

EXPLORANDO LA ROBÓTICA CON ARDUINO UNO: CREACIÓN DE UN SOFTWARE EDUCATIVO PARA ESTUDIANTES DE PRIMARIA

Autores:

Ginna Marcela Castellanos Huertas

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

ginna.castellanos@uptc.edu.co

Karen Lorena Fuentes Tenjo

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

karen.fuentes@uptc.edu.co

Ariel Esteban Bonilla Cordoba

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

ariel.bonilla@uptc.edu.co

Resumen

Este estudio desarrolla un software educativo para enseñar robótica básica con el microcontrolador Arduino UNO, dirigido a estudiantes de quinto de primaria. Siguiendo un enfoque de investigación-acción y la metodología ADDIE, se identificó la necesidad de recursos interactivos en robótica. Se diseñaron actividades pedagógicas en JavaScript, HTML y CSS, que fueron implementadas en un grupo piloto. A través de encuestas y observaciones, se comprobó que el software mejoró significativamente la comprensión de los conceptos de robótica y aumentó el interés en la tecnología. Se propone una revisión continua del software para su posible uso en otros entornos educativos, destacando su valor como herramienta innovadora.

Palabras clave: *software educativo, robótica, aprendizaje interactivo*

Abstract

This study develops an educational software to teach basic robotics with the Arduino UNO microcontroller, aimed at fifth grade students. Following an action research approach and ADDIE methodology, the need for interactive resources in robotics was identified. Pedagogical activities were designed in JavaScript, HTML and CSS, which were implemented in a pilot group. Through surveys and observations, it was found that the software significantly improved understanding of robotics concepts and increased interest in the technology. Continued review of the software is proposed for possible use in other educational settings, highlighting its value as an innovative tool.

Key words: Educational software, Robotics, Interactive learning

Introducción

La robótica educativa se ha consolidado como un elemento fundamental en la enseñanza contemporánea, particularmente en el fomento de competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Al integrarse en las aulas, no solo permite que los estudiantes aborden conceptos complejos de manera práctica y motivadora, sino que también promueve una mayor comprensión y retención del conocimiento. Entre las herramientas más destacadas en este ámbito se encuentra el microcontrolador Arduino UNO, ampliamente valorado por su versatilidad y bajo costo. No obstante, en la educación primaria persiste una carencia de recursos pedagógicos específicamente diseñados para introducir la robótica de manera accesible y efectiva.

Ante esta necesidad, el presente estudio plantea el desarrollo de un software educativo interactivo que emplea Arduino UNO como herramienta central para enseñar conceptos básicos de robótica a estudiantes de quinto de primaria. Para ello, se utilizó la metodología de desarrollo

de software ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), mediante la cual se diseñaron actividades pedagógicas que integran programación y la construcción de circuitos simples. El enfoque de investigación-acción adoptado permitió implementar el software en un grupo piloto, con el objetivo de evaluar su efectividad en el aprendizaje de los estudiantes y optimizar la enseñanza de la robótica en el aula.

El alcance del proyecto no se limita a proporcionar una herramienta tecnológica para el aula, sino que también busca facilitar el acceso a recursos interactivos que fomenten el aprendizaje activo y motiven a los estudiantes hacia la tecnología. Además, el software se concibe como una herramienta replicable en otros entornos educativos, permitiendo que más instituciones integren la robótica en su currículum, contribuyendo así a una enseñanza más innovadora y dinámica.

Antecedentes

Hoy en día, los software educativos se han convertido en herramientas fundamentales para el desarrollo de clases en instituciones educativas. Sin embargo, su implementación representa un gran reto tanto para los docentes como para los estudiantes. Como lo señalan Berrones, Tapia, Bautista y Maposita (2023), el aprendizaje ubicuo ha adquirido una relevancia significativa, especialmente en tiempos de crisis como la pandemia, y su uso ha perdurado debido a la importancia de las TIC en el desarrollo del aprendizaje, abarcando diversas edades y niveles educativos. Numerosos estudios afirman que el u-learning es crucial para comprender el papel de los softwares educativos, destacando sus características al aplicarlos, los desafíos que enfrentan en la comunidad educativa, y las metodologías que pueden emplearse, como la gamificación y el aprendizaje colaborativo, las cuales resultan altamente relevantes para este tipo de herramientas.

Por ejemplo, Prieto, Gomez, Said (2022) indican que la gamificación está estrechamente vinculada con la motivación y el rendimiento de los estudiantes. En su revisión sistemática, los autores exploran cómo la gamificación puede ser un factor clave para motivar a los estudiantes en plataformas educativas, logrando un 67 % de resultados positivos en sus investigaciones. Los resultados sugieren que la gamificación puede fomentar logros académicos y el desarrollo de competencias cognitivas, además de mejorar el rendimiento en diversas asignaturas. No obstante, es importante considerar que algunos estudios encontraron una relación más débil entre la gamificación y el rendimiento académico, vinculando términos como diversión, interés y satisfacción, sin un impacto directo en la motivación académica.

Por otro lado, Maldonado, Vera, Ponce y Tóala (2020) en su investigación sobre software educativo y su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, resaltan el valor del aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades cognitivas a través del uso de estos recursos. Los autores argumentan que el éxito del software educativo en el aula depende, en gran medida, de la guía proporcionada por los docentes, quienes deben ser capacitados adecuadamente. Sin embargo, advierten que uno de los principales obstáculos para su implementación es la persistencia de métodos de enseñanza tradicionales en muchas instituciones, lo que dificulta la aplicación de tecnologías educativas innovadoras.

Finalmente, Maldonado et al. (2020) sugieren que los softwares educativos no solo son herramientas esenciales, sino que deberían ser una prioridad en el desarrollo de metodologías de aula. Asimismo, recomiendan una mayor capacitación docente para aprovechar todo el potencial de estos recursos didácticos, subrayando la importancia de la interactividad entre estudiantes y software como la principal ventaja de estas herramientas.

Estado del arte

En la última década, la robótica educativa ha evolucionado significativamente, consolidándose como una herramienta innovadora y eficaz en el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en la educación primaria. Esta disciplina no solo se enfoca en la programación, sino también en el diseño y la comprensión de principios básicos de electrónica, lo que facilita un enfoque integral de aprendizaje. Como resultado, fomenta el desarrollo de habilidades fundamentales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la colaboración entre pares, al tiempo que incrementa el interés de los estudiantes por aprender robótica desde una edad temprana.

El auge de las plataformas educativas diseñadas para la enseñanza de la robótica en el aula ha sido notable. Vázquez y Romero (2018) destacan que estas plataformas han sido creadas para ser accesibles a estudiantes de primaria, permitiéndoles programar robots de manera intuitiva y entretenida. Además, estas herramientas incluyen lenguajes de programación visual como Scratch y Blockly, que facilitan la comprensión de conceptos complejos de una manera sencilla y amigable para los niños.

Los beneficios de los softwares educativos aplicados a la enseñanza de la robótica son múltiples. Según Martínez (2016), uno de los principales beneficios es la simplificación de conceptos abstractos, lo que a su vez promueve la creatividad y la innovación entre los estudiantes. Estos factores son pilares esenciales en la educación contemporánea, fomentando el trabajo colaborativo y la capacidad de los estudiantes para enfrentar desafíos de manera autónoma.

Sánchez y Cozar (2019), por su parte, resalta la relevancia de implementar la robótica educativa en niveles de educación infantil. Su investigación concluye que el uso de la robótica como herramienta didáctica genera un incremento significativo en la motivación, el aprendizaje y las relaciones socioafectivas de los estudiantes, contribuyendo a un ambiente de aprendizaje positivo y dinámico en el aula.

En este sentido, Fernández (2024) explica el uso del software VirtualLab BR4GL, una herramienta que permite a los estudiantes interactuar y simular el control y movimiento de un brazo robótico, ofreciendo un acercamiento práctico y accesible al entorno de la robótica.

Es así que, la implementación de software educativos para la enseñanza de la robótica en niveles iniciales ha demostrado ser una herramienta eficaz no solo en el aspecto técnico, sino también en el desarrollo integral de los estudiantes. El uso de plataformas accesibles, lenguajes de programación visual y simuladores ha facilitado una educación más atractiva y motivadora, lo que refuerza la importancia de la robótica en el contexto educativo actual.

Metodología de desarrollo de software:

En este proyecto, se optó por implementar la metodología de desarrollo de software ADDIE, que comprende las fases de Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación. Debido a que ; ADDIE es reconocida por su enfoque sistemático y flexible, lo que permite realizar ajustes en cada etapa del proceso. De este modo, se buscó asegurar que el software educativo no solo cumpliera con las expectativas académicas, sino que también contribuya con las experiencias y necesidades de aprendizaje de los estudiantes, esta metodología se convierte, por lo tanto, en una herramienta esencial para abordar el desarrollo de un software que fomente el interés por la robótica en un contexto educativo, de tal manera se a bordo de la siguiente manera:

La fase de análisis se llevó a cabo en el Colegio de Boyacá, sede primaria, donde se identificó un problema relevante a partir de una encuesta de 11 preguntas. En esta, los estudiantes manifestaron su inconformidad con los contenidos enseñados en el área de tecnología e informática, y expresaron un marcado interés por la robótica, específicamente por los principios básicos de programación con Arduino Uno y sus diferentes componentes. Este tema fue considerado prioritario en comparación con otros, como la edición de videos e imágenes, programación general, medios tecnológicos, electricidad, y edición, entre otros. No obstante, algunas de estas temáticas fueron incluidas en el software educativo.

En la fase de diseño, se elaboraron bocetos utilizando la aplicación de diseño gráfico Figma, creando un total de 20 bocetos que explicaban paso a paso el funcionamiento del software educativo. El contenido del software se estructuró en cinco unidades, cada una con explicaciones sobre el tema y actividades implementadas mediante la gamificación. Las unidades se distribuyeron de la siguiente manera: definición de robótica, características, ventajas y desventajas, programación básica para encender un LED, y los materiales necesarios para esta actividad. Además, se incluyeron videos explicativos y elementos de contextualización para facilitar la comprensión.

En la fase de desarrollo, una vez aprobados los bocetos, se procedió a la programación completa del software educativo. Se utilizó el lenguaje de programación JavaScript para desarrollar las actividades principales, que incluyeron mecánicas de arrastre, completar texto y reproducción de audios. En total, se crearon 11 actividades distribuidas en las cinco unidades del software. Para la visualización, se empleó el lenguaje de marcado HTML, mientras que el diseño fue logrado utilizando hojas de estilo en cascada (CSS), lo que permitió obtener un resultado visual atractivo y funcional.

La fase de implementación se realizó con un grupo reducido de estudiantes de quinto grado, quienes formaban parte del semillero de robótica del colegio. Durante esta fase, los estudiantes plantearon diversas preguntas sobre el funcionamiento del software, pero una vez visualizaron el video explicativo, comenzaron a desarrollar las unidades de forma progresiva. Aunque algunos estudiantes presentaron dificultades para realizar ciertas actividades debido a factores diversos, al finalizar las dos horas de implementación tanto los estudiantes como la docente manifestaron satisfacción y expresaron haber adquirido nuevos conocimientos sobre Arduino Uno.

En la fase de evaluación del software educativo se identificaron tanto aspectos positivos y aspectos por mejorar. Entre los aspectos positivos, se destacó la buena navegabilidad del software, lo que facilitó la orientación de los estudiantes dentro de la página. Los recursos multimedia presentaron una excelente calidad, mientras que la ortografía y el tamaño de la fuente fueron adecuados para garantizar una comprensión óptima. Además, los contenidos fueron resumidos y adaptados a las edades de los estudiantes, y las actividades fueron bien entendidas y ejecutadas.

En cuanto a los aspectos por mejorar, se observó que los estudiantes tuvieron dificultades para manejar el *mouse pad* de los portátiles, prefiriendo el uso de un mouse convencional. Además, en algunas actividades, al recargar la página, el software se reiniciaba completamente en lugar de mantener la página actual, lo que generó frustración entre los estudiantes al tener que volver a la posición donde estaban trabajando.

Resultados:

Al finalizar las etapas de la metodología, se obtuvieron hallazgos significativos que merecen ser destacados. Uno de los aspectos más importantes fue la motivación y el entusiasmo

demostrados por los estudiantes que interactuaron con el software. En un entorno donde existen las herramientas necesarias, pero posiblemente no se cuenta con un docente capacitado para orientar su uso.

Se pudo evidenciar que, durante la ejecución de las pruebas con los estudiantes, surgieron diversas inquietudes sobre cómo resolver ciertos problemas como: los ejercicios de completar que deben tener una respuesta exacta, también en los ejercicios de relaciones donde la imagen no se podía visualizar completamente lo que generaba en los estudiantes cierta desorientación. No obstante, el entorno intuitivo del software, diseñado en función del nivel educativo y cognitivo de los estudiantes, les permitió enfrentar y resolver dichos problemas de manera autónoma. Esto sugiere que, aunque no se cuente con los materiales físicos, esto no es un impedimento para aprender sobre un tema que, en principio, puede parecer ajeno o distante.

Por otro lado, se identificaron algunos aspectos por mejorar, principalmente relacionados con la usabilidad. El software fue desarrollado y probado en un computador portátil utilizando un mouse, pero en el colegio donde se implementó, los estudiantes solo disponían de portátiles sin mouse, lo que aumentó el nivel de dificultad. Los estudiantes, sin mucha experiencia con el *mousepad* del portátil, encontraron este aspecto desafiante. Aunque esta dificultad generó incertidumbre en algunos estudiantes, también reveló una dualidad: si bien puede ser perjudicial para aquellos que no logran adaptarse, también puede ser de gran beneficio para aquellos estudiantes que aprenden a enfrentar y superar estos retos.

Conclusiones

El software educativo en el ámbito de la robótica para la educación primaria es esencial para la enseñanza de tecnología e informática. Aunque el estudio de estos temas desde una edad temprana puede resultar controversial, los programas educativos permiten a los estudiantes adquirir conceptos claros y menos técnicos sobre robótica y el funcionamiento de Arduino UNO. El software desarrollado en este trabajo ilustra cómo estudiantes de quinto grado, con un rango de edades de 9 a 11 años, pueden aprender los fundamentos de la programación de un LED a través de Arduino. Además, se les facilita la familiarización con los diferentes materiales utilizados, de modo que, cuando se pongan en práctica en la vida real, puedan establecer una adecuada conexión, con el apoyo de un docente que también puede estar capacitado mediante el software creado.

Asimismo, el modelo ADDIE implementado en este proyecto constituye un procedimiento fundamental para la identificación de problemas relacionados con el diseño de software educativos. Este enfoque nos permitió, como estudiantes, definir con claridad la problemática, que fue identificada a través del análisis. Posteriormente, se diseñó utilizando una plataforma específica, se llevó a cabo el desarrollo integral mediante programación, y se implementó en un rango de edades apropiado. Finalmente, se realizó la evaluación, donde se identificaron algunas dificultades; sin embargo, estas no obstaculizaron el enfoque de los estudiantes, quienes no percibieron la actividad como un simple juego. Por el contrario, fue un proceso de aprendizaje significativo que facilitó el desarrollo de diversas habilidades a través de la gamificación.

Referencias:

- Berrones, J., Tapia, A., Bautista, M., & Maposita, S. (2023). Aprendizaje ubicuo en tiempos difíciles. *Revista de Innovación Educativa*, 12(3), 45-62. <https://doi.org/10.23857/dc.v9i3>
- Fernández, A. (2024). Desarrollo de habilidades cognitivas mediante simuladores educativos: VirtualLab BR4GL. *Revista de Innovación Educativa*, 30(1), 78-95.
- Maldonado, C., Ramírez, G., Soto, L., & Vargas, P. (2020). Software educativo y su importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Revista de Educación y Tecnología*, 15(1), 105-120. <https://doi.org/10.47230/unsum-ciencias.v4.n1.2020.211>
- Martínez, P. (2016). Software educativo y su impacto en la enseñanza de robótica. *Educación Tecnológica*, 12(4), 115-130. <https://www.researchgate.net/publication/380818516>
- Prieto-Andreu, J., Gómez-Escalonilla, J. & Said-Hung, E.(2022). Gamificación, motivación y rendimiento en educación: Una revisión sistemática. *Educación y Ciencia*, 40(2), 233-250. <https://doi.org/10.15359/ree.26-1.14>
- Sánchez, J., & Cozar, R. (2019). La robótica en la educación infantil: motivación y aprendizaje. *Revista de Pedagogía*, 45(2), 56-75. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27466169001>
- Vázquez, A., & Romero, P. (2018). Plataformas educativas para la enseñanza de robótica en primaria. *Innovación Educativa*, 17(3), 102-118.