

ESTADO DEL ARTE DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA

Sara Isabel Soto Palafox
saraisabelspdf@gmail.com
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Hermosillo

Yoatzin González Morán
yoatzingnzlz@gmail.com
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Chilpancingo

M. en I. César Eduardo Cea Montufar
Instituto Politécnico Nacional
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Hidalgo (UPIIH)

Dr. Miguel Ángel Cerro Ramírez
Instituto Politécnico Nacional
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Hidalgo (UPIIH)

Boletín No. 98, 1º de septiembre de 2023

Resumen

En este trabajo se realiza una investigación del estado del arte de la robótica educativa en Latinoamérica. El objetivo principal es proporcionar una visión actualizada de esta área, su impacto en la educación y en el aprendizaje del STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), y las plataformas utilizadas por los educadores. Con la creciente implementación de la robótica educativa en escuelas de nivel básico (primaria y secundaria), se han descubierto beneficios significativos, como el desarrollo de nuevas técnicas de aprendizaje interdisciplinario y la promoción del pensamiento lógico y computacional, la creatividad y el interés por las ciencias. Este estudio destaca la importancia de la robótica educativa como herramienta para fomentar habilidades clave en los estudiantes. Los resultados obtenidos ofrecen una visión panorámica valiosa para investigadores, docentes y profesionales interesados en el campo de la educación y la robótica.

1. Introducción

La robótica se define como la rama de la ciencia que estudia la mecánica, electrónica, y ciencias de la computación, que combina la actividad física con el proceso de toma de decisiones. La robótica educativa es el proceso durante el cual, teniendo a su disposición sistemas robóticos simples, los estudiantes deben ensamblarlos y programarlos para realizar distintas tareas con fines educativos.

2. Robótica Educativa

La robótica educativa tiene como objetivo principal fomentar el aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades en los estudiantes a través de la interacción con robots. Algunos de los objetivos específicos de la robótica educativa son los siguientes:

1. Estimular el interés por la ciencia y la tecnología
2. Promover el pensamiento crítico y el razonamiento lógico
3. Fomentar la creatividad y la innovación
4. Potenciar el trabajo en equipo y la colaboración
5. Desarrollar habilidades técnicas y digitales
6. Mejorar la resolución de problemas

La adquisición de kits de robótica, materiales y equipos puede ser costosa. La falta de recursos financieros puede dificultar la implementación al igual que el acceso limitado a tecnologías actualizadas ya que estas tecnologías en el campo de la robótica avanzan rápidamente y mantenerse al día con los últimos avances puede resultar costoso y complicado.

3. Plataformas

La robótica educativa hace uso de plataformas, tanto software como hardware, para promover la adquisición de herramientas y el aprendizaje de los alumnos, además de darles la oportunidad de crear proyectos que estimulen su creatividad e interés. Un estudio previo sobre el tema encontró cuáles son las tecnologías más utilizadas en la enseñanza. La Tabla 1 muestra el resultado de analizar 105 documentos publicados sobre la robótica educativa, STEAM y pensamiento computacional.

Cuadro 1 Distribución de tecnología por documento analizado

Plataforma	Documentos publicados
LEGO	21
Software Scratch	13
Arduino	5
Bee-Bot	5
Software NXT-G	2
Handy Cricket	2
Gogo Board	1
Otros	40
No se especifica	15
Total	105

En el ámbito de la robótica educativa, existen diversas tecnologías y plataformas utilizadas para facilitar el aprendizaje y la programación de robots. Algunas de las tecnologías y plataformas populares son:

LEGO Mindstorms: LEGO Mindstorms es una plataforma de robótica educativa fabricada por LEGO. Utiliza bloques de construcción LEGO junto con un "brick" (unidad central) programable llamado EV3 o NXT. Estos kits proporcionan componentes como sensores, motores y piezas estructurales, permitiendo a los estudiantes construir y programar robots utilizando un entorno visual de programación.

Scratch: Scratch es un lenguaje de programación desarrollado por el MIT con el objetivo de permitir que cualquier persona pueda adentrarse en el mundo de la programación. Su enfoque se centra en la creación de historias interactivas, juegos y animaciones. Además, proporciona herramientas para compartir fácilmente los proyectos creados con otras personas a través de la web.

Arduino: Arduino es una plataforma de código abierto que permite crear proyectos electrónicos interactivos. Es especialmente popular en la educación debido a su accesibilidad y flexibilidad. Con Arduino, los estudiantes pueden construir robots y otros dispositivos, y programarlos utilizando el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino.

4. Costos

1. **Kits de robótica:** Los kits de robótica pueden tener precios que oscilan entre \$50 y \$500 USD, dependiendo de la marca, la calidad y las funcionalidades que ofrecen. Kits más avanzados y especializados tienden a ser más costosos.
2. **Componentes y accesorios adicionales:** Los componentes y accesorios adicionales, como sensores, motores, ruedas y baterías, pueden tener un costo adicional que varía según la cantidad y la calidad de los elementos necesarios. Estos costos pueden sumar entre \$20 y \$200 USD, aproximadamente.

3. **Herramientas y equipos:** El costo de las herramientas y equipos adicionales necesarios, como destornilladores, alicates, soldadores y equipos de impresión 3D, puede oscilar entre \$50 y \$200 USD, dependiendo de la calidad y las especificaciones requeridas.
4. **Software y licencias:** Algunos programas de software utilizados en robótica educativa pueden requerir licencias o suscripciones, lo que puede generar costos adicionales. Los precios de estas licencias varían según el software y la duración de la licencia, pudiendo ser desde \$50 hasta varios cientos de dólares.

La cuestión central en debate en el ámbito se refiere a los gastos asociados con la implementación de la enseñanza de la robótica, ya que implica disponer de kits robóticos y mantenerlos a lo largo del tiempo. En este sentido, existen diversas propuestas disponibles, desde los conocidos kits de Lego Mindstorms hasta propuestas académicas de bajo costo. Sin embargo, la reducción de gastos a menudo implica simplificar la plataforma robótica y limitar los recursos que podrían ser aprovechados por los estudiantes. No siempre es posible encontrar un equilibrio adecuado entre los recursos y los costos de los kits de robótica de bajo costo.

Un ejemplo de esto es la Raspberry Pi, una tarjeta de microprocesador lanzada en 2012 a un precio aproximado de \$35 USD. Esta tarjeta fue desarrollada por la Fundación Raspberry Pi y la Universidad de Cambridge en el Reino Unido, con el objetivo inicial de fomentar la enseñanza de la programación y la ciencia en las escuelas. La Raspberry Pi se lanzó en dos modelos: el Modelo A, que cuenta con 1 puerto USB, y el Modelo B, que dispone de 2 puertos USB y conexión Ethernet. Esta tarjeta ofrece varios recursos que resultan útiles para construir una plataforma sólida para la educación en robótica.

5. Panoramas (LATAM)

La robótica educativa se ha utilizado como una herramienta para abordar el aprendizaje desde una perspectiva constructivista, involucrando a los estudiantes en la construcción de conocimiento a través de la interacción con los robots. Se ha buscado fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales, promoviendo la colaboración, el trabajo en equipo y la resolución de problemas.

La experiencia permite que los estudiantes se involucren en la construcción de robots, desde dispositivos simples hasta robots más complejos, utilizando diferentes plataformas y software. Esto ha brindado la oportunidad de aplicar conocimientos y habilidades de diversas disciplinas, integrando el currículo y promoviendo un enfoque multidisciplinario. En términos de impacto, la robótica educativa ha generado motivación, interés y entusiasmo entre los estudiantes, rompiendo con la monotonía de las clases tradicionales. Se ha promovido la reflexión sobre el uso responsable de la tecnología e incluso se han explorado temas relacionados con el medio ambiente y la sostenibilidad.

Es importante destacar que esta descripción se basa en una experiencia específica y los resultados obtenidos pueden variar en otros contextos. Sin embargo, en general, la robótica educativa se considera una herramienta valiosa para el aprendizaje, ya que combina aspectos teóricos y prácticos, fomenta la creatividad y el pensamiento crítico, y prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo actual, en el que la tecnología desempeña un papel fundamental.

6. STEAM (Science, Technology, Engineering, The Arts and Mathematics)

La robótica educativa desempeña un papel importante en el contexto de la educación STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) al permitir a los estudiantes familiarizarse con el mundo tecnológico y sistematizado que les rodea. Es una herramienta motivadora y lúdica que fomenta el aprendizaje activo y creativo que busca desarrollar habilidades y competencias como la autonomía, colaboración, comunicación, creatividad, pensamiento crítico y resolución de problemas.

Se basa en principios constructivistas y constructivistas, donde los estudiantes construyen conocimiento activamente a través de la experimentación y la interacción social. Los docentes desempeñan un papel de mediadores, brindando acompañamiento y promoviendo el descubrimiento personal. Las metodologías

incluyen el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas y el tinkering (aprender haciendo). La gamificación también se utiliza para motivar a los estudiantes, siendo una forma alternativa de enseñanza que motiva a los estudiantes y desarrolla habilidades como la curiosidad y el deseo por aprender.

Sin embargo, la implementación de la educación STEAM en las escuelas puede presentar desafíos, como resistencias y problemas en la organización del sistema educativo, acceso a recursos y la necesidad de formación específica del profesorado en tecnologías avanzadas y en la integración transversal de asignaturas.

7. Panorama Actual en México

La robótica educativa está dirigida a profesores interesados en innovar sus prácticas a través del uso de esta tecnología. Se presentan diferentes metodologías, actividades y experiencias para trabajar la robótica educativa en el aula, abordando aspectos de ciencia, matemáticas y tecnología. Además, se destacan diversas acciones, como cursos extracurriculares y ferias de robótica organizadas por instituciones externas al ámbito educativo formal.

El desarrollo de actividades de robótica educativa enfocadas en el aprendizaje del pensamiento computacional permite que los niños adquieran habilidades para diseñar y construir secuencias de programación con robots. Esto les brinda la oportunidad de experimentar de manera práctica las consecuencias y los errores de las secuencias. Varios estudios han demostrado que es posible desarrollar el pensamiento computacional desde edades tempranas, y la robótica educativa facilita el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias digitales relacionadas con la programación. También se ha observado que tiene efectos positivos en el desarrollo de habilidades e intereses en las áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

8. Conclusiones

La robótica educativa es una poderosa herramienta que fomenta el aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades en los estudiantes a través de la interacción con robots. Se ha demostrado que estimula el interés por la ciencia y la tecnología, promueve el pensamiento crítico y el razonamiento lógico, fomenta la creatividad y la innovación, potencia el trabajo en equipo y la colaboración, desarrolla habilidades técnicas y digitales, y mejora la resolución de problemas.

La adquisición de kits de robótica, materiales y equipos puede ser costosa, lo que puede dificultar su implementación en algunas instituciones educativas. Además, el acceso limitado a tecnologías actualizadas y el entorno físico adecuado también pueden plantear desafíos. La capacitación del profesorado en robótica educativa es fundamental para aprovechar al máximo esta herramienta en el aula.

A pesar de los desafíos, la robótica educativa ha demostrado tener un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes. Les brinda la oportunidad de aplicar conocimientos y habilidades en un contexto práctico, promueve la reflexión sobre el uso responsable de la tecnología y fomenta la integración de diversas disciplinas a través de un enfoque multidisciplinario.

En el contexto de la educación STEAM, la robótica educativa desempeña un papel fundamental al familiarizar a los estudiantes con el mundo tecnológico y sistematizado. Se basa en principios constructivistas y construccionistas, donde los estudiantes son los protagonistas de su propio aprendizaje y construyen conocimiento a través de la experimentación y la interacción social.

Referencias

- [1] Stergiopoulou, M., Karatrantou, A., & Panagiotakopoulos, C. (2017). "Educational Robotics and STEAM Education in Primary Education: A Pilot Study Using the H&S Electronic Systems Platform". En *Advances in intelligent systems and computing* (pp. 88--103). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55553-9_7
- [2] Barrera Lombana, Nelson. (2015). "Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula". *Praxis*

- & *Saber*, 6(11), 215--234. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-01592015000100010&lng=en&tlng=es
- [3] Lemos, M., Marques, M. A., Botura, G., Junior, & Soares, F. G. (2013). "Una propuesta robusta y de bajo costo para ejecutar Robótica Educativa". *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/272789671>
- [4] González Fernández, M. O., Flores González, Y. A., & Muñoz López, C. (2021). "Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.230
- [5] Pribilova, K., & Gabriska, D. (2021, November). "Use of Lego Mindstorms EV3 MATLAB/Simulink with a focus on technical education". En *2021 19th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)* (pp. 307--312). IEEE.
- [6] Kuz, A., & Ariste, M. C. (2021). "Un análisis desde la programación estructurada del lenguaje Scratch como entorno lúdico educativo". *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (33), 14--21.
- [7] Kondaveeti, H. K., Kumaravelu, N. K., Vanambathina, S. D., Mathe, S. E., & Vappangi, S. (2021). "A systematic literature review on prototyping with Arduino: Applications, challenges, advantages, and limitations". *Computer Science Review*, 40, 100364.
- [8] Del Valle Roque, D. (2019). "Estimación de costos de desarrollo de software". *Gestiopolis*. <https://www.gestiopolis.com/estimacion-de-costos-de-desarrollo-de-software/>
- [9] Portal, T. (2022). "Licencias de software". *TIC Portal*. <https://www.ticportal.es/glosario-tic/licencias-software>
- [10] María Obdulia González Fernández. (2021). "Robótica Educativa una perspectiva didáctica en el aula". *Robótica Educativa. Una perspectiva didáctica en el aula*. UDG.

Soto, S. I., González, Y., Cea, C. E., & Cerro, M. Á. (1 de septiembre de 2023). *Estado del arte de la robótica educativa*. Boletín UPIITA. 18 (98).