven la adquisición de conocimientos prácticos sobre tecnología, y fomentan el pensamiento crítico, lógico, algorítmico, computacional, la creatividad, el trabajo en equipo y la resolución de problemas [Pérez, 2024], [Caro, 2023].

La robótica es una ciencia que aglutina varias disciplinas o ramas de la tecnología con el objetivo de diseñar máquinas programadas para realizar tareas de forma automática o autónoma, o para simular el comportamiento humano o animal. La robótica se dedica a la construcción de artefactos que intentan materializar el deseo humano de crear seres a su semejanza para responder a algunas de sus necesidades más complejas y también para liberarse de trabajos tediosos o peligrosos. Su cometido es desarrollar diferentes aspectos de un robot funcional: su autonomía e inteligencia propia, su resistencia y capacidad de operatividad, su programación, sus mecanismos de control y su autoconciencia [Cáceres, 2023].

Por otro lado, la programación es un proceso creativo y lógico que consiste en escribir una serie de instrucciones que una máquina o procesador pueda comprender y ejecutar. A través de la programación se puede optimizar y controlar el comportamiento de un robot.

Para la enseñanza de estas materias se pueden aplicar enfoques didácticos como el aprendizaje basado en proyectos o en problemas, el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje basado en problemas y las estrategias de aprendizaje colaborativo para permitir una mayor autonomía y experiencias de aprendizaje activo y que enfatizan metodologías centradas en el estudiante [Restrepo, 2005].

A partir de estas estrategias activas de enseñanza-aprendizaje centradas en el estudiante, se puede abordar el pensamiento computacional a partir del análisis lógico de datos, las abstracciones y la resolución de problemas. Todas estas prácticas en un contexto educativo permiten la colaboración e interacciones de los estudiantes y profesores para desarrollar habilidades y resolver problemas cada vez más complejos [Rosero, 2024].

En particular, en este escrito, se analiza el potencial educativo del aprendizaje por descubrimiento como un tipo de aprendizaje activo, práctico y experiencial y como un método fundamental para fomentar una comprensión y un compromiso de aprendizaje más profundo en los estudiantes, en la enseñanza de la programación y la robótica en la educación primaria.

2. Métodos

El aprendizaje por descubrimiento y sus beneficios

El modelo pedagógico del aprendizaje por descubrimiento se inspira y se complementa de diversas teorías del aprendizaje como la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel (1918-2008) que menciona que el aprendizaje es significativo cuando se integran los saberes previos y los nuevos. Jean Piaget (1896-1980) acentúa que el conocimiento surge de la experiencia que, a su vez, provoca nuevos esquemas mentales. Jerome Bruner (1915-2016) y el constructivismo de Seymour Papert con su tortuga logo [Papert, 1980], destacan la importancia esencial de las interacciones sociales en los entornos de aprendizaje desde la perspectiva de las teorías socioculturales. El constructivismo de Lev Vygotsky (1896-1934) subraya la dimensión sociocultural y su incidencia en el proceso de aprendizaje [Carranza, 2024].

Bruner al igual que John Dewey sostiene que el descubrimiento por uno mismo enseña a adquirir información enfocada en la resolución de problemas, es decir; se aprende, haciendo. El aprendizaje según [Papert, 1980] ocurre cuando los alumnos participan en la creación de artefactos significativos que pueden ser investigados y compartidos. La teoría constructivista sostiene que cuando los estudiantes trabajan con materiales que les permiten diseñar y construir artefactos significativos, aprenden mejor. El conocimiento se construye a través del hacer con el uso de herramientas como robots y computadoras [Rosero, 2024].

El aprendizaje por descubrimiento es una técnica pedagógica basada en la averiguación, indagación o exploración y se considera un enfoque educativo constructivista y constructivista que comprende un marco teórico que fundamenta la actividad pedagógica y que concibe el aprendizaje como una elaboración en la que se involucran activamente el profesor y los estudiante; el profesor actúa como facilitador que guía la interconexión entre los saberes previos del estudiante y las nuevas construcciones mentales, y el estudiante interviene activamente en la confección de su propia realidad, conduciendo a la creación de entornos de aprendizaje colaborativos [Gómez, 2018].

El aprendizaje por descubrimiento conlleva muchos de los conceptos del constructivismo en que el estudiante procesa activamente el significado de su aprendizaje, avanza a su propio ritmo sin instrucción deliberada, ni un plan de estudios estrictamente prescrito. Está relacionado con el aprendizaje basado en problemas o en proyectos y el aprendizaje experiencial.

En el aprendizaje por descubrimiento, los estudiantes exploran, construyen y experimentan activamente su conocimiento a través de una comprensión personal de los conceptos. Este enfoque contrasta con los métodos tradicionales en los que la información se transmite principalmente a través de conferencias, pláticas y libros de texto [Espinoza, 2022].

En el aprendizaje por descubrimiento, el docente sirve como mediador o guía que proporciona a los estudiantes, la meta de aprendizaje, apoyándolos con las herramientas necesarias para que el alumno de forma autónoma e independiente recorra el camino para alcanzar el objetivo formativo propuesto. En este sentido, el

contenido educativo no es dado por el educador de forma directa al estudiante, sino que, debe ser descubierto y construido por éste en el desarrollo de las actividades de aprendizaje. Así, las actividades realizadas se convierten en oportunidades para aprender, alcanzar el conocimiento, desarrollar la curiosidad y las estrategias para aprender a aprender en distintos contextos. De esta manera, se mejoran la capacidad de búsqueda, la selección y análisis de la información, la interpretación y lectura de contextos, habilidades propositivas y resolución de problemas, entre otras.

En el aprendizaje por descubrimiento las actividades educativas se orientan a la resolución de problemas en contextos reales donde existen oportunidades de aprendizaje con el entorno. Este enfoque se basa en la indagación para garantizar que el aprendizaje se produzca cuando el sujeto descubre activamente y resuelve problemas. Según estos fundamentos, aprender haciendo implica un enfoque activo de enseñanza-aprendizaje donde el estudiante busca adquirir conocimientos y habilidades a través de la exploración o el descubrimiento.

Resumiendo, el aprendizaje por descubrimiento se caracteriza porque su énfasis está en [Ozdem, 2020]:

- El proceso de construcción del conocimiento y de las habilidades obtenidas.
- El estudiante que asume un papel autónomo y activo en su proceso formativo y el maestro que se convierte en facilitador, motivador y diseñador de oportunidades de aprendizaje.
- Actividades didácticas que proponen tareas factibles y atractivas para los estudiantes.
- Acercar los contenidos curriculares al mundo real donde la meta de formación no radica tanto en los conceptos, sino en las habilidades y competencias involucradas para alcanzar la comprensión de esa concepción y hacer uso de ella en la resolución de problemas o propuestas de innovación.
- Promover una cultura en el aula donde exista un sentido de propósito compartido entre docentes y estudiantes, donde se fomenta una mentalidad abierta al diálogo y donde se anima a los estudiantes a hacer preguntas, esclarecer confusiones y evitar frustraciones.

- Proponer una estrategia de aprendizaje que organiza a los alumnos para trabajar en equipo y despierta el interés con un tema motivador propiciando el trabajo colaborativo.
- Coadyuvar para que los estudiantes establezcan conocimientos fundamentales a través de ejemplos, prácticas y retroalimentación.
- Integrar información adicional y desarrollar habilidades de resolución de problemas y de pensamiento crítico.

Por otro lado, el papel de los docentes en el aprendizaje por descubrimiento es fundamental para el éxito de los resultados del aprendizaje, considerando que:

- Se proporcionen tareas guiadas aprovechando una variedad de técnicas de instrucción.
- Los estudiantes expliquen sus ideas a compañeros y profesores para que se proporcione las retroalimentaciones pertinentes.
- Los maestros proporcionen ejemplos de cómo completar las tareas.
- La orientación docente se encuentra en aprovechar el razonamiento de los estudiantes y la interconexión con sus conocimientos y experiencias.

El aprendizaje por descubrimiento puede ocurrir cuando al estudiante no se le proporciona una respuesta exacta ni completa, sino ideas iniciales y materiales para encontrar la respuesta por sí mismo. Tiene lugar en situaciones de resolución de problemas en las que los alumnos interactúan con su entorno explorando y manipulando objetos, lidiando con preguntas y controversias o realizando experimentos, mientras aprovechan su propia experiencia y conocimientos previos. Es decir, se caracteriza por tener una orientación y explicaciones mínimas por parte del docente, una resolución de problemas con múltiples soluciones, el uso de materiales prácticos, y una mínima repetición y memorización.

El aprendizaje basado en el descubrimiento aplicado en la enseñanza de la programación y la robótica promueve el desarrollo de una mente algorítmica y consecuentemente, la elaboración del pensamiento computacional.

Pensamiento computacional

La importancia de enseñar habilidades de pensamiento computacional desde una edad temprana es un elemento clave para apoyar las tareas cognitivas tecnológicas actuales. Estas prácticas pueden ser una gran ventaja cuando se integran en actividades pedagógicas para mejorar las habilidades en el razonamiento lógico, las matemáticas, la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

El pensamiento computacional es un proceso de pensamiento implicado en la formulación de problemas y sus soluciones que puedan llevarse a cabo por un procesador de información ya sea humano o maquinal. El pensamiento computacional involucra la capacidad de entender y solucionar problemas que se pueden automatizar. También involucra una serie de mecanismos del pensamiento, como el abstracto-matemático y el pragmático-ingenieril.

Abarca conceptos, abstracciones y prácticas con entes computacionales tomando en consideración tanto el hardware como el software y considerando los siguientes principios (Figura 1):

- Descomposición sistémica de un problema, proyecto o proceso grande o complejo en unidades más pequeñas.
- Generalización en busca de estándares, llevando a cabo un reconocimiento de patrones repetitivos. Establecimiento de nuevas conexiones y pensamientos sobre otras aplicaciones o usos en otros contextos.
- Abstracción y elección de buenas representaciones para crear "modelos o simulaciones" del problema a resolver, realizando tareas de predicción.
- Elaboración de algoritmos para la resolución de problemas.
- Evaluación de situaciones futuras para mejorar el diseño asegurando predicciones correctas que sean adecuada para sus propósitos, asentando juicios sobre qué hacer, en función de una serie de factores que son parte de un contexto.

Como complemento a los principios o capacidades que configuran el pensamiento computacional, se encuentran una serie de técnicas como la reflexión (juicios argumentados), el análisis (descomposición, abstracción, generalización), el diseño

(satisfacción de necesidades o deseos y adaptación a un contexto), la programación (traducción a un lenguaje computacional y depuración) y la aplicación (satisfacción de necesidades y generalización) [Bordignon, 2020].



Fuente: [Bordignon, 2020]

Figura 1 Principios y técnicas del pensamiento computacional.

Desarrollo del pensamiento computacional con el robot mBot

La programación de robots motiva a los estudiantes a ser curiosos y creativos. Además de ser emocionante, los robots hacen posible que los estudiantes creen programas y los prueben inmediatamente, lo que genera experiencias de aprendizaje colaborativas, creativas y auténticas.

En etapas tempranas o para comenzar a programar se recomienda el uso inicial de lenguajes visuales en los cuales, los programas se van formando con la manipulación de piezas como un rompecabezas que disminuyen los errores de tipo sintáctico de los lenguajes textuales. Codificar con estos lenguajes es más fácil que usar lenguajes de programación tradicionales porque los estudiantes pueden jugar e interactuar con bloques de colores al crear los guiones o scripts de los programas. Los lenguajes de programación visual en bloques (Tickle, Blocky, Scratch, mBlock...), permiten programar y manipular los robots y pueden facilitar la experimentación por parte de los jóvenes debido al carácter intuitivo de este tipo de programación [Cuenca, 2023].

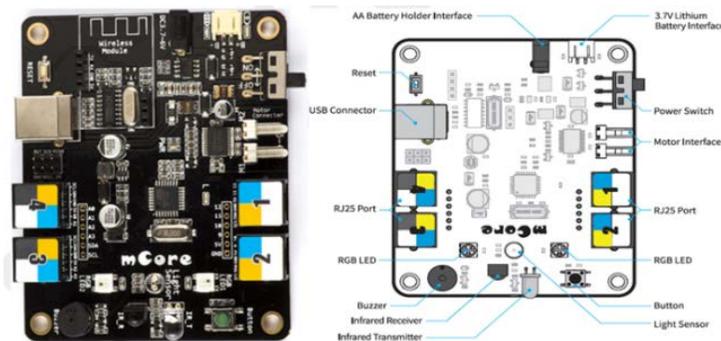
Por otro lado, existen varios robots que se pueden utilizar en la enseñanza como Ozobot, mBot, Lego EV3, Sphero y Edison (Figura 2).



Fuente: [Voštinár, 2024]

Figura 2 Algunos robots que se pueden utilizar en la enseñanza.

De ellos, mBot es un robot relativamente económico y muy atractivo (<https://support.makeblock.com/hc/en-us/sections/360001828973-mBot>). Tiene la posibilidad de trabajar con el lenguaje visual mBlock y otros lenguajes como el de Arduino o Python, utilizando computadoras o dispositivos móviles (iOS y Android). Resulta fácil experimentar con él, y es apto para su uso por personas que atienden por primera vez cursos introductorios de robótica, programación y electrónica basada en el microcontrolador Arduino UNO (Figura 3).



Fuente: [<https://support.makeblock.com/hc/en-us/articles/4412894402967-mCore-Main-Control-Board-of-mBot>]

Figura 3 Detalles de la placa Arduino de mBot.

Una ventaja de mBot es su buena relación costo/beneficio con respecto a otros robots, lo cual lo hace asequible, fácil de usar y ofrece interesantes oportunidades de aprendizaje y entretenimiento. mBot se puede conectar a una computadora u otros dispositivos a través de USB, Bluetooth o Wi-Fi. Esto permite a los programadores transmitir sus programas desde una computadora o teléfono inteligente al robot y controlar su movimiento y actuación.

Algunos recursos del robot mBot comprenden:

- Motores y ruedas: mBot tiene dos ruedas que son impulsadas por motores. A través de ellos se mueve hacia adelante y hacia atrás y hace giros a la izquierda y a la derecha.
- Luces LED: están ubicadas en la parte superior del mBot y se pueden programar para brillar en diferentes colores, lo que permite al robot transmitir señales visuales.
- Buzzer: El robot se puede programar para que emita pitidos o melodías en varios eventos como parte de los proyectos.
- Sensor de distancia ultrasónico: Está ubicado en la parte frontal del mBot y puede medir la distancia a objetos que van desde unos pocos centímetros hasta unos pocos metros. Envía ondas ultrasónicas a los objetos y mide el tiempo que tarda la señal en regresar al sensor después de reflejarse en el objeto. Con la información recibida, mBot calcula la distancia al objeto y puede reaccionar.
- Sensor de luz: el sensor de luz del mBot puede medir la intensidad de la luz en el ambiente. Esto le permite reconocer diferentes niveles de iluminación (el rango es 0-1023) y reaccionar ante los cambios en las condiciones de iluminación.
- Seguidor de línea: este sensor está ubicado en la parte inferior del mBot y le permite seguir una línea recta o curva previamente dibujada de negro.
- Receptor y transmisor de infrarrojos: Permiten que mBot se comunique con otros robots mBot mediante la transmisión y recepción de señales, lo que facilita la cooperación entre robots o la creación de escenas y juegos interactivos.

Además de la configuración básica de mBot, hay disponibles una variedad de accesorios y módulos mBlock que se pueden agregar para ampliar la funcionalidad y realizar tareas más complejas.

En términos de programas de estudio, las prácticas y actividades que se pueden proponer en el aprendizaje inicial de la robótica consideran:

- Comprender y saber utilizar sistemas tecnológicos.
- Conocer y resolver sistemas y aplicaciones.
- Transferir conocimientos para el aprendizaje de nuevas tecnologías.
- Describir y analizar una secuencia de acciones, siguiendo instrucciones (algoritmos).
- Implementar soluciones a problemas utilizando un lenguaje de programación visual basado en bloques.
- Usar pasos básicos en la resolución de un problema algorítmico para diseñar soluciones.
- Aplicar la adquisición de conocimientos y habilidades a las áreas STEAM

3. Resultados

Actividades de programación con el robot mBot

En una clase con 24 estudiantes de primaria se utilizó el robot mBot como la plataforma para aprender robótica y programación utilizando como técnica pedagógica el aprendizaje por descubrimiento. Este robot educativo permitió que los estudiantes pudieran programar los movimientos del robot a través de una interfaz fácil y condescendiente. También permitió que los alumnos capturasen mejor los conceptos abstractos y desarrollaran habilidades cruciales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y creativo, y la colaboración con la guía del docente que brindó las herramientas y el contexto para que los estudiantes llegaran a sus propias conclusiones de programación y manejo de robots (Figura 4).



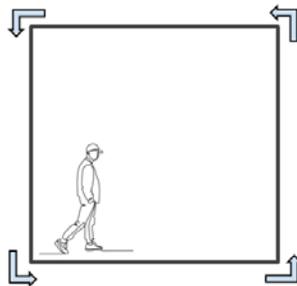
Fuente: elaboración propia

Figura 4 Actividades de programación utilizando el aprendizaje por descubrimiento.

Se formaron seis grupos de cuatro estudiantes para que de manera colaborativa programaran al robot. Al trabajar en equipos, se observó que los estudiantes aprenden a dividir tareas, asignar responsabilidades y solucionar problemas en forma conjunta. Este esfuerzo colaborativo refleja escenarios de otras materias en su formación posterior y del mundo real, donde el trabajo en equipo es esencial para preparar a los estudiantes a desafíos futuros en entornos familiares, académicos o profesionales.

A continuación, se comentan las actividades y prácticas efectuadas con el robot mBot. Las actividades se realizaron con los principios del pensamiento computacional y se apoyaron en la didáctica del aprendizaje por descubrimiento para que los estudiantes fueran descubriendo por sí mismos la forma de programar el robot, considerando la descomposición de los programas, la abstracción para conceptualizar y simplificar, la generalización en las instrucciones, el desarrollo de los algoritmos y la evaluación para detectar fallas.

Antes de iniciar la codificación de las instrucciones en el lenguaje visual mBlock y dando una teoría mínima de los conceptos fundamentales como programación, computadoras, robots, algoritmos, se les pidió a los estudiantes que dieran instrucciones verbales al profesor, para que, actuando como robot, se moviera como una persona en marcha, que caminara en línea recta y girara un ángulo de 90°. Para ello, los estudiantes empezaron a dar diversos tipos de órdenes, por ejemplo, camina y gira, y el profesor no se movía y se realimentaba verbalmente, diciéndoles que no sabía cómo caminar. De ahí, iban surgiendo las ideas entre todos, de la precisión de los algoritmos de una manera natural (Figura 5).



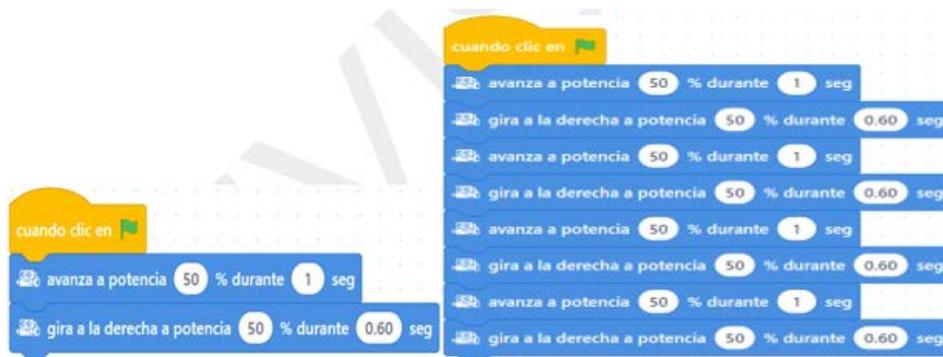
Fuente: [<https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/27764408-continuo-linea-vector-ilustracion-de-persona-en-sombrero-caminando>]

Figura 5 Caminar en línea recta y girar 90° y luego caminar describiendo un cuadrado.

Se procedió a dar la instrucción de dar un paso que consistía en alzar y mover una pierna hacia adelante y luego de alzar y mover hacia adelante la otra pierna. Luego dar varios pasos durante cierto tiempo y finalmente dar la instrucción de girar 90° que se podría actuar dando una pirueta o un giro brusco hacia la izquierda o hacia la derecha.

La siguiente indicación fue pedirles a los estudiantes que, teniendo estas instrucciones ya asimiladas, comunicaran al profesor, cómo debía procederse para trazar y caminar la forma de un cuadrado. Esta divertida introducción prepara el escenario para que los alumnos aprendan los comandos fundamentales en el entorno mBlock del robot que consisten en (Figura 6):

- Caminar: que se traduce en el comando "Avanzar durante un cierto tiempo".
- Girar 90° a la derecha/izquierda: que se codificarán con los comandos de mBot "Girar a la derecha durante cierto tiempo" o "Girar a la izquierda durante cierto tiempo", respectivamente.

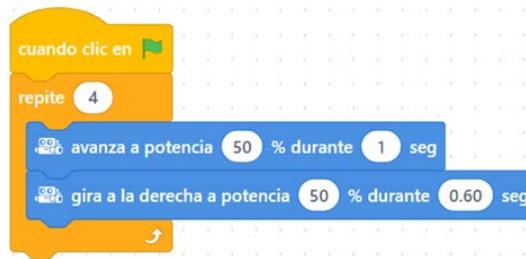


Fuente: elaboración propia

Figura 6 Instrucciones para avanzar y girar 90° y luego formar un cuadrado.

Una vez que a los estudiantes se les mostró, cuáles eran los comandos básicos dentro del entorno mblock para avanzar y girar, los estudiantes por medio del descubrimiento, la ayuda de sus compañeros y su intuición empiezan a generar el código para indicarle al robot que trace un cuadrado (Figura 6).

Una vez asimilada la forma en la que el robot describe un cuadrado repitiendo la secuencia 4 veces, guiados por el profesor, los estudiantes pueden realizar la misma acción utilizando un bucle (Figura 7).



Fuente: Elaboración propia

Figura 7 El uso de un ciclo para que el robot describa el cuadrado.

Estos comandos se ejecutaron en línea y en tiempo real, sin descargar el código en el robot. Las acciones del robot se realizan con el cable USB conectado al robot. Esta manera inicial es más útil y sencilla para que los niños observen lo que la programación produce en el robot. Esta tarea aparentemente simple los obliga a aplicar sus conocimientos de geometría, visualizar la forma del cuadrado, el número de lados y los ángulos rectos y codificarlos en una secuencia de comandos específicos para que el robot describa el cuadrado.

Posteriormente, y de la misma manera, se pide a los grupos de estudiantes que extiendan los conceptos aprendidos para que el robot describa un triángulo y luego un círculo.

Otras actividades que se les puede pedir a los estudiantes que programen son que [Sáez, 2019]:

- El robot se mueva hacia adelante, atrás, a la izquierda o a la derecha de acuerdo con la presión de las teclas.
- El robot evite obstáculos utilizando el sensor ultrasónico.

De acuerdo con los resultados observados, que están en concordancia con lo reportado en la literatura, se encuentra que el aprendizaje por descubrimiento es muy eficaz debido a:

- La retroalimentación que se proporciona, los ejemplos trabajados, el andamiaje y las explicaciones obtenidas por parte de compañeros y el profesor [Alfieri, 2011],
- La mejora en las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes [Hidayatul, 2024].

- La mejora en el desempeño de los estudiantes en la adquisición de conocimiento factual, conceptual y procedimental si se llegaran a utilizar videos de YouTube acompañados del aprendizaje por descubrimiento [Koto, 2020].

4. Discusión

Los conceptos de secuencias, bucles y condicionales en la programación permiten a los estudiantes desarrollar competencias relacionadas con las matemáticas, las ciencias y la tecnología, fomentando un enfoque interdisciplinario. Los estudiantes se interesan por la respuesta del sensor, mostrando motivación, interés y voluntad en el proceso. En la programación visual de mBot, los estudiantes en equipo se embarcan en un viaje para desarrollar un conjunto diverso de habilidades [Desislava, 2023], como las que se explican a continuación.

Aplicación de conceptos geométricos

La programación de los movimientos de formas geométricas como cuadrados, triángulos o círculos requiere que los estudiantes apliquen conceptos matemáticos (vértices, lados, ángulos, medidas y relaciones espaciales) en un contexto práctico pues se requieren calcular e ingresar instrucciones para que el robot avance una cierta distancia y gire un determinado ángulo.

Al aplicar los conceptos geométricos se mejora la visualización espacial ya que al programar el robot se requiere que los estudiantes visualicen mentalmente sus movimientos, giros y trayectorias, mejorando sus habilidades de orientación y representación espacial [Sáez, 2023].

La precisión es clave: la programación exige instrucciones y comandos precisos para que el robot funcione según lo previsto, lo que promueve la atención al detalle y la meticulosidad.

La descomposición de problemas

En la programación se aplica el principio de descomposición al dividir los problemas en pasos más pequeños y procesables, perfeccionando el pensamiento

lógico y las habilidades sistemáticas de resolución de problemas. Los estudiantes crean secuencias ordenadas de instrucciones para lograr un objetivo específico, sentando las bases para comprender algoritmos y estructuras de programación. Aprenden a traducir conceptos matemáticos abstractos en acciones tangibles y secuencias de comandos que el robot mBot puede ejecutar. Este proceso no sólo refuerza su comprensión de las matemáticas, sino que también mejora sus habilidades de pensamiento computacional.

El mejoramiento de habilidades computacionales

Al escribir código para controlar los movimientos y acciones del mBot, los estudiantes desarrollan el pensamiento algorítmico, estructurando una secuencia de pasos para lograr el resultado deseado. Este proceso fomenta el razonamiento lógico para la resolución de problemas, que es fundamental tanto en matemáticas, como en informática.

La programación del robot mBot presenta a los estudiantes los principios básicos del pensamiento computacional, incluida la descomposición de problemas, la secuenciación de instrucciones y la resolución algorítmica de problemas.

Los estudiantes profundizan en conceptos básicos de programación como condicionales y bucles para controlar el comportamiento del robot, sentando las bases para aprender lenguajes de programación más complejos.

La programación grupal fomenta un entorno colaborativo donde los estudiantes trabajan juntos, se comunican de manera efectiva y logran un objetivo común.

5. Conclusiones

El robot mBot sirve como una poderosa herramienta educativa en las escuelas primarias, facilitando el desarrollo de habilidades matemáticas, geométricas y computacionales a través del aprendizaje por descubrimiento y las actividades de programación visual grupal. Al participar en la exploración práctica y la resolución colaborativa de problemas con mBot, los estudiantes profundizan la comprensión de conceptos abstractos y cultivan habilidades esenciales que son vitales en un mundo impulsado por la tecnología actual.

En las prácticas realizadas se observó que el uso de la robótica y la programación apoyados por el aprendizaje por descubrimiento mejora la comprensión de matemáticas, geometría y pensamiento computacional, allanando el camino para comprender la tecnología digital en constante evolución y se fomenta la creatividad, potenciando la interconexión de las distintas disciplinas STEAM.

Algunos beneficios del aprendizaje por descubrimiento que se observaron y/o se esperan son:

- Efectos positivos en la retención de información después de la instrucción en comparación con la instrucción directa tradicional.
- Desarrollo de mentes inquisitivas que se interesen en un aprendizaje permanente y autónomo.
- Exploración conjunta en la resolución de problemas, creando un círculo virtuoso de motivación.
- Recuerdo más eficiente de los conceptos si los descubren por sí mismos en comparación con aquellos que se les enseñan directamente.
- Los enfoques constructivistas son benéficos para el aprendizaje por descubrimiento

Algunas limitaciones del aprendizaje por descubrimiento:

- En algunas situaciones se pueden encontrar retroalimentación inconsistente o engañosa, errores de codificación, atribuciones causales erróneas y elaboraciones inadecuadas, comparado con instrucciones directas.
- Se requiere que el alumno investigue o realice procedimientos mientras recibe poca o ninguna ayuda.
- Las demandas cognitivas en los niños pequeños pueden obstaculizar el aprendizaje por sus conocimientos limitados al integrar información adicional.
- La instrucción directa proporciona ejemplos prácticos, técnicas de andamiaje, explicación explícita y retroalimentación que son beneficiosas para el aprendizaje.
- El descubrimiento o la capacidad de encontrar soluciones necesita algún conocimiento básico sobre el tema.

En el artículo se plantea la necesidad de implementar nuevos modelos de enseñanza que sean acordes a los nuevos entornos tecnológicos y culturales en los que se desenvuelven los niños y jóvenes. De manera que un joven competente en tecnología o alfabetizado digitalmente:

- Disponga de habilidades para el acceso a la información y el uso de recursos tecnológicos.
- Posea las capacidades cognitivas para transformar la información en conocimiento.
- Sea capaz de utilizar formas expresivas para difundir la información y comunicarse con otros compañeros.

Se consideran muy útiles las metodologías activas del aprendizaje como el aprendizaje por descubrimiento que se revisó en esta ocasión u otras estrategias como el aprendizaje basado en problemas, el aula invertida, o la gamificación, que colocan al estudiante y al aprendizaje como los protagonistas del acto formativo.

La programación del robot mBot proporciona una experiencia de aprendizaje interdisciplinario que une las matemáticas, la física y la robótica.

A medida que los estudiantes interactúan con el robot, exploran las aplicaciones prácticas de los conceptos teóricos que aprenden en el aula. Por ejemplo, pueden observar cómo los cambios en el movimiento del robot afectan su trayectoria, vinculando la geometría con principios físicos como el movimiento, la velocidad y la fuerza.

Los estudiantes son testigos de primera mano de cómo los conceptos matemáticos se traducen en movimientos en el mundo real.

Este enfoque interdisciplinario enciende la curiosidad y alimenta la pasión por el aprendizaje STEAM.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Alfieri, L., Brooks, P., Aldrich, N., Tenenbaum, H. Does discovery-based instruction enhance learning?. *Journal of Educational Psychology*, Vol 103(1), 1-18, 2011.

- [2] Bordignon, F., Iglesias, A. Introducción al pensamiento computacional. Editorial Universitaria, EDUCAR S.E, 2020. <https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/2379/1/introduccion-pensamiento-computacional.pdf>
- [3] Cáceres, L. La robótica. Issuu, 2023. https://issuu.com/luisfcaceres/docs/roboticaluieseeyrhf.docx_e8506833bd4d9e.
- [4] Caro, D. Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(1), 229-244, 2023. <https://editic.net/journals/index.php/ripie/article/view/144/131>.
- [5] Carranza, M. Mejora del rendimiento académico en instituciones de nivel superior a través de la implementación del aprendizaje basado en proyectos. *MQRInvestigar*, 8(1), 5388-5406, 2024. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/1176/4322>.
- [6] Cuenca, Y. From Lego blocks to block programming languages, a current mediato include the teaching and learning of programming in schools and society. *Rev. Tecnológica, la Paz*, 19(25), 2023. http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?pid=S1729-75322023000100005&script=sci_arttext&tlng=en.
- [7] Desislava G, Tsvetanka G. Developing Mathematical Competencies Through Makeblock mBot Programming in Computer Modelling Education. *TEM Journal*, 12(4), 2437-2447, 2023. https://www.temjournal.com/content/124/TEMJournalNovember2023_2437_2447.pdf.
- [8] Espinoza, E. Aprendizaje por descubrimiento Vs aprendizaje tradicional. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 2(1), 73–81, 2022. <https://revista.excedinter.com/index.php/rtest/article/view/38/35>.
- [9] Gómez, A., Ostos, O. El constructivismo y el construccionismo. *Revista Interamericana De Investigación Educación Y Pedagogía RIIEP*, 11(2), 115-120, 2018. <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/riiep/article/view/4777>.
- [10] Hidayatul, A. Growth of critical thinking ability in middle-school students: overview of discovery learning model. *Indonesian Journal of Research and*

- Educational Review, 3(3), 139 - 147, 2024. <https://etdci.org/journal/ijrer/article/view/1724/1034>.
- [11] Koto, I. Teaching and Learning Science Using YouTube Videos and Discovery Learning in Elementary School. *Mimbar Sekolah Dasar*, 7(1), 106-118, 2020. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1264962.pdf>.
- [12] Ozdem, Y., Bilican, K. Discovery Learning—Jerome Bruner. In: Akpan, B., Kennedy, T.J. (eds) *Science Education in Theory and Practice*. Springer Texts in Education, Cham, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_13.
- [13] Papert, S. *Mindstorms*, Nueva York, Basic Books, 1980. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/1095592>.
- [14] Pérez, M., Frutos, L., Ferrer, E. La robótica educativa y la educación tecnológica. *Órbita Científica*, 30(128), 2024. <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rOrb/article/view/2565/2928>.
- [15] Restrepo, B. Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, No. 8, 9-20, 2005. <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/562/654>.
- [16] Rosero, O. Fundamentos Teóricos del uso de la Robótica Educativa. **Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar**, 8(1), 6364-6375, 2024. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9979/14680>.
- [17] Sáez, J., Sevillano, M., Vazquez, E. The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Education Tech Research Dev* 67, 1405–1425, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5>.
- [18] Sáez, J., Buceta, R. El robot mBot para el aprendizaje de coordenadas cartesianas en Educación Secundaria. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, No. 66, 2023. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/241615/Robot.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [19] Voštinár P. Teaching programming using eduScrum methodology. *Peer J Computer Science* 10: e1822, 2024. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1822>. <https://peerj.com/articles/cs-1822/>.