

La robótica educativa y el desarrollo sostenible: una revisión de la literatura con miras a su fomento

Pedro Arístides Salas Velázquez¹

Universidad de Los Andes, Venezuela

pedrosalas@ula.ve

pasv1977@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2210-3046>

Miguel Ángel Díaz Rodríguez²

Universidad de Los Andes, Venezuela

dmiguel@ula.ve

miguediazr@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7243-4957>

Resumen

Introducción: Este trabajo presenta un estudio documental relacionado con la aplicación de la robótica educativa para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe. El objetivo de la investigación se centra en impulsar la inversión en la robótica educativa para la enseñanza de las buenas prácticas tecnológicas. Los temas tratados son: la inversión en la innovación educativa, la importancia de la Educación STEAM (acrónimo en inglés de Ciencia Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) para el desarrollo sostenible y la formación docente en robótica educativa. En cada uno de ellos se puede identificar las tendencias y los desafíos que se han presentado para su implementación en los países de la región. Además, se describe un estudio de caso en la formación docente de Panamá. Las conclusiones y recomendaciones destacan la importancia de la inversión en la formación técnica y profesional de niños y adolescentes en el uso de las nuevas tecnologías, donde la robótica educativa tiene un potencial significativo para el desarrollo sostenible y se invita a invertir a los distintos actores para su uso en las escuelas.

Palabras clave: robótica educativa, educación, desarrollo sostenible, formación técnica.

Educational robotics and sustainable development: a review of the literature with a view to its promotion

Introduction: This paper presents a documentary study on the application of educational robotics for sustainable development in Latin America and the Caribbean. The research objective focuses on promoting investment in educational robotics to teach good technological practices. The topics addressed are investment in educational innovation, the importance of STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Education for sustainable development, and teacher training in educational robotics. In each of them, it is possible to identify the trends and challenges arising from its implementation in the region's countries. In addition, a case study on teacher training in Panama is described. The conclusions and recommendations highlight the importance of investing in the technical and professional training of children and adolescents in using new technologies, where educational robotics has a significant potential for sustainable development and invites the different actors to invest in its use in schools. □

Keywords: educational robotics, education, sustainable development, technical training.

Recibido: 19-12-23

Revisado: 30-01-24

Aceptado: 30-03-24

Cómo citar este trabajo:

Pedro, S. y Díaz, M. (2024). La robótica educativa y el desarrollo sostenible: una revisión de la literatura con miras a su fomento. *Visión Gerencial*, 23, Número especial, pp. 202-211. Disponible en: <http://erevistas.saber.ula.ve/visiongerencial>

¹ Profesor Agregado de la Universidad de Los Andes, Venezuela. Núcleo Universitario Alberto Adriani, Facultad de Ingeniería.

² Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad de Los Andes. Venezuela

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la robótica se ha introducido en los diferentes niveles educativos con el fin de promover el aprendizaje activo, creativo y colaborativo de los estudiantes. Su uso en las escuelas ayuda a producir cambios en los modos de actuar y pensar tanto en los estudiantes como en los educadores (Moreno et al., 2012), pues su uso como recurso didáctico en las metodologías activas, permite el fortalecimiento de actividades para la solución de problemas (González, 2021). Entre estas metodologías activas se encuentra la educación STEM³ (Restrepo et al. 2022).

A pesar de que en los últimos años la robótica educativa ha percibido un notable progreso debido a su potencial para el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes, no se han encontrado estudios que la relacionen con el desarrollo industrial sostenible, entendiéndose a éste, como un tipo de industrialización que busca el equilibrio entre la economía, la sociedad y el medio ambiente. Por esta razón, surge el siguiente cuestionamiento: ¿Cómo puede la robótica educativa ser una propuesta para el desarrollo sostenible? Para responder a esta interrogante, se plantea la siguiente hipótesis de estudio: la robótica educativa puede ser enfocada para el desarrollo sostenible, si se incentiva la inversión en innovación educativa por parte de la industria y los entes gubernamentales. Para ello, se debe considerar el concepto de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) propuesto por la UNESCO (siglas en inglés de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación). Con base en esta hipótesis, se plantea como objetivo de este estudio, impulsar la inversión en la robótica educativa para la enseñanza de las buenas prácticas tecnológicas relacionadas con el desarrollo sostenible.

El objetivo planteado implica realizar una revisión de la literatura considerando los siguientes puntos de interés: visión de los

organismos gubernamentales sobre la innovación educativa, relación entre la educación STEAM, la robótica educativa y el desarrollo sostenible, y la formación de docentes en este campo. El estudio se ha realizado siguiendo las pautas de la investigación documental; y se incluyó, como caso de estudio, la experiencia de Panamá en la capacitación de sus docentes para contribuir con el desarrollo sostenible. La limitación de esta investigación radica en que el artículo no pretende ofrecer soluciones concretas, sino involucrar a los organismos gubernamentales, el sector empresarial, las universidades e instituciones educativas, en la inversión educativa para el desarrollo industrial sostenible en América Latina y el Caribe.

El artículo se organiza de la siguiente manera: en primer lugar, se explica *la metodología* de trabajo adoptada para desarrollar la investigación. En segundo lugar, se describen *los resultados* con sus respectivas discusiones y aportes. En tercer lugar, se presentan *las conclusiones y las recomendaciones*, entre las cuales se invita a los diferentes sectores económicos en la inversión para la formación técnica y profesional de niños y adolescentes en la práctica de las nuevas tecnologías.

2. METODOLOGÍA

Esta investigación se basa en un estudio documental complementado con la descripción de un caso de estudio. El enfoque documental se realiza mediante la indagación sobre varios aspectos teóricos producto de la revisión de la literatura en internet, entre los cuales están la educación STEAM para la formación técnica y profesional de los estudiantes, la inversión en innovación educativa para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y el uso de la robótica para la enseñanza de las buenas prácticas tecnológicas. En el caso de estudio, se describe la experiencia de la capacitación de docentes panameños en educación STEAM y robótica educativa, la cual está basada en la observación directa de los hechos por parte de uno de los autores, quien participó como

³ STEM es un acrónimo en inglés de Ciencia, Ingeniería, Tecnología y Matemáticas)

desarrollador y facilitador de contenido para la organización encargada del programa educativo.

Para la revisión de la literatura, se recopilaron datos sobre los siguientes temas: la educación STEAM, la robótica educativa, el desarrollo sostenible y la inversión en innovación educativa en América Latina y el Caribe. Como instrumento de búsqueda se utilizó Bing Chat®, buscador avanzado de Microsoft® basado en inteligencia artificial. El procesamiento de estos datos se realizó según las recomendaciones dadas por Muñoz (2011), respetando los métodos y técnicas para desarrollar una lectura crítica y el análisis de documentos. A medida que se presenta la información, se discute los temas con sus respectivos aportes, para finalmente presentar la conclusión y recomendaciones pertinentes.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La revisión documental permite agrupar la información en los siguientes temas de discusión: la inversión en la innovación educativa, la importancia de la educación STEAM para el desarrollo sostenible y la formación docente en robótica educativa. Por otro lado, en la descripción del caso de estudio se presenta la experiencia en la capacitación de los docentes panameños en educación STEAM y robótica educativa por parte de la organización FUNDESTTEAM (Fundación para el Desarrollo de las STEAM).

3.1. La inversión en la innovación educativa

La revisión de la literatura proporcionó dos documentos de gran interés en la inversión en innovación educativa, ambos enfocados en el empleo de las nuevas tecnologías para los países en desarrollo. El primero es un documento de Hanni (2019) presentado ante la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el cual se menciona la

clave para alcanzar una Educación y Formación Técnica y Profesional (EFTP)⁴. El segundo es un informe sobre tecnología e información, elaborado en el año 2021 por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, por sus siglas en inglés).

Para Hanni (2019) la clave para alcanzar una educación y formación técnica y profesional, adaptada a los nuevos cambios tecnológicos, es a través del financiamiento en el sector educativo. Esto ha sido analizado posteriormente por otros investigadores, quienes han relacionado el impacto de las inversiones para el capital humano en el desempeño económico y el bienestar individual y social. Entre estos investigadores cabe citar el trabajo desarrollado por Valdebenito (2022), quien expone un panorama regional para el desarrollo de la EFTP, considerando los actores y aspectos influyentes en las dinámicas actuales y en los desafíos futuros.

En el caso del informe sobre tecnología e información de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2021), se hace referencia a la influencia de las tecnologías de frontera y a la cuarta revolución industrial en los países en desarrollo. El informe señala que: “aunque sea probable que las nuevas tecnologías penetren en diversos sectores de la economía y de las actividades sociales, los países en desarrollo deberían adaptar, y utilizar deliberadamente la automatización para incrementar su productividad, promover la diversificación de sus economías y generar puestos de trabajo” (UNCTAD, 2021). Para alcanzar esos objetivos, en el informe se menciona que estos países tendrán que superar una serie de retos en los cuales, cabe resaltar ciertos aspectos. En primer lugar, los países de bajos ingresos tienen menos personas calificadas y son eminentemente agrícolas, lo que hace que el aprovechamiento de las nuevas tecnologías sea más lento. En segundo lugar, se indica que estos países suelen innovar emulando a los países industrializados, diversificando sus economías, y absorbiendo y adaptando nuevas tecnologías para su uso local,

⁴ Según la UNESCO (2019), la EFTP se define como un conjunto de procesos formativos que permiten adquirir conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para el

desempeño de una ocupación o grupo de ocupaciones en el mercado laboral.

pero este proceso es más lento en los países pobres. Y, en tercer lugar, se debe prever que una estricta protección de la propiedad intelectual, restringe el uso de tecnologías de frontera en estos países, que podrían ser valiosas en áreas relacionadas con los objetivos de desarrollo sostenible. Para superar estos retos, se sugiere que los gobiernos y la comunidad internacional deben orientar el uso de las nuevas tecnologías para que apoyen el desarrollo sostenible. Entre las opciones que se proponen están, el acceso a las tecnologías patentadas, la mancomunación de patentes, los centros de intercambio de información y las licencias de código abierto. Además, su financiación puede provenir de fuentes oficiales, de la inversión de impacto, del capital de riesgo, la micro financiación colectiva y los fondos de innovación y tecnología (UNCTAD, 2021). De esta manera, lo establecido por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo refuerza lo promovido por la CEPAL, al impulsar el desarrollo de una educación con formación técnica y profesional adaptada a los nuevos cambios.

3.2. Importancia de la educación STEAM para el desarrollo sostenible

La industria latinoamericana y caribeña requiere innovación e investigación para aprovechar y cuidar mejor el ambiente (CEPAL, 2018). Problemas ambientales tales como el cambio climático, la degradación ambiental, la deforestación y el agotamiento de los recursos naturales, demandan la implementación de políticas de protección que fomenten el bienestar social desde las escuelas. Pues, la educación permite que las personas se conviertan en artífices para la sostenibilidad (UNESCO, 2020).

Los avances educativos en educación para el desarrollo sostenible han propiciado la introducción de metodologías activas para la capacitación tecnológica, y de esta manera, promover el aprendizaje a través de la experiencia y la experimentación (UNESCO, 2012). Una de estas metodologías es la

educación STEM, cuyo enfoque está orientado a la formación de docentes que puedan diseñar proyectos que integren las formas de pensar, hacer y hablar en sus educandos para enfrentar los problemas complejos del mundo (Martín y Santaolalla, 2020). El término STEM es un acrónimo en el idioma inglés de las disciplinas que la conforman: ciencia, tecnología ingeniería y matemática. Sin embargo, algunos autores involucran al arte en esta metodología, y entonces usan el término STEAM (Olalla et al. 2022). Independientemente de su orientación, López et al. 2020, señalan que la educación STEM-STEAM logra sus objetivos y metas siguiendo la aplicación de diversos modelos, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje.

A través de la revisión de la literatura es posible encontrar información sobre los principales organismos competentes en la promoción del enfoque educativo STEM-STEAM. Entre los cuales resaltan la UNESCO, el Portal Educativo de las Américas y la Fundación Panamericana para el Desarrollo, como los más importantes para esta investigación. En el año 2009, la UNESCO estableció un programa global de educación para el desarrollo sostenible, con la finalidad de proporcionar a los educandos de todas las edades los conocimientos, las competencias, los valores y habilidades necesarios para superar los desafíos mundiales. Entre sus ámbitos de acción, el programa promueve el fortalecimiento de las capacidades de los educadores para facilitar la transición de los estudiantes hacia modos de vida sostenibles, donde las herramientas tecnológicas contribuyen a crear sociedades más justas, equitativas, pacíficas y sostenibles (UNESCO, 2021). Esta concepción de la EDS ha incentivado el uso de metodologías activas para la transformación educativa, y donde la educación STEAM juega un papel importante en el desarrollo tecnológico y científico de la sociedad (PUCV, 2022).

En el contexto de los países de nuestra región, la Organización de los Estados Americanos (OEA) ha desempeñado un papel fundamental en la formación de docentes en la educación STEM-STEAM. Este enfoque educativo promueve oportunidades de aprendizaje significativas (Portal

Educativo de las Américas, 2023). Una de las razones por las cuales se incentiva la aplicación de esta metodología en el aula, es su capacidad de enseñar a los estudiantes a resolver problemas de la vida real mediante la indagación, la investigación y el aprendizaje colaborativo. Otra de las razones que impulsa el uso del enfoque STEAM se encuentra en la innovación para el desarrollo de las clases. Para lograrlo, se deben cumplir con ciertos requisitos, entre los cuales están: la aplicación del proceso de diseño de la ingeniería como metodología de investigación, la inmersión de los estudiantes en la indagación práctica y la exploración abierta, el desarrollo de contenidos adecuados al nivel de aprendizaje, la evaluación de las actividades con múltiples respuestas correctas como parte necesaria del proceso de aprendizaje, el desarrollo de las actividades mediante el trabajo productivo de equipo, y por último la inclusión de las artes en el proceso de enseñanza.

Por otro lado, y siguiendo los principios educativos para la sostenibilidad propuestos por la UNESCO y la OEA, la Fundación Panamericana para el Desarrollo (PADF, por sus siglas en inglés), ha asumido el compromiso de impulsar el programa STEM Américas. Esta iniciativa permite emprender los medios de vida sostenibles a través de la educación STEM en América Latina y el Caribe. Como principal objetivo del PADF, en su portal web se menciona: "garantizar que las poblaciones vulnerables tengan acceso a una educación de alta calidad y adquieran las habilidades para ingresar a la fuerza laboral, asegurar nuevos empleos o iniciar nuevos negocios" (PADF, 2023).

3.3. La formación docente en robótica educativa

La implementación de herramientas de aprendizaje adecuadas para la enseñanza de las buenas prácticas tecnológicas en las escuelas, impulsa el concepto de desarrollo sostenible. Entre estas tecnologías educativas, la robótica ha contribuido al desarrollo

sostenible de la sociedad y el medio ambiente, al influir en 13 de los 17 objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030 (Vor Borstel y Gutiérrez, 2022). La robótica se fundamenta en el diseño, la construcción y la programación de objetos. Los robots pueden diseñarse con materiales de bajo costo, materiales reciclados, con la compra de set de marcas comerciales o de simuladores virtuales. Sin importar cual sea el tipo de material a usar, los alumnos buscan resolver un problema utilizando piezas mecánicas y componentes electrónicos, además de las herramientas informáticas para la programación computacional. Estas actividades desarrolladas en un ambiente de trabajo colaborativo permiten reflexionar sobre el impacto de la tecnología en el ambiente.

La importancia de la robótica en la formación de niños y adolescentes, hace necesario analizar el papel del docente como participe en la aplicación de metodologías activas que involucren el uso de cualquier tecnología de aprendizaje. Aunque la literatura menciona ciertos aspectos, son pocos los avances al respecto. Según González et al. (2021a), la capacitación del docente debe estar acorde con las capacidades específicas que requiera la tecnología por utilizar, debe estar orientada hacia un pensamiento flexible-creativo, para el desarrollo de estrategias y debe permitir la configuración de ambientes de aprendizaje favorables. Esto permite que el robot pueda adquirir diversos roles, dependiendo del contenido, la intensidad del docente y el perfil del estudiante. Por otro lado, Roca (2021) realiza una revisión de la literatura para demostrar que la robótica es una herramienta eficiente en el desarrollo del pensamiento computacional en educación primaria, pues la programación del control del comportamiento y acciones del robot contribuye a la formación con actividades divertidas. Sin embargo, advierte sobre las barreras existentes para la implementación de la robótica en las escuelas, entre las cuales se encuentran: la ausencia de conocimientos y de recursos que faciliten y guíen la labor docente, la lentitud de las políticas educativas para introducir la robótica en el currículo escolar formal y la formación profesional docente. Además, Roca enfatiza algo importante: la robótica no es un recurso barato, su costo no está al alcance de todas

las familias, lo que ha llevado a que su enseñanza sea incentivada por academias privadas.

Por último, es importante señalar que la formación de docentes en la robótica educativa requiere del desarrollo de actitudes propias de la disciplina. En este particular, Castro et al. (2022) indican dos consideraciones al respecto. En primer lugar, la impresión que los profesores tienen hacia la robótica puede afectar su disposición para ser utilizada en el aula, pues requiere de habilidades tecnológicas. Y, en segundo lugar, es esencial que los docentes de educación básica aborden su formación desde una perspectiva que involucre la educación STEM. Una vez consolidadas estas actitudes, el docente estará preparado para generar sus propias estrategias para la planificación, ejecución y solución de un problema en particular que requiera el uso de robots.

3.4. Innovación en las escuelas. Caso: la formación docente en Panamá

Los avances educativos en América Latina y el Caribe, han permitido que la robótica, más allá de ser una herramienta de aprendizaje comúnmente usada por la educación STEAM, se convierta en una disciplina pedagógica. Para González et al. (2021b), la incorporación de tecnologías, como la robótica, ha demostrado ser beneficioso en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. A pesar de estos avances, aún existen desafíos importantes que se deben enfrentar en la región para lograr su implementación efectiva. Estos desafíos incluyen la falta de recursos y financiamiento para la enseñanza, la carencia en cuanto a la capacitación y formación docente en esta disciplina, la ausencia de políticas públicas que promuevan la inclusión de la robótica en los planes de estudio, la falta de coordinación entre instituciones educativas y el sector industrial, entre otros más (Lion, 2019). A pesar de estos obstáculos, algunos países como Colombia, Uruguay, Costa Rica, Chile, Argentina y Paraguay, han logrado avances

significativos en la implementación de la robótica en sus sistemas educativos.

Un caso de mención particular es la experiencia reciente de Panamá en la formación de sus docentes en el uso de nuevas tecnologías educativas. Desde el año 2018, el Despacho de la Primera Dama de la República, en conjunto con el Ministerio de Educación (MEDUCA), firmaron un convenio con la organización FUNDESTEAM para impulsar la educación STEAM y la robótica educativa en las escuelas públicas de Panamá (MEDUCA, 2020). Los programas educativos están orientados al fortalecimiento de las competencias pedagógicas de los docentes y el desarrollo cognitivo de estudiantes en los niveles primaria, premedia y media. Estos diplomados también fomentan la participación en competencias, como la Olimpiada Mundial de Robótica WRO™ (siglas en el idioma inglés de World Robot Olympiad), evento que estimula el aprendizaje en la solución de problemas del mundo real en niños y jóvenes en edades comprendidas de 8 a 19 años. La WRO™ se enfoca en desafíos relacionados con los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Por ejemplo, el evento del año 2023, presentó como tema, *conectando el mundo*; donde las ideas del desarrollo industrial sostenible jugaron un papel crucial en el diseño de sistemas robóticos para una conectividad más sostenible, segura y eficiente.

La capacitación de los docentes por medio de los diplomados, se está desarrollando de manera anual desde el año 2022, con una duración mínima de 240 horas académicas y de manera virtual. El contenido ha sido adaptado para que los docentes desarrollen sus competencias en la aplicación de nuevas tecnologías, y además, ayuden a sus estudiantes en el proceso de aprendizaje. Las competencias conceptuales incluyen el reconocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y su valoración en la educación, y la integración del enfoque STEAM en el aula para la solución de problemas reales. En cuanto a las competencias procedimentales, se resalta la relevancia del uso de la tecnología en el aula para que los estudiantes desarrollen sus habilidades cognitivas, así como el fortalecimiento del trabajo

colaborativo para lograr eficazmente el diseño y construcción de los robots. Y en el caso de las competencias actitudinales se enfatiza la valoración de la gamificación para fomentar el aprendizaje, la elaboración efectiva de lecciones STEAM y el reconocimiento del trabajo colaborativo entre educadores de diferentes regiones del país. Cabe mencionar que el diplomado del año 2023, incluyó un componente innovador en su contenido programático: el diseño de un robot para la solución de problemas reales enfocados en los ODS 9 y 14 de la Agenda 2030, para ser presentado en el torneo de la WRO™ en el mes de diciembre.

En referencia con el diplomado del 2023, vale destacar que se inscribieron 723 docentes, de los cuales 523 participantes lo culminación de manera exitosa, lo que representa el 72.34 % del personal capacitado para el año 2023. Para el mes de Agosto, estos docentes, bajo la asesoría de la organización FUNDESTEAM, participaron en la primera etapa del evento WRO™ que correspondió a las competencias regionales. Durante el desarrollo del diplomado, se motivó la participación en la categoría futuros innovadores, la cual se basa en el diseño de proyectos libres que promuevan la innovación y el emprendimiento de soluciones creativas.

De esta manera, el estado panameño lidera la innovación en la formación de sus educadores y educandos, en concordancia con los ámbitos de acción prioritarios establecidos por la UNESCO, para lograr una educación de calidad (Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas). Estos ámbitos incluyen la promoción de políticas, la transformación de los entornos de aprendizaje, el fortalecimiento de las capacidades de los educadores, el empoderamiento de la juventud y la aceleración de las acciones a nivel local. Así se refleja el compromiso de fortalecer a los docentes en el uso de las nuevas tecnologías educativas para abordar cuestiones de sostenibilidad, como el cambio climático, la

biodiversidad, la reducción del riesgo de desastres, el agua, los océanos, la urbanización sostenible y los modos de vida sostenibles.

4. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El logro de los objetivos de desarrollo sostenible, propuestos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, requiere del impulso en inversión educativa. La educación de calidad a la cual se refiere el ODS 4 estipula entre sus metas, el acceso igualitario de todos los hombres y mujeres a una formación técnica, profesional y superior que le permita acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento. Para ello, el sistema educativo debe aumentar las competencias en el uso de las nuevas tecnologías. Esto requiere que la inversión provenga de todos los sectores que influyen en la economía, y de la cooperación mutua entre naciones para seguir y mejorar los modelos existentes. La inclusión de metodologías activas es una manera de iniciar estos cambios al corto plazo, pues no amerita un cambio significativo en el diseño instruccional de las asignaturas, tal como se ha demostrado en los países desarrollados, con la adopción de educación STEAM como enfoque educativo.

La revisión de la literatura permitió confirmar la hipótesis de que la robótica educativa puede ser una propuesta para lograr el desarrollo sostenible, mediante la inversión del sector industrial y de entes gubernamentales; así lo corroboran las propuestas y conclusiones presentadas por expertos ante organismos internacionales de América Latina y el Caribe. Esto se debe a que las políticas gubernamentales no han sido suficientes, y necesitan del apoyo de la inversión privada, donde la industria es un sector clave para el logro de éstas. En tal sentido, se recomienda que los diferentes sectores económicos inviertan en las escuelas públicas para la enseñanza de las buenas prácticas tecnológicas relacionadas con el desarrollo sostenible. Asimismo, se sugiere que los entes gubernamentales fortalezcan la capacitación docente en educación STEAM y robótica educativa, y que se difundan las experiencias exitosas de estas prácticas que se han

implementado de manera global, como en el caso de Panamá.

Por último, hay que destacar que la inversión en la robótica impulsa la solución de problemas comunes entre las naciones. Un ejemplo de esto se evidencia en la participación de 93 países en el torneo internacional WRO® con proyectos creados por estudiantes para afrontar los diversos desafíos industriales de forma significativa y creativa. Este tipo de iniciativa puede motivar el desarrollo de soluciones comunitarias para los problemas que presentan las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Aunque la robótica no sea la herramienta de aprendizaje idónea en todos los casos, las PYMES pueden beneficiarse de soluciones innovadoras que requieran ser implementadas; apostando a la formación profesional y técnica de niños y adolescentes como futuros empleados o emprendedores. Finalmente, se propone que la robótica educativa se convierta en una disciplina en la que cada docente pueda diseñar las lecciones prácticas de sus asignaturas a través de la gamificación.

5. AGRADECIMIENTO

El autor principal expresa su sincero agradecimiento a la Organización FUNDESTTEAM por su preparación profesional en educación STEAM y robótica educativa. Además, agradece su participación como desarrollador de contenidos e instructor en la transferencia de conocimientos en el Diplomado en educación STEAM con énfasis en la Olimpiada en Robótica durante los años 2022 y 2023. Finalmente, se agradece todo tipo de colaboración e información que fue proporcionada para el desarrollo de este trabajo de investigación.

6. REFERENCIAS

- Bermúdez, S. (2021, Septiembre 07). *Por qué hay cada vez más robótica en las aulas argentinas, una disciplina que va mucho más allá de la programación*. Infobae. <https://www.infobae.com/educacion/2021/09/08/por-que-hay-cada-vez-mas-robotica-en-las-aulas-argentinas-una-disciplina-que-va-mucho-mas-alla-de-la-programacion/>
- Castro, A., Aguilera, C. y Chávez, D. 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), pp. 151-162. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000200151>
- CEPAL (2018). *La agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- García, O., Raposo, M. Martínez, M. (2022). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), pp. 191-202. <https://dx.doi.org/10.5209/rced.77261>
- González, M. (2021). *Robótica educativa. Una perspectiva didáctica en el aula.*, Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. <http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/handle/123456789/1157>
- González, M. Flores, Y. Muñoz, C. (2021a). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(2), 2301. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301
- González, M., González, Y. y Ornelas, M. (2021b). Aprendizaje STEAM a través de talleres de robótica para niños. En M. González

- (Comp.), *Robótica educativa. Una perspectiva didáctica en el aula* (pp. 126-136) Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. <http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jsui/handle/123456789/1157>
- Hanni, M. (2019). *Financiamiento de la enseñanza y la educación y la formación técnica y profesional en América Latina y el Caribe*. Serie Macroeconomía del Desarrollo, No. 200 (LC/TS.2019/29), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Lion, C. (2019). *Los desafíos y oportunidades de incluir tecnologías en las prácticas educativas. Análisis de casos inspiradores*. Oficina para América Latina del IPE de la UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375589>
- López, M., Córdoba, C. y Soto, J. (2020). Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI. *Latin American Journal of Science Education*. 7(12002), pp. 1-16. http://www.lajse.org/may20/2020_12002.pdf
- Martín, O. y Santaolalla, E. (2020). Educación STEM. Formación con conciencia. *Padres y Maestros*, 381, pp. 41-46. <http://dx.doi.org/10.14422/pym.i381.y20.006>
- MEDUCA (2020, Abril 13). *Fundestam pone a disposición de estudiantes y docentes, laboratorios virtuales de simulación*. <https://www.meduca.gob.pa/node/3457>
- Moreno I., Muñoz L., Serracín, J., Quintero, J., Pittí, K. Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *TESI*, 13(2), pp. 74-90. <http://dx.doi.org/10.14201/eks.9000>
- Muñoz, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. Editorial Pearson Educación.
- PADF (2023). STEM Américas. https://www.padf.org/wp-content/uploads/2021/10/STEM_One-Page_Final_Spanish.pdf#:~:text=El%20programa%20STEM%20Americas%20es%20una%20iniciativa%20de,y%20matem%C3%A1ticas%29%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.
- Portal Educativo de las Américas (2023). *Diplomatura en educación STEM-STEAM*. OEA. <https://portal.educoas.org/es/cursos/diplomatura-en-educaci-n-stem-steam>
- PUCV (2022, Diciembre 07). *Investigadores y docentes de América latina potenciarán red de educación STEAM*. <https://www.pucv.cl/pucv/noticias/destacadas/investigadores-y-docentes-de-america-latina-potenciaran-red-de-educacion>
- Roca, F. (2021). *La robótica educativa como herramienta de desarrollo del pensamiento computacional en educación primaria* [Tesis de maestría, Universitat Oberta de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/10609/133093>
- Restrepo, D., Jiménez, J. y Branch, J. (2022). Educación 4.0: integración de robótica educativa y dispositivos móviles inteligentes como estrategia didáctica para la formación de ingenieros en STEM. *DYNA*, 89(222), pp. 124-135. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n222.100232>

UNCTAD (2021). *Informe sobre tecnología e información 2021. Subirse a la ola tecnológica*. Naciones Unidas. https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020overview_es.pdf

UNESCO (2012). *Educación para el desarrollo sostenible. Libro de consulta*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000216756>

UNESCO (2019). *Educación y formación técnica y profesional (EFTP)*. <https://es.unesco.org/EFTP-ALC>

UNESCO (2020). *Educación para el desarrollo sostenible. Hoja de ruta*. <https://www.unesco.org/es/education-sustainable-development>

UNESCO (2021). *Estrategia de la UNESCO sobre la innovación tecnológica en la educación (2022-2025)*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378847_spa

UNESCO (2023, Abril 24). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje*. <https://www.unesco.org/es/articles/educacion-para-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible-objetivos-de-aprendizaje>

Valdebenito, M. (2022). *Educación y formación técnica y profesional*. Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación (IIEP) de la UNESCO. <https://siteal.iiep.unesco.org/eje/educacion-y-formacion-tecnica-y-profesional>

Vor Borstel, F. y Gutiérrez, J. (2022, Junio 23). *Impacto de la robótica en la sociedad*. Resonancia Científica, Coscyt. <https://resonanciacientifica.coscyt.mx/tecnologia-innovacion-y-desarrollo/impacto-de-la-robotica-en-la-sociedad/>