

Robótica Educativa: Una revisión sistemática de su progreso en américa latina en los últimos años

Educational Robotics: A systematic review of its progress in latin america in recent years

Robinson Daniel Causil Villalba

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias de la Educación, Doctorado en Educación, Panamá

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2852-3697>

Correo electrónico: robinson-d.causil-v@up.ac.pa

URL: https://revistas.up.ac.pa/index.php/punto_educativo/article/view/8167

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17437190>

Resumen

El proceso de enseñanza evoluciona conforme avanza la tecnología, buscando estrategias de asimilación de conocimiento más rápidas. Una de las iniciativas que ha tomado fuerza, es la robótica educativa, un enfoque de aprendizaje que localiza al estudiante en un rol activo y protagonista del proceso de aprendizaje. En este artículo se analiza el progreso de la robótica educativa en los últimos años en América Latina por medio de una revisión documental, bajo el paradigma dialéctico. Como resultado, se encontró que Brasil ocupa el primer lugar en la región en investigaciones sobre este objeto de estudio y los elementos estructurales y lenguajes de programación más utilizados son los bloques tipo Lego, Arduino y Scracht. También se encontró que la robótica educativa es una excelente herramienta pedagógica para el aprendizaje en los estudiantes y docentes, desarrollando la construcción conjunta de conocimiento y compromiso, mediante el desequilibrio cognitivo y la motivación.

Palabras claves: robótica educativa, América Latina, motivación.

Abstract

The teaching process evolves as technology advances, seeking faster knowledge assimilation strategies. One of the initiatives that has gained strength is educational robotics, a learning approach that places the student in an active and leading role in the learning process. This article analyzes the progress of educational robotics in recent years in Latin America through a documentary review under the dialectical paradigm. As a result, Brazil occupies first place in the region in research on this object of study, and the most used structural elements and programming languages are Lego, Arduino, and Scracht-type blocks. Also, the results showed that educational robotics is an excellent pedagogical tool

for learning in students and teachers, developing the joint construction of knowledge through cognitive imbalance and motivation.

Keywords: educational robotics, Latin America, motivation.

Introducción

El sistema educativo de América Latina ha fracasado, así lo muestran los resultados de las últimas pruebas PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos) del año 2022, pruebas que miden la capacidad de aplicación de conocimientos y habilidades en lectura, matemáticas y ciencias en la resolución de problemas de la vida real, en estudiantes de 15 años a nivel global (OCDE, 2024).

Ningún país latinoamericano superó el promedio de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). El país que obtuvo los mejores resultados fue Chile (matemáticas: 412, lectura: 448, ciencias: 444), muy por debajo del primer lugar, Singapur (matemáticas: 575, lectura: 543, ciencias: 561) (OCDE, 2023). Lo anterior muestra que existen falencias en los procesos de enseñanza, asimilación y puesta en práctica de los conocimientos en la educación secundaria con respecto a países como Singapur, China y Japón, países que ocuparon los primeros lugares.

En los últimos años, el proceso de enseñanza ha evolucionado conforme avanza la tecnología, buscando estrategias de asimilación de conocimiento más rápidas y con los recursos del medio, con el fin de preparar a las personas para desempeñarse en los trabajos de la actualidad y del futuro. Se intenta potenciar el razonamiento cuantitativo, el pensamiento computacional, la capacidad de abstracción, entre otros, para entrar en las vanguardias tecnológicas de hoy día como la inteligencia artificial y las redes de comunicación.

Una de las iniciativas que ha tomado fuerza, es la robótica educativa, que es un enfoque de aprendizaje atractivo y práctico. Restrepo et al. (2022) la define como una metodología innovadora de aprendizaje que proporciona un ambiente para desarrollar en el estudiante competencias básicas como el aprendizaje colaborativo y la toma de decisiones en equipo, localizándolo en un rol activo y protagónico de su propio proceso de aprendizaje.

La robótica educativa se enmarca en la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), fusionando estas disciplinas para crear un entorno interactivo y estimulante, que permite a los estudiantes explorar conceptos complejos de manera práctica y divertida (Barrera, 2024), donde pueden pensar, imaginar, decidir, planificar, anticipar, investigar, inventar, documentar, equivocarse, hacer conexiones con el entorno y retroalimentar a otros compañeros mientras se aprende. Cano (2022), define la robótica educativa como una herramienta de enseñanza y aprendizaje potente y flexible, donde los estudiantes se convierten en sujetos activos de su propio aprendizaje y de manera cooperativa (Pinheiro y Soares, 2022).

Las teorías bases de la robótica educativa son el constructivismo y el construccionismo (Rosero, 2024). Piaget afirmó que para que se dé la construcción de conocimiento es necesaria la manipulación

de artefactos. Por otro lado, Seymour Papert quien fue uno de los precursores de la robótica educativa, creando el lenguaje de programación Logo, diseñado para que niños aprendieran a programar tortugas robóticas, argumenta que la construcción vuelve más efectivo el aprendizaje (Zúñiga et al. 2023), ya que, al ser un proceso de pensamiento concreto y no abstracto, los estudiantes se motivan al lograr los objetivos de aprendizaje, lo que trae consigo el desarrollo de nuevas habilidades.

La robótica educativa tiene sus orígenes en la década de los sesenta, en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), cuando un grupo de investigadores propuso la construcción de dispositivos tecnológicos que permitieran a los niños interactuar y programar ciertas acciones (González-Fernández et al. 2021). De aquí en adelante, esta estrategia se ha colocado en práctica en diferentes instituciones educativas como metodología de enseñanza; sin embargo, su desarrollo ha sido más amplio en Europa que en América Latina.

Este artículo tiene como objetivo analizar el progreso de la robótica educativa en los últimos cinco años en América Latina por medio de una revisión documental de las investigaciones científicas realizadas sobre a este objeto de estudio.

Desarrollo

Materiales y Métodos

Este trabajo se realizó bajo el paradigma dialéctico o interpretativo (Vélez, 2014), de profundidad descriptiva, de diseño no experimental a nivel transversal, mediante una investigación documental sobre robótica educativa en los últimos cinco años como estrategia de enseñanza en América Latina, a partir de análisis de documentos científicos en *Scopus*. Se eligió *Scopus* por ser una de las más grandes bases de datos de citas y resúmenes completos, multidisciplinaria y fiable, permitiendo hacer una revisión sistemática y exhaustiva de la literatura a partir de filtros y operadores booleanos.

Los criterios que se usaron para la selección de documentos es que fueran publicaciones finalizadas de artículos científicos menor o igual a cinco años, realizadas en América Latina, en idioma español, inglés o portugués, y que no fueran revisiones bibliográficas. Esta investigación documental se construyó con base en la ecuación de búsqueda: “educational AND robotics”, indagando con una ventana de observación 2019 - 2024, en la base de datos *Scopus*.

Resultados

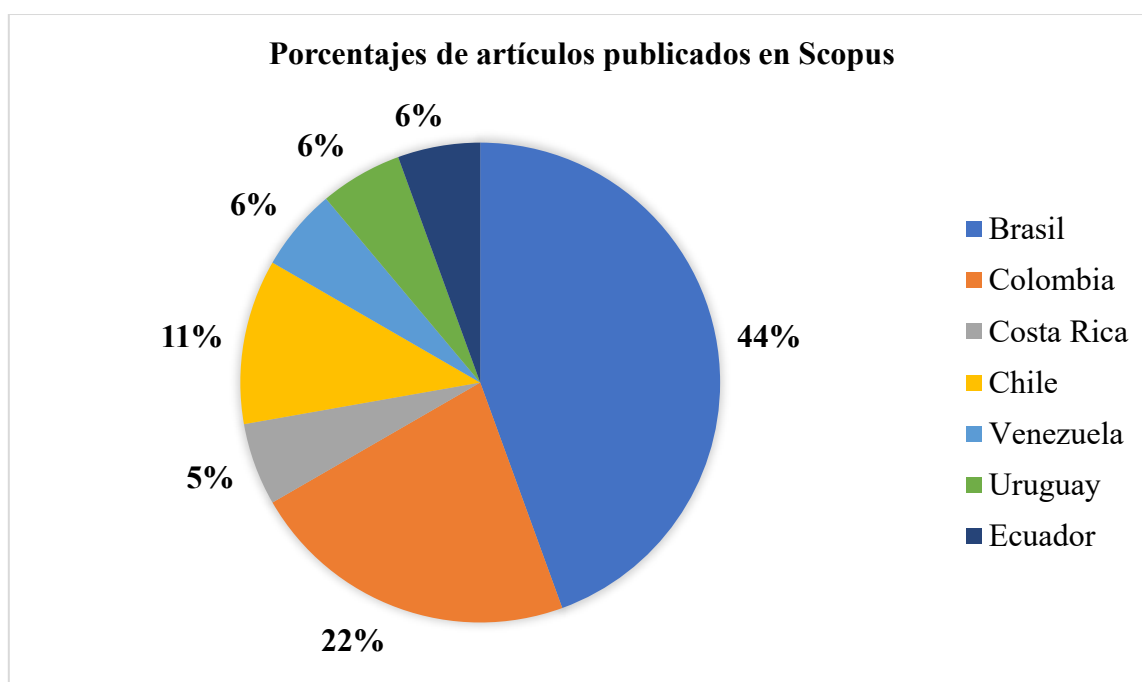
Se realizó el rastreo de información en la base de datos *Scopus* utilizando operadores booleanos y la palabra clave entre comillas con la ecuación de búsqueda "educational AND robotics", arrojando 609 documentos relacionados, luego se filtró por fecha de publicación, últimos cinco años (2019-2024),

quedando 412 documentos, luego por tipo de documento (artículo científico), quedando 148, luego por publicación finalizada, quedando 140 y finalmente que la investigación se haya llevado a cabo en países de América Latina, finalizando con 18 artículos. Después de esto, se analizó de forma manual cada resumen de los artículos, para constatar que los estudios analizaran el objeto de estudio de forma experimental y no fueran revisiones bibliográficas.

La Figura 1 muestra el porcentaje de artículos científicos publicados en *Scopus* por país en los últimos cinco años. Se logra evidenciar que el país que más ha realizado publicaciones sobre este objeto de estudio es Brasil, estando a la vanguardia con un 44 % (8 artículos), seguido de Colombia y Chile. Solo siete países de los 20 de América Latina, han realizado publicaciones en *Scopus* sobre robótica educativa, lo que deja evidenciar el poco interés en este campo para América Latina. Si comparamos estos resultados a nivel internacional, encontramos que solo España tiene 29 artículos publicados, Italia 19 y Grecia 13 para este mismo periodo, estando muy por encima de América Latina.

Figura 1

Porcentaje de artículos publicados sobre Robótica Educativa en los últimos cinco años.



Fuente: elaboración propia, con base en *Scopus*.

Seguidamente, se filtraron los artículos científicos que contaran con acceso abierto para ser analizados uno a uno y encontrar elementos recurrentes. De los 18 artículos, cinco no tienen acceso abierto, quedando 13 artículos; ocho publicados en idioma inglés, tres en español y dos en portugués. La Tabla 1 muestra el título, palabras claves, doi, año de publicación, tecnología robótica o lenguaje de

programación utilizado y finalmente, una descripción sobre el objetivo, población de intervención, método y resultados de cada una de las investigaciones.

Tabla 1

Investigaciones sobre Robótica Educativa en los últimos cinco años en América Latina.

Título del artículo	Keywords	Doi/ ISSN	Año	Tecnología	Método y contribución
Desarrollando el pensamiento computacional en la escuela secundaria con un recurso de robótica educativa	Educational robotics, computational thinking, algorithms, usability evaluation	https://doi.org/10.1007/s10846-024-02082-7	2024	Arduino (C++) y Materiales alternativos	Este artículo presenta los resultados de aprendizaje y evaluación de usabilidad del ThinkCarpet: artefacto de robótica educativa interactiva construido con materiales alternativos y Arduino, con el fin de desarrollar el concepto de algoritmo en estudiantes de 10 a 13 años, de sexto grado en una escuela pública de Manaus – Brasil. Con respecto al aprendizaje, se encontró un promedio de 93,75 % de soluciones válidas para los algoritmos mediante el uso del ThinkCarpet. Solo el 62 % de las soluciones válidas se identificaron en actividades fuera del recurso propuesto. Ahora, la aplicación de la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS), arrojó una puntuación de 83,59 %, clasificándolo como un excelente escenario para el aprendizaje. Por lo anterior, ThinkCarpet, es una herramienta pedagógica de robótica educativa viable por su bajo costo y accesibilidad, para la enseñanza y aprendizaje del concepto de algoritmo (Costa et al. 2024).
Ajuste de la metodología ChildProgramming a la enseñanza y depuración de la robótica educativa	Computation al thinking; coding; child programming ; school; robotics;	https://doi.org/10.3390/edu	2023	Scratch y mBot Ranger	Este estudio realiza una revisión general de la evolución de ChildProgramming, metodología para enseñar programación a niños de 10 a 12 años de secundaria, aplicando una combinación de enfoques lúdicos, colaborativos y flexibles, por medio de técnicas pedagógicas. Esta metodología se ha venido implementando en la Institución Educativa Técnico Industrial de Popayán – Colombia, mediante: identificación de mecanismos de abstracción, ChildProgramming-A; programación

Título del artículo	Keywords	Doi/ ISSN	Año	Tecnología	Método y contribución
	debugging; STEM	csci1 3090 936			infantil-G; ChildProgramming-género y memoria transactiva de programación infantil GTM. Con base en los resultados de las anteriores metodologías, se implementaron dos nuevas propuestas: depuración y programación infantiles + robótica educativa. En esta última se encontró que para mantener la motivación en los estudiantes es necesario condiciones de trabajos favorables y abordar con agilidad los problemas técnicos de los robots. Se evidenció participación y trabajo en equipo, fortaleciendo las relaciones interpersonales positivas en el grupo. Además, los estudiantes captaron y apropiaron significativamente los conceptos de pensamiento computacional, descomposición, reconocimiento de patrones y pensamiento algorítmico (Zúñiga et al. 2023).
Robótico educativo tipo omnidireccional para el aprendizaje enfocado al campo de la electrónica y la programación en la Unidad Educativa San Marino.	Robot, technology, education, omnidirectio nal, young	1646 9895	2023	Arduino (C++) y mBlock (Scratch 3.0)	En este proyecto se desarrolló un prototipo robótico tipo omnidireccional como herramienta de apoyo al aprendizaje de la electrónica y la programación para 40 estudiantes de 14 a 18 años de secundaria en la Unidad Educativa San Marino – Ecuador. Se realizó una evaluación previa y otra posterior a la intervención, sobre conocimientos conceptuales en robótica. Se encontró un aprendizaje significativo en los estudiantes durante la construcción del robot, habilidades como creatividad e ingenio desarrolladas gracias a la programación, y una mejora significativa en la asimilación de conceptos (Jurado et al. 2023).
Educación 4.0: integración de	Education 4.0; STEM;	https://doi.	2022	Arduino (C++),	En este estudio se realizó la implementación de celulares como componentes funcionales en robótica educativa con 65 estudiantes y 15 profesores de la Facultad de

Título del artículo	Keywords	Doi/ ISSN	Año	Tecnología	Método y contribución
robótica educativa y dispositivos móviles inteligentes como estrategia didáctica para la formación de ingenieros en STEM	educational robotics; mobile devices; artificial intelligence.	org/10.15446/dyna.v89n222.100232		Android Studio, Smartphon e y Key Studio Tank	Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Se aprovecharon los sensores de los dispositivos móviles, para integrarlos como didácticas activas y constructivas, usándolos como mando a distancia por medio de bluetooth, wifi o infrarrojo. Posteriormente, realizaron encuestas de opinión sobre la industria 4.0 y su relación con la educación STEM y se encontró que la robótica educativa influye de manera positiva en el proceso de formación de estudiantes de ingeniería para enfrentarse al mercado laboral y resolver problemas de la sociedad. También, que brinda la oportunidad de imaginar, crear, trabajar en equipo, solucionar problemas y sentir satisfacción; experiencias que ayudan al desarrollo cognitivo y potenciar habilidades específicas en las áreas STEM y la Educación 4.0 (Restrepo-Echeverri et al. 2022).
Intervención de robótica educativa para fomentar el pensamiento computacional en los niños en edad preescolar: efectos de la participación de los niños en las tareas	Computation al thinking, robotics, task engagement, cognitive development, early childhood, preschool	https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.904761	2022	RoboTito	Este estudio presenta una intervención de robótica educativa utilizando RoboTito, un robot programable a través de elementos tangibles en su entorno diseñado para niños de jardines infantiles. Se realizó un diseño cuasiexperimental con un grupo de control activo y observación estructurada del material filmado de las sesiones. En el estudio se incluyeron 51 niños pertenecientes al nivel 5 de jardín infantil de una escuela pública de Uruguay. Se implementaron tres grupos: el de alto compromiso, de control y de bajo compromiso. En la codificación participaron cuatro observadores entrenados y ciegos a las condiciones experimentales. Las interacciones de los niños se evaluaron en: participación en la tarea, distracción, participación oral y cumplimiento de objetivos. Se encontraron ganancias significativas en el grupo de alta participación en las tareas

Título del artículo	Keywords	Doi/ ISSN	Año	Tecnología	Método y contribución
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	Educational robotics; primary teacher training; distance education; mathematics teaching	http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000200015	2022	UNITY y Blockly	en cuanto al componente de pensamiento computacional y ganancias no significativas para el grupo de control y de baja participación (Gerosa et al. 2022). Este estudio presenta un análisis de la efectividad de una unidad de robótica educativa en un ambiente simulado para la comprensión de conceptos básicos de esta rama, en 18 profesores con rango de edad de 21 a 23 años de primaria en formación (sexto semestre) y uso didáctico para la enseñanza de las matemáticas en tiempos de COVID-19, en una universidad de Chile. Se encontró que las percepciones negativas de aprender robótica mediante un ambiente virtual se iban reduciendo drásticamente conforme al progreso del curso y se daban por desconocimiento, negativismo o escepticismo. En cuanto a la comprensión de conceptos básicos de robótica, se encontró una mejora en la complejidad de las respuestas dadas por los estudiantes en cuanto a robot, programación, componentes e instrucciones. En el diseño de actividades con robótica, todos los equipos lograron plantear actividades de aprendizaje que promovían la resolución de problemas matemáticos con distintos grados de complejidad. Específicamente, se abordaron aprendizajes en torno a la medición de longitudes con unidades estandarizadas, localización en un mapa, e identificación y ubicación de puntos en el primer cuadrante del plano cartesiano (Castro et al. 2022).
Una aproximación metodológica a la enseñanza de habilidades STEM	Educational robotics; computational	https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000200015	2022	Arduino (C++) y Scratch	Este estudio presenta el diseño de un enfoque metodológico de robótica educativa para desarrollar competencias STEM con enfoque de género en docentes de colegios latinoamericanos, especialmente de Chile y Colombia, de manera virtual a través de Zoom. Para ello se aplicó un método de investigación mixto, siguiendo un enfoque

Título del artículo	Keywords	Doi/ ISSN	Año	Tecnología	Método y contribución
en América Latina a través de la robótica educativa para docentes escolares.	I thinking; STEM	0.33 90/ electr onics 1103 0395			constructivista, utilizando un modelo de aprendizaje 5E (Participar, Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar). Se encontró que los participantes se esfuerzan en producir ideas nuevas para encontrar soluciones a los problemas haciendo uso de mecanismos robóticos, fomentando la creatividad al pensar de una manera diferente y crítica. Por otra parte, Arduino y sus componentes son una herramienta que puede usarse para construir proyectos relacionados con la vida real, causando motivación a los participantes (Cano, 2022).
Robótica educativa, enseñanza de química y aprendizaje cooperativo: una propuesta para el curso de formación universitaria en ingeniería civil.	Educational robotics; cooperative learning; chemistry teaching; electrochemi cal corrosion; civil engineering.	http:/ /dx.d oi.or g/10. 2157 7/01 00- 4042 .201 7090 6	2022	Arduino (C++) y materiales reciclables	Este estudio presenta la construcción de un robot utilizando Arduino y materiales reciclables para identificar la corrosión electroquímica en estructuras de hormigón bajo el enfoque de la robótica y la cooperación educativa. En la investigación participaron siete estudiantes de diferentes semestres de Ingeniería Civil, tres estudiantes de Tecnología en Análisis y Desarrollo de Sistemas y un profesor de Química de la Universidad Federal de Goiás – Brasil. El método adoptado fue el estudio de caso a través del análisis de gestos, productos realizados y notas de cuaderno, del cual surgieron dos categorías cooperativas: planificación y aplicación. Se evidenció que hubo un desequilibrio cognitivo en los estudiantes al enfrentarse a situaciones difíciles, ensayos, errores y conocimientos diversos, para luego formar un nuevo estado de equilibrio a partir de las relaciones entre factores individuales y sociales, permitiendo la construcción conjunta de conocimiento complejo, característico en el aprendizaje cooperativo (Pinheiro y Soares, 2022).

Título del artículo	Keywords	Doi/ ISSN	Año	Tecnología	Método y contribución
Aplicaciones de la robótica educativa para el desarrollo del pensamiento computacional en una escuela secundaria técnica y vocacional brasileña.	Educational robotics, computational thinking, Brazilian technical vocational Education	https://doi.org/10.15388/iufed-22.06	2022	LEGO Education y Fischertech nik GmbH	Este estudio tuvo como objetivo principal investigar el impacto de la robótica educativa en el desarrollo del pensamiento computacional y el aprendizaje de las materias en 36 estudiantes y 18 docentes de primer año la Educación Técnica y Vocacional en la Escuela Secundaria del Estado de Paraíba - Brasil. Se realizó un estudio de tipo investigación-intervención considerando dos grupos: control (estudiantes que no tuvieron contacto con robótica educativa) y experimental (estudiantes que tuvieron contacto con los cursos de robótica educativa). La recolección de datos se dio por medio de encuestas, el Desafío Bebras y el rendimiento académico, analizando aspectos cuantitativos y cualitativos. Se encontró que el grupo experimental mostró un mejor desempeño en el Desafío Bebras, impactando en las habilidades del pensamiento computacional y si se trabaja con el apoyo de conceptos informáticos, el impacto es más significativo, influyendo en el rendimiento académico. La robótica educativa ofrece beneficios considerables para el aprendizaje de diferentes ciencias y formación docente (Souza et al. 2022).
sBotics – Marco gamificado para la robótica educativa.	Robots; learning and programming framework; educational robotics	https://doi.org/10.1007/s10846-021-	2021	Unity 3D, R-Educ y BlockEduc	Este artículo propone un nuevo entorno de robótica educativa, simulado y gamificado para estudiantes y docentes que no tienen acceso a robots físicos y diversificar el aprendizaje de robótica educativa. Se utiliza Unity 3D en combinación con WEduc para programar a través de internet y ver los resultados en un entorno 3D a través de una computadora. La plataforma presenta una gran flexibilidad de crear una variedad de escenarios para evaluar el comportamiento de variables en entornos reales. Este proyecto aporta una nueva forma de expandir la robótica educativa, con grandes

Título del artículo	Keywords	Doi/ ISSN	Año	Tecnología	Método y contribución
		0136 4-8			ventajas como el fácil acceso de sBotics y el bajo costo, condiciones que permiten implementar la robótica educativa en las instituciones educativas que cuenten con una sala de informática e internet (Nascimento et al. 2021).
Robótica educativa: construcción y aplicación de un automóvil controlado por una aplicación para estudiar las leyes de Newton	Physics; STEM; experiment; hands-on; pulleys.	https://doi.org/10.1515/edu-2020-0139	2021	Arduino (C++)	Este artículo propone un robot educativo de bajo costo controlado por Arduino para estudiar la tercera ley de Newton. La investigación se implementó en 20 estudiantes de primer año de una escuela secundaria pública en el sur de Brasil. Se conectó el robot a diferentes pesos y poleas para investigar el comportamiento de las poleas fijas y móviles, y las fuerzas involucradas. Se utilizó el enfoque cualitativo, aplicando encuestas antes y después de las actividades, informes de laboratorio y observaciones del docente. Se encontró que los estudiantes estaban más motivados, comprometidos e involucrados en las clases y pudieron aprender los principales conceptos e incluso discutir y aprender conceptos fuera de los objetivos de aprendizaje (Matos y Zannin, 2021).
Aportes de la ingeniería didáctica como elemento orientador en la enseñanza de la física: estudiando el fenómeno de encuentro de	Didactic Engineering, Teaching Physics, Robotics	http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126	2020	No específica	Esta investigación desarrolló una secuencia de enseñanza y aprendizaje del fenómeno de encuentro de cuerpos en movimiento uniforme, usando elementos de la ingeniería didáctica y robótica educativa. El diseño metodológico estuvo guiado por las etapas de la ingeniería didáctica: análisis preliminar, concepción y análisis a priori de situaciones didácticas, experimentación y análisis a posteriori, y validación, por medio de cuatro instrumentos de recolección de datos: cuestionario sobre percepciones, guion de actividades experimentales, prueba diagnóstica y evaluación final. Se aplicó en 14 profesores de física y 87 estudiantes pertenecientes a las tres promociones del primer

Título del artículo	Keywords	Doi/ ISSN	Año	Tecnología	Método y contribución
cuerpos con actividades de robótica educativa		- RBE F- 2019 - 0021			año de secundaria de una escuela privada ubicada en la ciudad de Recife, en Pernambuco-Brasil. Se encontraron mejoras en las estrategias de los estudiantes para resolver problemas de forma concreta, siendo la robótica educativa una herramienta que brinda un ambiente de construcción y experimentación para abordar el fenómeno (Lima y Ferreira, 2020).
La experiencia de la implementación de la Olimpiada Intercolegial de Robótica Educativa en el marco del proyecto de formación de formadores en zonas vulnerables de Costa Rica	Competition, challenges, drug prevention, LEGO EV3, Robotics	https://doi.org/10.19153/leiej.22.2.6	2019	KIT LEGO EV3	Este artículo presenta la experiencia de la realización de la Olimpiada Intercolegial de Robótica en Costa Rica, que tiene como objetivo preparar instructores en el área de robótica para regiones vulnerables, donde participaron 202 estudiantes de secundaria entre 13 y 17 años. Para la olimpiada se desarrollaron cinco categorías de competencia: seguidor de línea, fútbol, justas medievales, aplicaciones, y abierta, donde los estudiantes debían colocar en práctica sus conocimientos sobre diseño, construcción y programación para ganar. Como instrumento de recolección de datos, se utilizó una evaluación para medir la motivación. Se encontró que este tipo de actividades genera motivación, tanto en los estudiantes como en los docentes, y al observar soluciones propuestas por estudiantes de otras escuelas, les permite mejorar la creatividad. También se evidenció independencia tecnológica después de la actividad y una gran participación del género femenino en comparación con las olimpiadas anteriores (Solano y Ruiz, 2019).

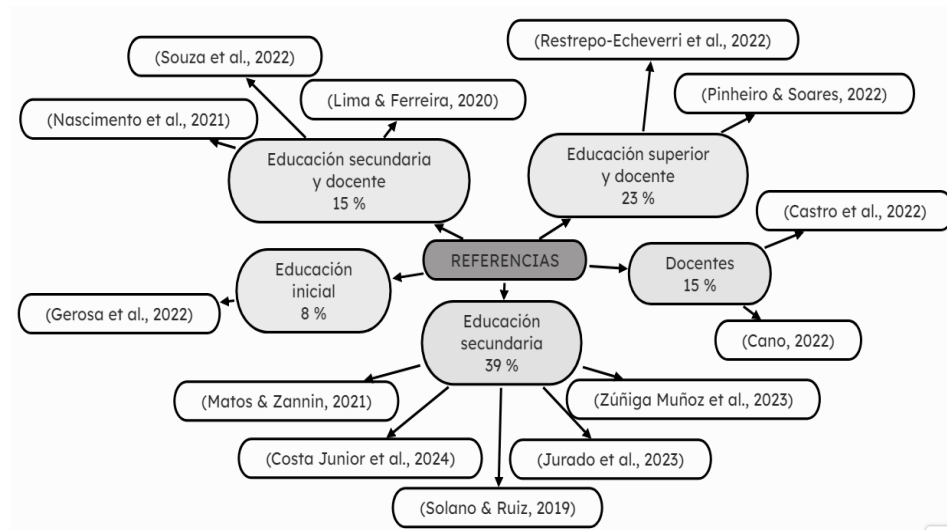
Fuente: elaboración propia, con base en *Scopus*.

El lenguaje de programación más utilizado fue Arduino, implementado por Costa et al. (2024), Jurado et al. (2023), Cano (2022) y Matos y Zannin (2021). Scratch también fue uno de los lenguajes de programación que más se usó, como el caso de Zúñiga et al. (2023) y Cano (2022). En cuanto a la tecnología robótica, se usaron materiales reciclables el caso de Costa et al. (2024) y Pinheiro y Soares (2022), pero los más implementados fueron los bloques tipo Lego, de diferentes marcas, pero con la misma funcionalidad, como el caso de Souza et al. (2022), Solano y Ruiz, (2019), mBot Ranger por Zúñiga et al. (2023), Key Studio Tank por Restrepo-Echeverri et al. (2022), Fischertechnik GmbH por Souza et al. (2022) y KIT LEGO EV3 por Solano y Ruiz (2019). De lo anterior se logra evidenciar que los lenguajes de programación que prevalecen son Arduino y Scratch, por ser lenguajes de iniciación e intuitivos. En cuanto a la parte estructural de los robots, los elementos más utilizados fueron los bloques tipo Lego por ser comerciales y accesibles. Solo dos estudios trabajaron con una interfaz virtual de construcción.

En cuanto a la población de intervención, en la Figura 2 se evidencia que los mayores estudios que se han llevado a cabo sobre robótica educativa en América Latina en los últimos cinco años corresponden al área de educación secundaria, con un 39 % y un 15 % para docentes y estudiantes de secundaria. La educación superior también muestra un porcentaje importante, 23 %, pero con la diferencia en que en todos estos estudios se incluyeron a los docentes. Finalmente, la educación inicial ha sido el sector menos explorado en cuanto a robótica educativa, mostrando solo un 8 %.

Figura 2

Investigaciones sobre robótica educativa por población de intervención.



Fuente: elaboración propia, con base en *Scopus*.

Discusión

Después de realizar un análisis exhaustivo de cada uno de los artículos científicos seleccionados para la revisión documental, a continuación, se presentan las competencias más relevantes que emergen cuando se trabaja con robótica educativa en diferentes contextos de América Latina.

Costa et al. (2024) argumenta que la robótica educativa es una excelente herramienta pedagógica que proporciona un escenario adecuado para el aprendizaje en los estudiantes, con una puntuación de 83,59 %, en la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS). Por otro lado, Castro et al. (2022), encontró percepciones negativas de aprender robótica mediante un ambiente virtual al inicio del proyecto, pero luego notó que estas percepciones iban cambiando a medida que avanzaba el curso, catalogándolo como un espacio propicio para la enseñanza. Esta teoría también es reforzada por Cano (2022), donde al final de su trabajo presenta a Arduino como una herramienta propicia para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta metodología no solo es propicia para los estudiantes, sino también para los docentes en formación (Souza et al. 2022), para la actualización de conocimientos en un mundo donde la educación evoluciona de forma rápida.

Cuando se utilizan materiales alternativos para la construcción de la estructura de robot, proporciona una herramienta de bajo costo (Costa et al. 2024) y accesibilidad (Nascimento et al. 2021), para poblaciones de bajos recursos. Lo anterior brinda la posibilidad a todos los estudiantes acceder a este recurso, independientemente de la condición socioeconómica. Hay que agregar que el docente juega un papel muy importante en este factor, ya que es él quien gestiona y crea los ambientes de aprendizaje para trabajar con estos recursos.

Otra de las ventajas de trabajar con robótica educativa es el aprendizaje y la asimilación de conceptos complejos, como lo evidenció Costa et al. (2024), después de la intervención. También, Zúñiga et al. (2023), Jurado et al. (2023) y Castro et al. (2022), encontraron que los estudiantes captaron, comprendieron y se apropiaron significativamente de los conceptos de pensamiento computacional y algorítmico, desarrollando nuevas habilidades.

La motivación, la creatividad, el ingenio, el imaginar, el crear, el compromiso, la participación, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico en los participantes, fueron otras de las características que emergieron durante la intervención de robótica educativa, como lo demuestra Zúñiga et al. (2023), Jurado et al. (2023), Restrepo-Echeverri et al. (2022), Gerosa et al. (2022), Cano (2022), Pinheiro y Soares (2022), Matos y Zannin (2021) y Solano y Ruiz (2019), permitiendo la construcción y experimentación en conjunto y así el desarrollo cognitivo y potenciando habilidades, mientras sienten satisfacción.

Se rescata que los estudiantes, al estar solucionando problemas de la vida real, hacen que su integración al mundo laboral sea más fácil (Restrepo-Echeverri et al. 2022). La resolución de problemas no solo se enfoca en la parte matemática, sino que se puede transversalizar con otras áreas del conocimiento, permitiendo alcanzar aprendizajes que están por fuera de objetivos iniciales (Matos y Zannin, 2021). Los estudiantes al estar enfrentados a problemas de forma concreta, les permite analizar todas las variables del entorno que hacen participación, produciendo un desequilibrio cognitivo, ya que no existe un procedimiento a seguir para la solución, sino que en comunidad tienen que pensar, poner en práctica y evaluar dicha solución.

Cuando se trabajó con la población de la educación superior, se encontró que se incluyó también a la población docente, permitiendo la construcción de conocimiento en comunidad. Por otra parte, Souza et al. (2022) encontraron que la robótica educativa ofrece beneficios para la formación docente e impacta en las habilidades del pensamiento computacional de forma significativa, permitiendo la cualificación docente.

También se encontró que al usar la robótica educativa como estrategia de enseñanza – aprendizaje, se genera una independencia tecnológica en la población intervenida y la participación homogénea en cuanto al género (Solano y Ruiz, 2019), ya que es una tecnología que está a la disposición de los participantes. Lo anterior permite disminuir la brecha de género en cuanto al aprendizaje de la tecnología y las oportunidades laborales, brindándole la misma participación a todas las personas.

Conclusiones

Para sistematizar las conclusiones de este trabajo, inicialmente recordamos el objetivo, el cual consistía en analizar el progreso de la robótica educativa en los últimos cinco años en América Latina por medio de una revisión documental de las investigaciones científicas en *Scopus*. Existe una tendencia de trabajar con robótica educativa en América Latina, siendo Brasil el primero de la región, pero en comparación con países europeos, va muy atrasado. Los elementos estructurales más utilizados para la construcción de robot educativos son los bloques comerciales tipo lego y materiales reciclables. En cuanto a los lenguajes de programación, los más utilizados son Arduino (C++) y Scratch por su fácil adquisición y programación intuitiva, y la población más intervenida ha sido la educación secundaria y superior, incluyendo a los docentes.

Se encontró que la robótica educativa es una metodología que brinda un excelente escenario para el aprendizaje, ya que permite imaginar, crear, participar y trabajar en equipo, desarrollando la construcción conjunta de conocimiento y compromiso, produciendo desequilibrio cognitivo y motivación en los estudiantes al resolver problemas de la vida real. También se resalta el aprendizaje, comprensión y asimilación de conceptos avanzados del mundo de la robótica y la tecnología; y la facilidad de transversalizar con otras áreas del conocimiento.

Por otra parte, la robótica educativa, mediante un ambiente virtual de aprendizaje, demostró ser un espacio propicio para la enseñanza y estar al alcance de las instituciones educativas que solo cuenten con sala de informática y no un kit de robótica físico especializado. Lo anterior permite acceder a este aprendizaje a las poblaciones de bajos recursos, tanto niñas como niños, siendo una estrategia para disminuir la brecha de género en conocimientos informáticos.

Se recomienda para próximos estudios realizar investigaciones teniendo como foco principal a la educación inicial, ya que se encontraron pocos estudios en esta población. En general, se recomiendan más estudios contextuales en América Latina sobre este objeto de estudio, ya que Europa va adelantado en este proceso.

Referencias Bibliográficas

- Barrera, A. H. M. (2024). Habilidades del Pensamiento Computacional y la Robótica Educativa en Estudiantes de Educación Inicial y Básica: Una Revisión Sistemática Desde la Literatura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 8798–8809. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10209
- Cano, S. (2022). A Methodological Approach to the Teaching STEM Skills in Latin America through Educational Robotics for School Teachers. *Electronics (Switzerland)*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/electronics11030395>
- Castro, A. N., Aguilera, C. A., y 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. *Formacion Universitaria*, 15(2). <https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000200151>
- Costa, J. A. de O., Guedes, E. B., Lima e Silva, J. P. F., y Rivera, J. A. (2024). Developing Computational Thinking in Middle School with an Educational Robotics Resource. *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications*, 110(2). <https://doi.org/10.1007/s10846-024-02082-7>
- Gerosa, A., Koleszar, V., Tejera, G., Gómez-Sena, L., y Carboni, A. (2022). Educational Robotics Intervention to Foster Computational Thinking in Preschoolers: Effects of Children’s Task Engagement. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.904761>
- Gonzalez-Fernández, M. O., González-Flores, Y. A., y 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). https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301
- Jurado, F., Maldonado, E., y Mayorga, T. (2023). Educational robotic omnidirectional type for learning focused on the field of electronics and programming in the San Marino Educational Unit. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 2023(E55).
- Lima, J. R., y Ferreira, H. (2020). Contributions of didactic engineering as a guiding element in the teaching of physics: Studying the phenomenon of meeting of bodies with activities of educational robotics. *Revista Brasileira de Ensino de Fisica*, 42. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0021>

- Matos, M. T., y Zannin, M. (2021). Educational Robotics: Building and Applying an App-controlled Car to Study Newton's Laws. *Open Education Studies*, 3(1). <https://doi.org/10.1515/edu-2020-0139>
- Nascimento, L. M. do, Neri, D. S., Ferreira, T. do N., Pereira, F. de A., Albuquerque, E. A. Y., Gonçalves, L. M. G., y Sá, S. T. de L. (2021). sBotics - Gamified Framework for Educational Robotics. *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications*, 102(1). <https://doi.org/10.1007/s10846-021-01364-8>
- OCDE. (2023). *Comparing countries and economies performance in PISA 2022*.
- OCDE. (2024). *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. ¿Qué es PISA?*
- Pinheiro, R. S. G., y Soares, M. H. F. B. (2022). Educational Robotics, Chemistry Teaching and Cooperative Learning: a Proposal for the Course of University Education in Civil Engineering. *Quimica Nova*, 45(8). <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170906>
- Restrepo-Echeverri, D., Jiménez-Builes, J. A., y Branch-Bedoya, J. W. (2022). Education 4.0: integration of educational robotics and smart mobile devices as a didactic strategy for the training of engineers in STEM. *DYNA (Colombia)*, 89(222). <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n221.100232>
- Rosero, C. O. A. (2024). Fundamentos Teóricos del uso de la Robótica Educativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 6364–6375. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9979
- Solano, P. F., y Ruiz, I. H. (2019). The experience of implementing the Intercollegiate Educational Robotics Olympiad within the framework of the Training of Trainers in Vulnerable Areas Project in Costa Rica. *CLEI Eletronic Journal (CLEIej)*, 22(2). <https://doi.org/10.19153/cleiej.22.2.6>
- Souza, I. M. L., Andrade, W. L., y Sampaio, L. M. R. (2022). Educational Robotics Applications for the Development of Computational Thinking in a Brazilian Technical and Vocational High School. *Informatics in Education*, 21(1). <https://doi.org/10.15388/infedu.2022.06>
- Vélez, J. D. (2014). *Perspectiva epistemológica para la investigación educativa: aspectos fundamentales, teóricos y metodológicos* (Grupo Editorial Xodo).
- Zúñiga, M. R. F., Mejía, C. I. C., Salazar, E. B. G., Tenorio, M. M., Trujillo, M. M. A., y Hurtado, A. J. A. (2023). Adjusting the ChildProgramming Methodology to Educational Robotics Teaching and Debugging. *Education Sciences*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/educsci13090936>