

Desarrollo de habilidades de programación con recursos gratuitos en estudiantes de grado octavo durante la pandemia en Colombia

Developing programming skills with free resources in eighth-grade students during the pandemic in Colombia

Marianne L. VALDERRAMA ¹

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. marianne.valderrama@uptc.edu.co

RESUMEN

El presente estudio evaluó la eficacia de tres recursos digitales gratuitos de robótica y programación Blockly, Vr. Vex y mBlock, implementados por la docente durante la pandemia de COVID-19 en el colegio Ciudad Montes de Bogotá, en reemplazo a los programas usados en la presencialidad Arduino, Legos y robots Dash. Se empleó el modelo de evaluación LoRi, las normas ISO 9241-151 y NTC 5854. Los resultados demuestran avances en la comprensión, aplicación, evaluación y trabajo colaborativo de los estudiantes.

Palabras clave: Adaptación virtual de robótica educativa, herramientas gratuitas y multiplataforma, valoración de recursos educativos en la web

ABSTRACT

This study evaluated the effectiveness of three free digital resources for robotics and programming—Blockly, Vr.vex, and mBlock—implemented by the teacher during the COVID-19 pandemic at the Ciudad Montes school in Bogotá, replacing the programs used in face-to-face classes: Arduino, Legos, and Dash robots. The LoRi evaluation model, ISO 9241-151, and NTC 5854 standards were used. The results demonstrate progress in students' understanding, application, evaluation, and collaborative work.

Key words: Virtual adaptation of educational robotics, free and multiplatform tools, evaluation of educational resources online

Recibido: 09/10/2025

Aprobado: 02/11/2025

Publicado: 30/11/2025

1. INTRODUCCIÓN

El gobierno colombiano estableció la continuidad del año escolar mediante plataformas virtuales durante la pandemia de COVID-19, al igual que en muchos sistemas educativos a nivel mundial. Para muchos docentes, esta transición representó un reto debido a la falta de experiencia en la enseñanza mediante metodologías online. Esto aplicó también para los colegios privados. Particularmente, la enseñanza virtual se convirtió en un desafío para las instituciones privadas que han implementado en su currículo la enseñanza de la robótica para fortalecer el pensamiento computacional, en miras a estimular el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la creatividad, competencias esenciales en el siglo XXI, que permitan construir una ciudadanía productora de conocimiento, más no únicamente consumidores de tecnología (García Rodríguez, 2022).

Pese a que en algunos contextos se pensó que era imposible aprender conceptos de robótica sin un kit en físico, estudios publicados desde el 2020 demuestran que los docentes recurrieron a recursos virtuales gratuitos para lograr este objetivo y se planteó la posibilidad de implementar un sistema de aprendizaje combinado beneficioso de robótica (HispaRob, 2020). Así mismo, se descubre la posibilidad de incursionar en la educación en línea o virtual, como una estrategia que puede reducir las brechas espaciotemporales y en ocasiones llegar a tener la misma calidad y plantillas que la educación presencial, según lo plantea Universidad Javeriana (2024).

Por su parte, los docentes de robótica del colegio Ciudad Montes de Bogotá, recurrieron a recursos digitales gratuitos para la enseñanza; no obstante, es importante evaluar la eficacia y utilidad de estas plataformas con respecto al modo de trabajo en la presencialidad, con el fin de medir su aporte al crecimiento de la calidad educativa y la inclusión en el aprendizaje de estudiantes o instituciones de bajos recursos económicos. Además, esta investigación proporcionará una propuesta para integrar eficazmente el uso de la tecnología en los currículos, dado que en Colombia la asignatura de robótica no está regulada por el MEN y carece de estandarización de competencias educativas y temáticas curriculares, por lo que cada docente implementa y ejecuta su propia planeación (Pérez Acosta & Mendoza Moreno, 2020).

Este estudio se realizó a 32 estudiantes de grado octavo, considerando que el material educativo usado en la presencialidad constaba de cinco kits de Lego, cinco tablets y robots Dash, los cuales se usaban siempre en grupos de tres a cinco personas; a diferencia de las clases virtuales, donde la principal limitación era encontrar recursos digitales multiplataforma, debido a que varios estudiantes no contaban con computador y recibían las clases en tablets o dispositivos celulares. Ante esta situación, se planteó adaptar el contenido de robótica educativa a la virtualidad y se evaluó la posibilidad de adquirir licencias en simuladores como Virtual Robotics Toolkit.

La adquisición de este recurso es eficiente en tanto que cuenta con escenarios y robots simulados de LEGO Mindstorms para construir y programar, sin embargo, no se eligió debido a la exigencia de ciertas características técnicas del computador para instalar el programa y considerando las limitaciones económicas y tecnológicas de los padres de familia. Por esto, el estudio se dedicó a evaluar el uso de tres sitios web gratuitos como apoyo en la enseñanza de robótica educativa en modalidad remota; se seleccionaron tres páginas web gratuitas para complementar la teoría y reemplazar la práctica en clases de robótica de manera remota durante el año escolar 2020, favoreciendo el desarrollo del pensamiento computacional y de habilidades en programación.

Este proceso requirió un tiempo suficiente de planeación por parte de los maestros. Carriazo Diaz et al., (2020) señalan que toda clase debe estar debidamente planeada, pues, la previa selección y organización de todas las actividades curriculares de la institución, en función de objetivos y con base en los recursos humanos, económicos y materiales, es esencial. Además, advierten que educar sin planificar, es como construir una casa sin plano o escribir una novela sin borrador. En cuanto a las guías y el material didáctico, cumplen un papel importante dentro del proceso de enseñanza, en efecto, aunque no sustituye la labor del maestro, resulta imprescindible. El arte de educar requiere esfuerzo, análisis racional, pensamiento crítico y creatividad. La planificación en la Educación es una clave para asegurar el éxito y la calidad de las acciones.

También se consultó en Google Academic sobre materiales elegidos para grado octavo, encontrando más de mil resultados para las páginas Blockly games, 10 para "Mblock plataforma integral de codificación",

mientras que para la página Vr.vex.com, un solo resultado hasta el año 2019, año antes de iniciar esta investigación. Este panorama evidencia la necesidad de evaluar la calidad y pertinencia de estas herramientas para la enseñanza de robótica en modalidad remota. Así pues, ¿Cómo asegurar que las plataformas virtuales gratuitas, permiten el aprendizaje de la robótica educativa? Para responder esta problemática, distintos autores realizaron evaluaciones de usabilidad y accesibilidad al diseño e interfaz de páginas web, obteniendo resultados cualitativos sobre la dinámica e interactividad que realiza el usuario.

Como bien lo afirma González-Sánchez (2012) garantizar la usabilidad es dar garantías en la fácil adaptación de contextos virtuales a distintos estilos de aprendizaje. Así mismo, Fernández-Cavia et al., (2013) afirman que una web efectiva y de calidad es una página web de fácil usabilidad, que transmite seguridad en el sitio web, permite construir confianza en el círculo de experiencias que ofrece a los usuarios, calidad en los servicios, tanto en el contenido como en la funcionalidad. Del mismo modo plantean la accesibilidad como principio de calidad de la página web y derecho del cliente, poder percibir y entender el contenido.

Como lo describe Juan de Pablos Pons (2003), los materiales digitales, deben promover procesos de apropiación a contenidos, destrezas, actitudes, valores, etc., De la misma forma, se espera que los tres sitios web, anteriormente nombrados desarrollen en los estudiantes de grado octavo, habilidades en programación, pensamiento computacional, resolución de problemas, etc. El estudio se desarrolló con una metodología cualitativa, descriptiva y exploratoria, para analizar las características de cada plataforma y los conceptos adquiridos por los estudiantes, en programación, desarrollo de algoritmos, uso de condicionales y resolución de problemas. Se subrayó el estudio de distintos autores sobre la ingeniería de la usabilidad para evaluar ventajas y limitaciones de las tres páginas web gratuitas, para garantizar un aprendizaje significativo en modalidad remota.

En conclusión, esta investigación buscó evaluar el uso de plataformas gratuitas para el aprendizaje de robótica por medio de exámenes de conocimientos, habilidades, y actitudes de los estudiantes durante la asignatura. Así mismo, se llevó a cabo la selección de materiales educativos pertinentes, la integración de recursos complementarios y el análisis de su efectividad, accesibilidad y viabilidad, con el propósito de determinar su impacto en el rendimiento académico de los estudiantes.

2. METODOLOGÍA

La investigación se inscribió en el enfoque mixto, el cual combina la aplicación de instrumentos de carácter cuantitativo y cualitativo permitiendo ampliar la recolección de información concisa y valiosa para la presente investigación. Por su parte, el enfoque cuantitativo, emplea sistemas de verificación numérica y análisis estadístico inferencial (Hernández, 2014). En este estudio se utiliza para realizar una prueba de rendimiento que permita evaluar el avance académico de los estudiantes. Por otro lado, el enfoque cualitativo, se "ocupa de la construcción del conocimiento sobre la realidad social y cultural desde el punto de vista de quienes la producen y la viven" (Balcázar, Gonzáles, Gurrola & Moysén, 2006, p. 21), permite analizar la usabilidad y accesibilidad de los recursos educativos digitales, por medio de la herramienta LoRi, empleando los criterios de las normas ISO 9241-151 y NTC 5854, además de explorar y comprender las percepciones, actitudes y experiencias de los estudiantes y docentes respecto al uso de estos materiales en un entorno de educación remota.

La investigación es de tipo descriptivo, lo que permite dar cuenta de las características o rasgos observables que se encuentran expresados con claridad en los aportes de los estudiantes para identificar su nivel de conocimientos previos, habilidades y actitudes frente a la robótica educativa en un entorno virtual. Guevara (2020, citado por Valle, 2022) señala que este tipo de investigación "consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas" (p. 171).

La población de esta investigación está conformada por un total de 32 estudiantes que cursan el grado octavo A y octavo B, en el Colegio Ciudad Montes de Bogotá, Colombia, durante el año 2021. El grupo está compuesto por adolescentes, aproximadamente entre 13 y 14 años, quienes se enfrentaron al

desafío de continuar su educación en un entorno remoto debido a las restricciones impuestas por la pandemia de COVID-19.

Como requisito previo para la implementación de los instrumentos se realizó una carta de solicitud de consentimiento dirigida al director del colegio; una vez aprobada la solicitud se hizo llegar un documento de autorización a padres de familia y estudiantes para aplicar los instrumentos de investigación a los estudiantes explicando claramente el propósito del estudio, los procedimientos a seguir, y garantizando la confidencialidad de la información proporcionada. Los estudiantes participaron de forma voluntaria teniendo la opción de retirarse si lo deseaban en cualquier momento del estudio sin repercusión alguna.

Se emplearon cuatro Instrumentos de evaluación. En primer lugar, se realizó una prueba de conocimientos previos de los estudiantes acerca de programación como bucles (for y while), condicionales booleanos (if-else) y bucles anidados para polígonos regulares, que son cruciales para construir algoritmos y aplicar estructuras de control en programación. También, se indagó acerca del nivel de familiaridad con el lenguaje técnico de robótica con términos como ciclos, entradas y salidas, depurar, sprites, buckets, atributos, variables, funciones, declaraciones, operadores, ciclos infinitos y constantes, con la finalidad de adaptar la metodología de las clases de acuerdo con sus niveles de comprensión.

Así mismo, se evaluó la interacción de los estudiantes con los recursos en línea propuestos para identificar sus fortalezas y áreas en las que necesitarán más apoyo. Adicionalmente, a través de este recurso se buscó conocer la participación en cursos de robótica virtuales fuera de la institución y su interés por el aprendizaje en robótica. A su vez, se realizó una propuesta de temarios en robótica y programación para estudiantes de grado octavo, los cuales fueron ajustados y evaluados periódicamente. Finalmente, se realizó una prueba de rendimiento académico a los estudiantes que permitió evaluar la efectividad y accesibilidad de los recursos educativos digitales.

3. RESULTADOS

3.1. Conocimientos previos de los estudiantes sobre conceptos básicos de robótica y programación

Los resultados de la encuesta aplicada sobre conocimientos previos de los estudiantes en conceptos básicos de robótica indica que el 23% de los estudiantes tiene un conocimiento básico de Ciclos While, lo cual, indica que se requiere reforzamiento práctico en clase. El 50% manifiesta dominio de condicionales if-else por lo que es un área prioritaria de atención que requiere ser abordada a través de ejercicios prácticos y simuladores antes de incursionar en temáticas más avanzadas. El 30 % de los estudiantes conoce el tema de bucles anidados para polígonos regulares, por tanto, se debe introducir el tema gradualmente y evaluar mediante pruebas periódicas para asegurar su comprensión como se muestra en la figura 1.

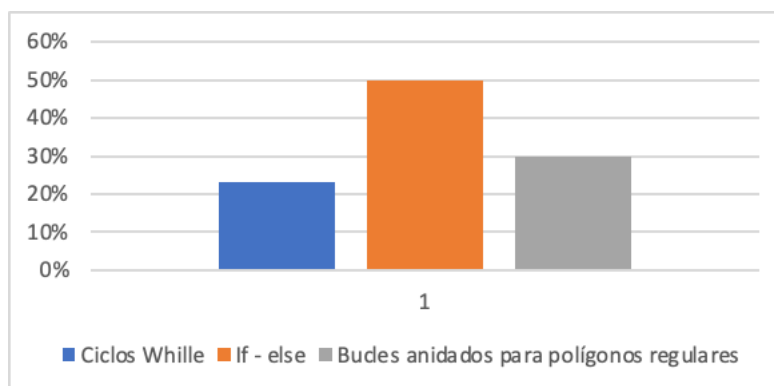


Figura 1 Conocimiento de los estudiantes sobre conceptos de robótica y programación

En lo referente al análisis de conocimientos de términos en programación, se encontró que los estudiantes demuestran un alto conocimiento en variables, Bucles infinitos y Ciclos, lo cual permite el abordaje de

temáticas más complejas, sin dejar de lado una retroalimentación que permita un entendimiento común. Se describe poco conocimiento frente a términos de funciones, operadores, atributos, codificación, entrada, salidas y Sprites y un bajo conocimiento en constantes y control de flujo, lo cual, debe priorizarse para fundamentar la comprensión global en programación.

Sobre el uso previo de páginas online para aprendizaje en programación y recursos abiertos Se encontró que la mayoría de los estudiantes no están familiarizados con plataformas de aprendizaje como Vr.vex, Puzzle, Maze, Blockly y Mblock. El 73% no había utilizado recursos abiertos de aprendizaje para estudiar robótica antes de la pandemia, no obstante, el 23% había escuchado hablar de Vr.vex y el 17% de MBlock, lo que muestra un conocimiento limitado pero existente sobre herramientas específicas de robótica.

Adicionalmente, la mayoría de los estudiantes presenta un nivel de interés y motivación en programación que facilita la dinámica de las clases y es un recurso aprovechable a la hora de estructurar las lecciones teniendo en cuenta sus intereses. Al mismo tiempo, los resultados evidenciaron que el 90% de los estudiantes habían tomado cursos de robótica fuera de la institución, sin embargo, el 80% manifestó no sentirse motivado por este campo; siendo así que solo el 20% expresó interés en la robótica.

A partir de estos hallazgos, se procedió a la selección y adaptación de materiales educativos digitales accesibles para todos los estudiantes y pertinentes a los temas de la asignatura de robótica educativa de grado octavo, adicionando recursos como tutoriales, simuladores de robótica, plataformas interactivas y estrategias pedagógicas que potencien el aprendizaje teórico-práctico, la colaboración en entornos virtuales y la participación activa de los estudiantes.

3.2. Evaluación de la herramienta Blockly

La herramienta Blockly presenta objetivos alineados con los conceptos básicos de programación y permite el aprendizaje práctico de habilidades como la secuenciación, el control de flujo y la resolución de problemas. No obstante, la adaptabilidad es limitada debido a la falta de personalización del contenido a las habilidades individuales de los estudiantes. La herramienta es intuitiva y motivadora dado que su enfoque, basado en juegos, promueve una atención sostenida en los usuarios. Por otra parte, el nivel de interactividad en Blockly fomenta el aprendizaje activo y es una herramienta accesible a cualquier dispositivo con acceso a internet y un navegador. Sin embargo, no está adaptada a personas en situación de discapacidad.

Este proyecto de código abierto, permite que la comunidad de desarrolladores pueda intervenir en su mejora continua. Adicionalmente, de acuerdo con la Norma ISO 9241-151 Blockly está diseñado con un enfoque centrado en el usuario y ofrece una interfaz intuitiva, fácil de usar, consistente en el uso de íconos y terminología que favorece la identificación de los usuarios con la herramienta. Asimismo, la plataforma se alinea con la norma NTC 5854 al garantizar altos niveles de funcionalidad y eficacia para el aprendizaje en programación dado que no requiere instalaciones de uso complejo, ni recursos computacionales. También, permite almacenar el proceso de cada nivel, como se muestra en la figura 2.

Fuente: Elaboración propia. Captura de pantalla tomada del video "Google Blockly Games - Solution All Level (Complete)" disponible en YouTube.Google Blockly Games - Solution All Level (Complete). (Darmawan Saputra,2015, 1:38:45)
Disponible en: <https://youtu.be/TG3H7xnHv-U?si=hBPHxbPkt478SBDa>

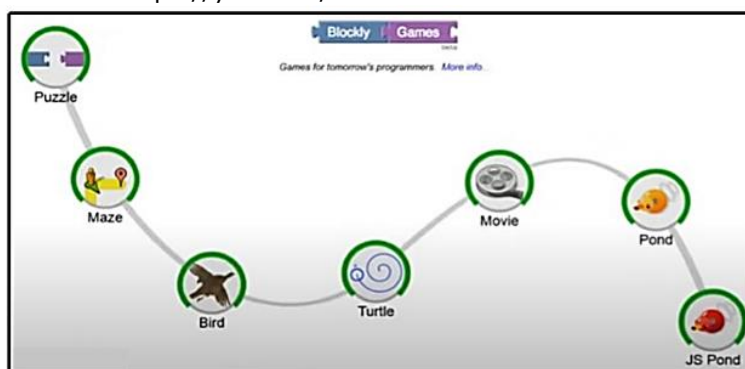


Figura 2. Pantalla principal de Blockly.games cuando se han completado todos los niveles

3.3. Evaluación herramienta Vr.vex

Vr.vex es una herramienta diseñada para la programación de robots VEX. Incluye recursos como tutoriales y ejemplos que favorecen la comprensión y aplicabilidad en escenarios de robótica. Adicionalmente, el contenido está directamente relacionado con los estándares internacionales de STEM. Sus objetivos de aprendizaje están orientados al desarrollo de competencias de programación y control de robots en entornos simulados y reales, lo cual, proporciona pertinencia en el ámbito del aprendizaje en robótica. Suministra retroalimentación enfocada en la corrección de errores, sin embargo, no representa un nivel de adaptabilidad que permita la personalización de los contenidos según las necesidades del estudiante.

Al igual que la herramienta Blockly, los resultados de la encuesta manifiestan que este recurso sostiene la motivación de los estudiantes en el aprendizaje y responde a las normas ISO 9241-151 y NTC 5854 de acuerdo con los criterios establecidos en términos de usabilidad, funcionalidad y eficiencia. No obstante, Vr.vex permite ver los resultados de sus programas en robots reales o simulados, lo cual, puede fomentar la participación de los estudiantes en competencias de robótica.

En cuanto a la interacción y usabilidad Vr.vex incluye la programación en bloques para principiantes y por texto para nivel avanzado. También, cuenta con una interfaz intuitiva que facilita la creación y prueba de programas. Además, es un recurso accesible al público, aunque carece de tecnología de asistencia para condiciones de discapacidad. Por otra parte, los educadores pueden reutilizar el material en múltiples contextos y beneficiarse de la modularidad del código, el cual, facilita la adaptación a diferentes configuraciones de robot. Es un recurso sólido e interactivo para la enseñanza de la programación y robótica, aportando diferentes mapas y desafíos gratuitos con un simulador muy completo, como se observa en la figura 3.

Nota. Imagen tomada de la página web “Học Khoa học máy tính (CS) với Robot Ảo (VEX VR)” disponible en Kidscode. Kidscode. (2024). Học Khoa học máy tính (CS) với Robot Ảo (VEX VR). Kidscode. https://kidscode.edu.vn/courses/vex_vr_level_1/



Figura 3. Simulador en la página Vr.vex.com y del robot educativo

3.3. Evaluación de la herramienta mBlock

La herramienta mBlock al igual que Blockly y Vr.Vex cumple con un alto porcentaje de calidad en su contenido, interactividad especificando niveles de habilidad desde principiante hasta avanzado, a partir de los estándares educativos internacionales enfocados en robótica y STEM, permitiéndoles ver los resultados de su programación en tiempo real, manteniendo así altos estándares de motivación y rendimiento en los estudiantes con una curva suave de aprendizaje gracias al uso de bloques visuales que representan comandos de programación, lo cual es ideal para principiantes.

MBlock es accesible dada su compatibilidad con una variedad de hardware, como robots mBot. Particularmente, esta plataforma tiene una excelente capacidad de reusabilidad ya que permite que los programas sean guardados, compartidos y adaptados para diferentes proyectos, lo que permite a los profesores y estudiantes modificar el material según sea necesario. Al igual que las demás plataformas

usadas en este estudio, Mblock se alinea de conformidad con la Normas ISO 9241-151 y NTC 5854 de conformidad con su carácter intuitivo, eficiente, consistente, y adaptable a diferentes entornos educativos. Tiene un diseño responsivo, como se evidencia en la figura 4

Nota. Imagen tomada de la página web "mBlock: Coding Platform for Beginners". Makeblock. (2024). mBlock: Coding Platform for Beginners. Makeblock. <https://mblock.cc/>

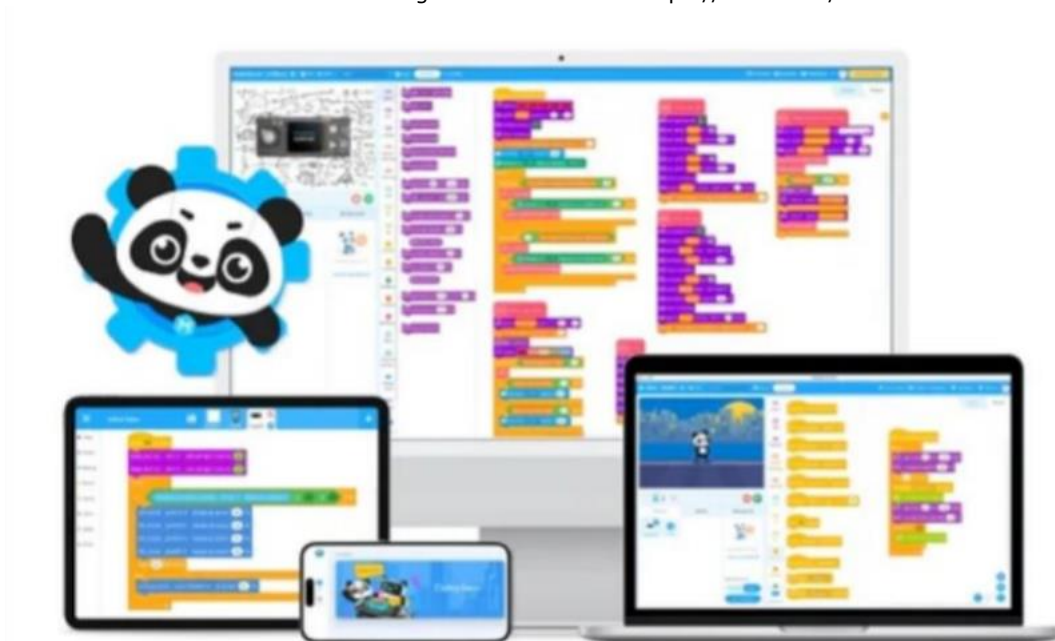


Figura 4. Interfaz de mBlock, una página web responsiva para la programación visual de robots y dispositivos electrónicos.

En conclusión, las evaluaciones de las páginas Blockly, Vr.Vex y mBlock revelan que cada plataforma contiene altos niveles de calidad y cumplimiento de los objetivos de enseñanza en programación y robótica. A continuación, se muestra en el cuadro 1 una vista general de las semejanzas y distinciones, entre estas herramientas.

Cuadro 1 Características de las herramientas seleccionadas

Blockly	Vr.Vex	MBlock
Plataforma gratuita que no requiere registro para usarla	Plataforma gratuita que no requiere registro para usarla	Plataforma gratuita que no requiere registro para usarla
Utiliza bloques de arrastrar y soltar.	Programación por bloques.	Basada en Scratch 3.0.
Ofrece una experiencia de usuario versátil e intuitiva. Cuenta con una descripción de los niveles para pedagogos.	Los profesores pueden encontrar tutoriales, una biblioteca de actividades y la posibilidad de compartir proyectos con los estudiantes.	Posibilita el aprendizaje basado en proyectos.
Describe conceptos de programación a medida que se avanza en los niveles.	El simulador es motivante para los estudiantes y les ayuda a resolver distintos desafíos.	Ayuda a desarrollar habilidades de pensamiento lógico y resolución de problemas.
Permite personalizar el editor y editar bloques para adaptarlos a las necesidades específicas según el nivel de dificultad, aplicando lo aprendido.	Permite programar un robot virtual en diversos escenarios con actividades y desafíos que facilitan la retroalimentación.	Permite crear y compartir historias interactivas, animaciones, juegos, música, proyectos robóticos y electrónicos.
El avance se guarda en el caché del navegador.	Permite guardar, cargar y descargar proyectos.	Posibilita colaborar con otros proyectos de MBlock.
Muestra el código en Javascript, Python, al finalizar el nivel	Convierte el código en bloques a Python	Convierte el código en bloques a Python
Ofrece un sitio web para el desarrollador, permite contribuir y mejorar la herramienta	Contiene diversas herramientas para mejorar la enseñanza e la robótica con Vr.vex	Es ideal para la creación de proyectos robóticos, electrónicos en diferentes niveles educativos

En síntesis, estas plataformas contribuyen ampliamente en el desarrollo de habilidades en programación y robótica, no obstante, cada una tiene determinadas fortalezas y áreas de mejora. En el cuadro 2 se identifican los aspectos favorables y debilidades de cada herramienta.

Cuadro 2. Fortalezas y debilidades de las herramientas seleccionadas

Herramienta	Fortalezas	Debilidades
Blockly	<ul style="list-style-type: none"> • Entorno amigable, fácil de usar. • Bloques con operadores y variables personalizables. • Permite descargarlo para uso offline o sin conexión. • Código abierto y gratuito en GitHub. • Configuración a todos los idiomas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para usuarios avanzados puede ser simple los primeros niveles. • El avance se guarda en el caché del navegador. • Descripción muy sencilla de los niveles y su contenido.
Vr.Vex	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece escenarios gratuitos y actividades prediseñadas para uso de los sensores. • Videos tutoriales dentro de la página. • Cuenta con botón de ayuda que describe la función y cómo usar los bloques. • Transcribe los bloques a lenguaje Python. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede requerir una curva de aprendizaje inicial para nuevos usuarios. • Al igual que Blockly, no tiene compatibilidad nativa con lectores de pantalla, para usuarios con discapacidad visual.
mBlock	<ul style="list-style-type: none"> • Basado en Scratch 3.0 con programas de ejemplo y manual de usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser complejo para usuarios principales.

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Implementación de los materiales educativos digitales y acompañamiento

La implementación de las plataformas digitales se desarrolló a través de Google meet y Zoom durante las clases virtuales, con una intensidad continua de 100 minutos semanales, impartida a dos cursos de grado octavo de 16 y 17 estudiantes, respectivamente. Por otra parte, la publicación de recursos explicativos, grabaciones de las clases, asignación y revisión de tareas y verificación de asistencia se realizó mediante Google Classroom. De este modo, la comunicación se desarrolló de manera sincrónica y asincrónica. Adicionalmente, el colegio asignó un correo institucional a cada estudiante, lo cual facilitó el acceso y la organización dentro de las plataformas. Además, se estableció un sistema de retroalimentación que permitía a los estudiantes solicitar apoyo adicional en caso de enfrentar problemas de conectividad.

Las temáticas del año se reorientaron hacia el desarrollo del pensamiento computacional y la programación, enfocando todas las actividades en plataformas digitales y simuladores que no requerían hardware adicional, con el fin de reducir los costos y dar respuesta a las demandas de familias y estudiantes. La integración de las plataformas Vr.vex, Blockly y mBlock en las clases, se adaptaron de manera estratégica para alinearse con los conocimientos e intereses de los estudiantes, lo cual permitió avanzar hacia temas más complejos de manera gradual. A continuación, en el cuadro 3, se enlistan los temas realizados en cada periodo.

El primer trimestre con la plataforma Blockly.games se refuerzan conceptos básicos de programación. Se realizaron evaluaciones prácticas y preguntas abiertas al final de clase para retroalimentar lo aprendido. Los estudiantes compartían pantalla para expresar sus dudas. En el segundo trimestre se implementó Vr.vex enfocándose en la colaboración grupal. Los estudiantes trabajaron en proyectos de robótica, aplicando los conocimientos adquiridos en el primer trimestre, y exponían sus trabajos, lo que reforzaba habilidades de trabajo en equipo y la integración de conceptos de programación. En el tercer trimestre se introdujo mBlock para la creación de videojuegos sencillos, dando paso a la creatividad y resolución de problemas.

Cuadro 3 Relación de temáticas vistas en cada trimestre escolar

Herramienta	Temas vistos	Periodo de uso
Blockly	1. Funciones o métodos de programación. Declaraciones, atributos, buckets. 2. Algoritmos, bucles y condicionales. 3. Coordenadas, ángulos y condicionales (if / else if) 4. Geometría con bucles anidados 5. Ecuaciones matemáticas para animar gráficos en variación al tiempo 6. Parámetros de entrada y salida. 7. Operaciones booleanas ciclos While y for en Java y Python 8. Flujogramas	I Trimestre 6 semanas presenciales (3 Febrero – 14 Marzo) Actividades con KIT físico Lego Mindstorm 9 semanas virtuales (13 Abril – 12 Junio) 18h virtuales con la herramienta Blockly
Vr. Vex	1. Trabajo colaborativo y resolución de conflictos. 2. Definición de funciones 3. Estructuras de control, condicionales (if / else), bucles (while, for) 4. Sensores y tipos de datos	II Trimestre 11 semanas virtuales (23 Junio – 5 Sept) 22h virtuales
mBlock	1. Creación de sprites, uso de gráficos y sonidos. 2. Secuencias y estructuras de control de flujo (condicionales). 3. Programación orientada a eventos (teclas, colisión entre objetos, clics) 4. Contadores y temporizadores	III Trimestre 11 semanas virtuales (14 Sept – 28 Noviembre) 22h virtuales

Fuente: Elaboración propia

3.5. Resultados de la implementación de los programas digitales

Los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes, con el fin de evaluar la aplicabilidad de los programas de Blockly, Vr.vex y mBlock indicaron que la herramienta más accesible en términos de usabilidad es Blockly, con una votación del 73%. Este mismo porcentaje consideró que los REA proporcionados fueron adecuados para la enseñanza de la robótica. Sobre la estructuración de las reuniones virtuales, el 43% de los estudiantes las evaluó como regulares. De este modo, se evidencia una percepción mixta sobre la efectividad del formato virtual para la enseñanza – aprendizaje.

El 60% de los estudiantes expresaron ansiedad por interactuar con las fichas lego, sensores y los actuadores del robot. De modo que, regresar a los salones de clase, no solo permitiría compartir de manera presencial con los compañeros, sino también mejorar el trabajo en equipo, esta apreciación se encuentra motivada, al mismo tiempo, por la situación de confinamiento. Se evidencia que el 37% de los estudiantes consideró que hubo buena cohesión y trabajo en equipo durante la virtualidad. Este bajo porcentaje podría indicar retos en la colaboración y comunicación en un entorno de aprendizaje remoto.

Sobre el método de evaluación, la docente se rigió bajo tres criterios: autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación. De este modo, los estudiantes evaluaron tanto su desempeño individual como el de sus compañeros en los proyectos grupales, lo que fomentó la reflexión crítica sobre su propio aprendizaje y la colaboración. En cuanto al porcentaje de las notas, se asignó el 30% al plan de desarrollo individual (PDI), otro 30% para la dimensión de saber y saber hacer y el 10% de las notas se tomaban del saber ser, caracterizado por la asistencia y responsabilidad, la participación y respeto hacia el docente y compañeros.

Sobre los resultados académicos se encontró una mejoría continua por parte de los estudiantes, de manera que la totalidad de los estudiantes aprobaron la asignatura, lo cual, refleja la efectividad de las estrategias pedagógicas implementadas y la motivación sostenida, esfuerzo y dedicación de los estudiantes hacia su aprendizaje. Estos resultados invitan a continuar fomentando un ambiente educativo que tenga en cuenta dentro de la planificación los intereses, actitudes y potencialidades de los estudiantes. También, se realizó un análisis de las puntuaciones en las notas y se encontró que se mantuvo el nivel académico de manera virtual y presencial. A continuación, en el gráfico 5 se muestran los promedios de las definitivas de cada trimestre en los grados 8A Y 8B.

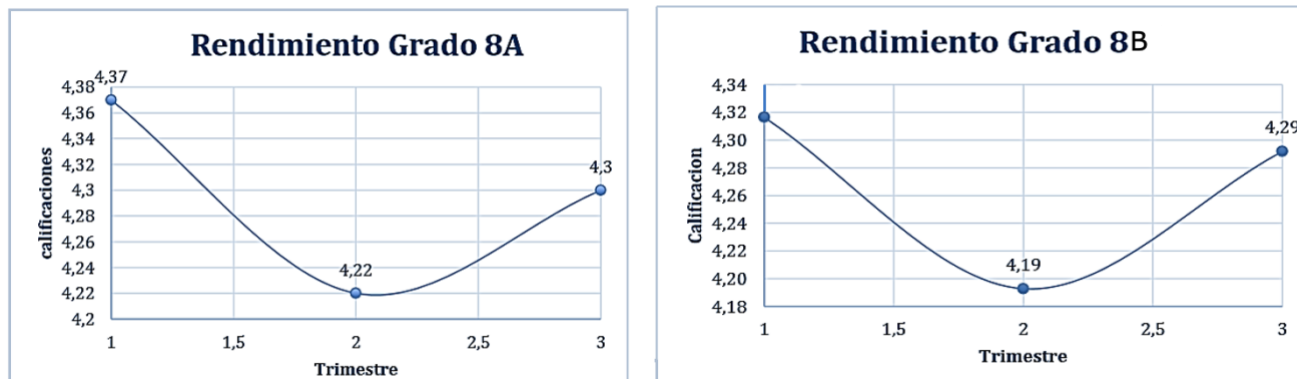


Gráfico 5. Promedios de las definitivas de cada trimestre en el rendimiento de los grados 8A Y 8B

Se observó un ascenso de las calificaciones en un 0.08% y 0.10% en el transcurso del tercer periodo, el cual, se realizó de manera completamente virtual con el uso de los recursos o herramientas digitales, luego del periodo de planeación dentro de la contingencia por Covid -19.

4. DISCUSIÓN

La presente investigación confirma la eficacia del uso de plataformas digitales gratuitas para la enseñanza en robótica, corroborando los hallazgos de estudios previos que evidencian el desarrollo de competencias significativas en programación y manipulación de robots. Los resultados de los estudiantes de grado octavo del Colegio Ciudad Montes de Bogotá demuestran que el rendimiento académico de los estudiantes se mantiene mediante el uso de materiales educativos digitales. La orientación hacia el pensamiento computacional, apoyado por el uso escalonado de recursos digitales, permitió que los estudiantes desarrollaran una sólida base en programación, a la vez que se fomenta su creatividad y trabajo colaborativo.

También, los alumnos manifestaron tener mayor preferencia por la herramienta Blockly en un 73% sobre Vr.vex y mBlock. Este hallazgo coincide con la investigación de Castro et al., (2022), en la Universidad Austral de Chile, donde la utilización de herramientas visuales como Blockly facilitó la enseñanza de conceptos complejos de robótica y matemáticas en un entorno simulado. Al mismo tiempo, el resultado de la evaluación de los REA fue positiva en un 73%, lo cual, indica que la inclusión de actividades prácticas, como la creación de videojuegos en mBlock, permitió a los estudiantes aplicar creativamente lo aprendido y mejorar su comprensión de conceptos teóricos, aunque se identificaron áreas que requieren refuerzo, como la diferenciación entre las condiciones if y else-if.

Según Casañ et al., (2015) y Birk et al., (2020) la viabilidad en la enseñanza de la robótica se presenta a través de plataformas virtuales y laboratorios remotos, utilizando sistemas como ROS y lenguajes de script como Python. El presente estudio muestra que la educación en línea no solo es posible, sino que también puede ser altamente efectiva, ofreciendo flexibilidad y promoviendo la colaboración entre los estudiantes.

La elección de la herramienta por parte del docente dependerá de los objetivos de aprendizaje planteados y las necesidades e intereses de los estudiantes. Se identificaron las siguientes fortalezas en cada uno de los recursos: Blockly, sobresale por su carácter lúdico y visual, que facilita la comprensión de los fundamentos de la programación y el desarrollo del pensamiento lógico. VEXcode se distingue por integrar la simulación y la visualización del código en bloques y en Python, lo que incrementa la motivación y el aprendizaje práctico. Por su parte, mBlock combina eficazmente la programación por bloques y texto con un enfoque orientado a la robótica y las áreas STEM, ofreciendo un entorno moderno, accesible y de alta reutilización. Estos resultados confirman que la diversidad de herramientas digitales contribuye significativamente al fortalecimiento de las competencias en programación y robótica educativa.

El 37% de los estudiantes percibió una buena cohesión en el trabajo en equipo, lo que indica la posibilidad de seguir potencializando este modo de trabajo en escenarios totalmente virtuales. Por otra parte, se

pueden establecer aspectos mixtos de presencialidad y virtualidad para fortalecer el trabajo colaborativo y el desarrollo de habilidades computacionales y de programación. Adicionalmente, las plataformas virtuales gratuitas favorecen la accesibilidad y reducción de costos educativos. No obstante, la inclusión es limitada, en tanto, que no han sido pensadas para el uso de personas con discapacidad, lo cual reduce el nivel de accesibilidad. Finalmente, los hallazgos evidencian que la robótica educativa puede desarrollarse eficazmente en entornos digitales, promoviendo un aprendizaje flexible, procesual, inclusivo e innovador que potencia el pensamiento computacional, la motivación estudiantil y el trabajo colaborativo.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a través de las evaluaciones de las normas ISO 9241-151 y NTC 5854, muestran un progreso significativo en las habilidades de programación de los estudiantes de grado octavo del colegio Ciudad Montes de Bogotá. A su vez, la flexibilidad del docente mediante el uso de herramientas digitales sincrónicas y asincrónicas superaron las limitaciones derivadas de la educación virtual, como la diferencia en la conectividad. El aumento de estudiantes con desempeño alto y superior al finalizar el año 2020 evidencia que las plataformas digitales gratuitas pueden suplir, en gran medida, la ausencia de kits físicos de robótica.

Estos hallazgos coinciden con estudios previos que destacan la importancia de la usabilidad y accesibilidad en las plataformas digitales para garantizar procesos de aprendizaje efectivos (Fernández-Cavia et al., 2013). En particular, la experiencia con Blockly respalda lo señalado por Motoa (2019), en cuanto a que el pensamiento computacional puede desarrollarse desde edades tempranas mediante actividades basadas en programación visual.

De igual forma, se observa que la combinación de plataformas permitió abordar distintos niveles de complejidad: Blockly como recurso de introducción a la programación, VEXcode VR como entorno especializado y mBlock como herramienta versátil y motivadora. Este uso combinado refuerza lo planteado por Zapata-Ros (2015) sobre la necesidad de cultivar un razonamiento lógico específico a través de ambientes de aprendizaje diversos y adaptativos.

No obstante, persisten desafíos como la ausencia de opciones inclusivas para estudiantes con discapacidad visual, lo que limita la accesibilidad universal. En este sentido, futuras investigaciones podrían explorar la incorporación de inteligencia artificial y herramientas de accesibilidad avanzada para garantizar una educación verdaderamente inclusiva en entornos virtuales de robótica.

Se puede considerar que durante la pandemia los recursos digitales suplieron los kits de Lego y robótica para la enseñanza de la programación en bloques. Adicionalmente, se concluye que la plataforma con mayor nivel de usabilidad y accesibilidad es Blockly. Actualmente, estas tres plataformas siguen siendo gratuitas y mBlock y Vr.vex ofrecen más recursos obteniendo los planes de suscripción.

Entre las plataformas gratuitas, existen otras más conocidas como Scratch, Code.org, Makecode.microbit.org, Makecode.mindstorm.com, tinkercad.com, entre otras, que fueron utilizadas en clases de robótica para otros grados, por su calidad de contenido, claridad de la presentación, guías didácticas e interactividad. La plataforma más usada para robótica es tinkercad, sin embargo, no se observó conveniente utilizarla en el presente estudio debido al número mayoritario de estudiantes sin bases en robótica.

6. DECLARACIÓN DE ÉTICA, TRANSPARENCIA Y USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

La autora declara su compromiso con los más altos estándares de integridad y ética académica exigidos por la Revista Espacios. Certifica que el trabajo presentado es original y no ha sido publicado previamente para publicación en otra revista. Todas las fuentes consultadas han sido debidamente citadas y referenciadas según el estilo normativo exigido por la revista. Para la estructuración, redacción, análisis de datos, no se utilizó inteligencia artificial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balcázar, N., González A., López, G. Gurrola, A., Moysén A. (2006). Investigación cualitativa. Universidad Autónoma del Estado de México
- Birk, A., Dineva, E., Maurelli, F., & Nabor, A. (2020). A robotics course during COVID-19: Lessons learned and best practices for online teaching beyond the pandemic. *Robotics*, 10(1), 5. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2218-6581/10/1/5>
- Carriazo Díaz, D. A., Pérez Reyes, L. F., & Gaviria Bustamante, L. M. (2020). Planeación educativa: Fundamentos y prácticas pedagógicas. Editorial Académica Española.
- Casañ, G., Cervera, E., Moughlbay, A., Alemany, J., & Martinet, P. (2015). ROS-based online robot programming for remote education and training. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* (pp. 6101–6106). IEEE. <https://inria.hal.science/hal-02459396/document>
- Castro, A. N., Aguilera, C. A., & Chávez, D. (2022). Robótica educativa como herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la formación universitaria de profesores de educación básica en tiempos de COVID-19. *Formación Universitaria*, 15(2), 151–162. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000200151>
- Fernández-Cavia, J. (2013). Marcas de destino y evaluación de sitios web: una metodología de investigación. *Revista Latina de Comunicación Social*. 68 (oct. 2013), 622–638. DOI: <https://doi.org/10.4185/RLCS-2013-993>.
- García Rodríguez, A. (2022). Enseñanza de la programación a través de Scratch para el desarrollo del pensamiento computacional en educación básica secundaria. *Revista Academia y Virtualidad*, 15(1), 121–136. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8433942>
- González-Sánchez, J. L. (2012). Usabilidad y calidad del software: Nuevos conceptos y tendencias en la experiencia de usuario. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET)*, 7, 15–24. Recuperado de <http://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/numeros/7/7.pdf>
- Guevara, G., Verdesoto, A., y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4 (3), 163–173. 10.26820/recimundo/4. (3). julio.2020.163-173
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). México: McGraw Hill Education.
- HispaRob. (2020). La robótica educativa funciona online en tiempos de pandemia, Robótica Educativa. Plataforma Tecnológica Española de Robótica. <https://robotica-educativa.hisparob.es/la-robotica-educativa-funciona-online-en-tiempos-de-pandemia/>
- Motoa, S. P. (2019). Revista Educación y Pensamiento. Obtenido de Revista Educación y Pensamiento.: <http://educacionypensamiento.colegiohispano.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/104>
- Pérez Acosta, G., & Mendoza Moreno, M. (2020). Robótica educativa: Propuesta curricular para Colombia. *Educación y Educadores*, 23(4), 577–595. <https://doi.org/10.5294/edu.2020.23.4.3> http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012312942020000400577&script=sci_arttex
- Pons, J., Buzón, O., Barragán, R. (2003). El juego y los videojuegos. *Comunicaciones y Pedagogía: nuevas tecnologías y recursos didácticos* ISSN 1136-7733, Nº 191, 2003, págs. 41-47
- Pontificia Universidad Javeriana. (2024). Educación virtual: Beneficios y ventajas. Pontificia Universidad Javeriana. <https://virtual.javerianacali.edu.co/contenidos-educativos/que-es-la-educacion-virtual/>
- Zapata, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos: Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del conectivismo. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 69–102. <https://doi.org/10.14201/eks201516169102>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional