

Artículo de Investigación

Robótica educativa en la Educación Media: un estudio bibliométrico

Educational robotics in High School: a bibliometric study

Filiberto Guzmán-Chitiva¹: Universidad de La Salle, Colombia.

fguzman72@unisalle.edu.co

Ronald Saúl Gutiérrez-Ríos: Universidad de La Salle, Colombia.

rogutierrez@unisalle.edu.co

Fecha de Recepción: 07/06/2024

Fecha de Aceptación: 16/07/2024

Fecha de Publicación: 24/07/2024

Cómo citar el artículo (APA 7^a):

Guzmán-Chitiva, F. y Gutiérrez Ríos, R.S. (2024). Robótica educativa en la Educación Media: un estudio bibliométrico [Educational robotics in High School: a bibliometric study]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-388>

Resumen:

Introducción: La robótica educativa proporciona un ecosistema de aprendizaje práctico en un entorno lúdico con una combinación de actividades, herramientas, y tecnologías pedagógicas, que atraen y motivan a estudiantes en el nivel de educación media a aprender y aplicar las habilidades y conocimientos en informática, programación, tecnología, matemáticas y ciencias. **Metodología:** Para la revisión bibliométrica se utiliza la pregunta ¿Cuál es el uso que se hace de la Robótica Educativa en la educación media? Con el interés de realizar un procedimiento metódico y riguroso se empleó la metodología PRISMA. **Resultados:** Las evidencias de los hallazgos encontrados se presentan sistematizadas mediante matriz de análisis y tablas de frecuencia. **Discusión:** La robótica educativa y los concursos de robótica además de educación STEM (educación técnica) también fortalecen elementos (i) intrasubjetivos, (ii) intersubjetivos y (iii) proyecto de vida, los cuales pueden caracterizarse como desarrollo de competencias socioemocionales (educación humanística) que se forman bajo un enfoque pedagógico de escuela activa, aprendizaje experiencial y métodos centrados en el estudiante, que estimulan el pensamiento crítico y creativo que conducen a la creación libre y genuina del componente socioemocional **Conclusiones:** La educación socioemocional, habilidades de trabajo en equipo y comunicación son aprendizajes transversales a la robótica educativa.

¹ Autor Correspondiente: Filiberto Guzmán Chitiva. Universidad La Salle (Colombia).

Palabras clave: aprendizaje experiencial; aprendizaje socioemocional; aprendizajes transversales; competencias socioemocionales; concursos de Robótica; construccionismo; robótica educativa; tecnología educacional.

Abstract:

Introduction: Educational robotics provides a practical learning ecosystem in a playful environment with a combination of activities, tools, and pedagogical technologies, which attract and motivate students at the secondary education level to learn and apply skills and knowledge in computer science, programming, technology, mathematics and science.

Methodology: For the bibliometric review, the question is used: What is the use made of Educational Robotics in secondary education? With the interest of carrying out a methodical and rigorous procedure, the PRISMA methodology was used. **Results:** The evidence of the findings found is presented systematized through an analysis matrix and frequency tables.

Discussion: Educational robotics and robotics contests in addition to STEM education (technical education) also strengthen elements (i) intrasubjective, (ii) intersubjective and (iii) life project, which can be characterized as development of socio-emotional competencies (humanistic education) that are formed under an active school pedagogical approach, experiential learning and student-centered methods, which stimulate critical and creative thinking that lead to the free and genuine creation of the socio-emotional component

Conclusions: Socio-emotional education, teamwork skills and communication are transversal learning to robotics. educational.

Keywords: experiential learning; socio-emotional learning; transversal learning; socio-emotional competencies; robotics competition; constructionism; educational robotics; educational technology.

1. Introducción

La sociedad del siglo XXI está signada por múltiples transformaciones científicas, tecnológicas y culturales: la 4ª revolución industrial, la inteligencia artificial, las redes 5G, el Internet de las cosas, el incremento en la cobertura poblacional del Internet, accesibilidad a la tecnología (*hardware* y *software*) a bajo costo, preferencia por el contenido digital, entre otros vectores, exigen a las personas estar preparadas para responder a esos cambios y liderar el compromiso de mejorar el mundo que nos rodea. Para ello la educación formativa debe ser una premisa fundamental en este proceso en el cual la robótica educativa (RE) proporciona un ecosistema de aprendizaje práctico en un entorno lúdico con una combinación de actividades, herramientas, y tecnologías pedagógicas, que atraen y motivan a estudiantes en el nivel de educación media a adquirir y practicar las habilidades y conocimientos en informática, programación, tecnología, matemáticas y ciencias.

A partir de la RE entendida como un ambiente de aprendizaje específico, apoyado en recursos como las Tecnologías de la Información y la Comunicación, en el que se requieren procesos de mediación pedagógica que permitan a los estudiantes adquirir competencias relacionadas con habilidades de diseño, construcción y programación de robots a través de la capacidad creativa e inventiva del estudiante según señalan Llanos-Ruiz *et al.* (2024), así mismo para Chiang *et al.* (2024) es posible direccionar aprendizajes en áreas STEM y animarlos a vincularse en carreras de este ámbito.

Según el marco de trabajo propuesto por Aparicio *et al.* (2016) una aproximación sistemática se puede abordar desde tres enfoques: personas, tecnologías y servicios. Para la presente revisión se asumió el enfoque de servicios, partiendo de la pregunta de investigación ¿Cuál es el uso que se hace de la RE en la educación media? de esta manera se presentarán las tendencias

investigativas, los enfoques pedagógicos y las metas de aprendizaje propuestas a partir de las investigaciones empíricas realizadas en la educación media, señalando las ventajas y desventajas identificadas, así como los hallazgos y desafíos para futuras investigaciones.

Las revisiones sistemáticas generan conocimientos útiles para diferentes usuarios o comunidades de interés. Desde esta perspectiva y con la notable adopción de la RE como ambiente de aprendizaje en la educación media se justifica la presente revisión para ofrecer a docentes, investigadores, administradores escolares y órganos regentes de los sistemas educativos un entendimiento desde dos perspectivas, en primer lugar un entendimiento metódico de la investigación empírica realizada y en segundo lugar el entendimiento de la relación entre la RE y los sistemas epistemológicos y pedagógicos que soportan la relación enseñanza-aprendizaje.

Con esta revisión bibliométrica se realiza un importante aporte a la comprensión de la efectividad del uso de la RE en la educación media, lo que a su vez puede orientar el diseño de políticas públicas y prácticas de enseñanza en este campo. Se aporta así claridad al estado del arte y se identifican las tendencias junto con los principales logros y resultados obtenidos.

2. Marco Teórico

La educación media es un nivel educativo que presenta particularidades frente a la educación superior o la educación básica, para este nivel educativo la RE permite diseñar materiales y cursos personalizados de acuerdo con el contexto de los estudiantes y permite aprendizajes autodirigidos y autoeficaces como lo señalan Kock *et al.* (2023), con los cuales se obtiene mayor motivación según Mayub *et al.* (2023) y comprensión de lo que hacen los ingenieros en ejercicio orientando hacia futuros aprendizajes en carreras STEM en lo que coinciden investigaciones de Rousouliotis *et al.* (2024), Copp *et al.* (2021) y Bampasidis *et al.* (2021), en un nivel educativo en el que elementos de motivación, interés, autogestión y desarrollo del proyecto de vida son importantes para consolidar una educación integral. A continuación, se definen los elementos teóricos de la RE que permitirán abordar el estudio bibliométrico del campo del conocimiento.

2.1. Robot

Etimológicamente, el término "robot" proviene de la palabra checa "robota", utilizada originalmente por Capek (1920), que significa trabajos forzados como los realizados por los siervos de la gleba. El vocablo comenzó a utilizarse a principios del siglo XX, en obras de ciencia ficción como las de Isaac Asimov y la ya referida de Capek. Un robot es un artefacto compuesto por una estructura mecánica, ya sea móvil o fija, y un componente electrónico que recibe señales del entorno a través de sensores, las procesa según el código de programación instalado y emite una señal de respuesta mediante actuadores, permitiéndole interactuar con su entorno. Para la presente investigación, el robot se considera una herramienta pedagógica utilizada en la enseñanza, con un enorme potencial para el aprendizaje experiencial dado que facilita el acceso a teorías y conceptos de áreas STEM de forma interdisciplinaria.

2.1.1. Robótica

La robótica se define como la disciplina que estudia los robots, en combinación con otras tecnologías para resolver problemas del entorno y de la humanidad, adquiriendo gran relevancia a partir de la cuarta revolución industrial. Con esta disciplina se alcanzan habilidades de diseño y construcción de secuencias de programación, con las que es posible verificar experimentalmente las consecuencias y precisión de las instrucciones transmitidas, así como comprender y detectar errores en los movimientos de programación o de

construcción y desempeño del robot, según argumentan Jawawi *et al.*, (2022).

2.1.2. Robótica educativa y los modelos pedagógicos que la sustentan

La robótica educativa consiste en enseñar el diseño, análisis, aplicación y funcionamiento de robots, incluyendo robots articulados, robots móviles o vehículos autónomos. Los modelos pedagógicos que explican el papel de los robots en el contexto educativo son el constructivismo, el constructivismo social y el construccionismo. Las premisas del constructivismo consideran el conocimiento como una experiencia que se construye activamente a través de la interacción con el entorno como lo expresa Piaget (1970). Basado en el constructivismo, en la robótica educativa, los estudiantes usualmente trabajan en problemas auténticos en grupos pequeños, aporte de Vygotsky (1976) sobre constructivismo social, donde los conocimientos previos son la base para construir nuevos conocimientos a partir de la experimentación como sostiene Dewey (1938). En este proceso de construcción del conocimiento, las evaluaciones formativas son tan importantes como el prototipo final y la evaluación sumativa. La utilización de problemas auténticos y prácticos de la vida real inducen al estudiante a fusionar conocimiento y práctica, estimulando la creatividad, la toma de decisiones y el trabajo en equipo para generar soluciones mediante el empleo de un marco tecnológico que involucra y motiva a los estudiantes. El uso de la RE también se sustenta en la teoría del construccionismo formulada por Papert (1980), quien afirma que mientras que constructivismo se centra en cómo los individuos construyen conocimiento internamente, el construccionismo enfatiza la construcción externa de artefactos sosteniendo que se aprende mejor cuando se está activamente involucrado en la creación de objetos que tienen significado para el individuo.

3. Metodología

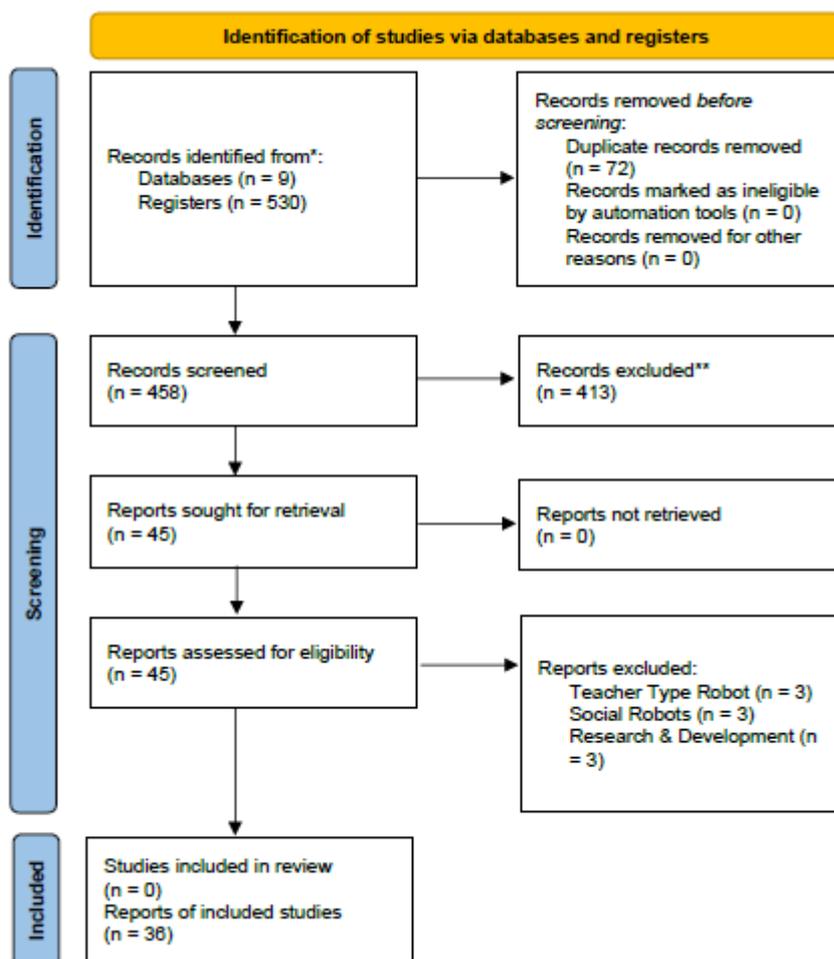
Para la reconstrucción del estado del arte de uso de RE en la educación media surge la pregunta ¿Cuál es el uso que se hace de la RE en la educación media? Con el interés de realizar una revisión metódica y rigurosa se empleó la metodología PRISMA prescrita por Page et al. (2021). Esta búsqueda se actualizó por última vez el 08 de junio de 2024; las bases de datos utilizadas como fuentes de información bibliográfica fueron Scopus, Dimensions, WoS, Scielo, Redalyc y Latindex por (i) ser las más representativas a nivel global y latinoamericano (ii) los filtros de calidad a las revistas (iii) los altos niveles de rigor académico de los artículos al incluir solamente investigaciones revisadas por pares. También se consultaron las bases de datos La Referencia y Repositorios Institucionales de Tesis de Doctorado en Educación en Colombia para ubicar referentes nacionales y latinoamericanos. La revisión sistemática se aborda desde un enfoque cuantitativo que permite según Ricoy (2006) evaluar los datos obtenidos, realizando así el registro y descripción detallada de cómo evolucionan o se comportan las diferentes variables examinadas en una serie de periodos concretos de acuerdo con Sánchez et al. (2010). En la búsqueda se utilizó operadores lógicos para lograr una exploración más exhaustiva, la ecuación de búsqueda se diseñó de manera amplia al incluir la raíz robot y los derivados de esta palabra y consultar los campos título, resumen y palabras clave con la intención de obtener una panorámica completa del campo del conocimiento; la ecuación utilizada fue: ROBOT* Y HIGH SCHOOL aplicada para la ventana de tiempo 2021, 2022, 2023 o 2024 y documentos tipo artículo en el campo de la Educación.

Los criterios de inclusión fueron (i) artículos en una línea de tiempo de tres años, (ii) área de educación (iii) que utilicen la robótica en la formación de estudiantes de educación media (iv) se incluyeron investigaciones de educación formal e informal (cursos de verano). Esta búsqueda arrojó un total de 530 documentos relacionados así: Scopus (85), Dimensions (75), WoS (97), Scielo (3), Redalyc (266), Latindex (0) Pubindex (1), La Referencia (2), Repositorios

Institucionales a nivel nacional (1). Luego de un primer filtro (screening de título, palabras clave y resumen) se identificaron 72 documentos duplicados, de los 458 documentos restantes se aplicaron criterios de exclusión así: otros niveles educativos (114), medicina (22), otras tecnologías (119), formación docente (59), conferencias (93) revisiones de literatura (6). A continuación, se aplicó un segundo filtro (screening del artículo) y se descartaron con los siguientes criterios de exclusión: robots tipo profesor (3) robots sociales (3), desarrollo material de enseñanza (3). Como se registra en la figura 2 se seleccionaron finalmente 36 documentos que cumplen con los criterios de inclusión de los cuales 34 son tipo artículo y dos tesis doctorales del ámbito latinoamericano (Colombia y Uruguay). El incluir solamente investigaciones revisadas por pares evitó el riesgo de sesgo en la selección de estudios.

Figura 2.

Diagrama de flujo proceso de selección de investigaciones



Fuente: Elaboración propia (2024).

Tanto la búsqueda en las diferentes bases de datos como los dos filtros de screening fueron realizados de manera independiente por los dos autores de la investigación apoyándose en una matriz de análisis elaborada en el *software Microsoft Excel* para filtrar los documentos duplicados, y una tabla dinámica para el análisis de palabras clave; luego del análisis independiente, los dos autores en sesión de trabajo conjunto acordaron los documentos que cumplieron con los criterios de inclusión. El trabajo independiente realizado por los autores permitió el doble propósito de (i) establecer una barrera para controlar el riesgo de sesgo en la selección (ii) garantizar la certeza de la información recuperada. Para el proceso de recolección

de datos de los 36 documentos seleccionados se siguió la misma ruta de acción aplicada en la selección, los investigadores realizaron lecturas independientes para complementar la base de datos con metadatos como identificación, objetivos, metodología, población, resultados y conclusiones en cada investigación para refrendar los datos en sesión de trabajo conjunto (filtro de certeza). En este paso se utilizó un traductor de documentos online para traducir del idioma coreano al idioma inglés la investigación #8.

4. Resultados

Los 36 documentos recuperados se presentan en la tabla 1 junto con la descripción del tiempo de la investigación y el tamaño de la población estudiada.

Tabla 1.

Documentos seleccionados para el análisis

| # | Autores / Año Duración / Población | Título de la investigación |
|----|--|---|
| 1 | (Liang y Hwang, 2023) 5 semanas - 80 estudiantes | A robot-based digital storytelling approach to enhancing EFL learners' multimodal storytelling ability and narrative engagement |
| 2 | (Muenmaroung <i>et al.</i> , 2022) No especificado - 288 estudiantes | A Study of Currents and Needs in the Computing Science Using a Robot for Online Learning |
| 3 | (Shi <i>et al.</i> , 2024) 2 días - No especificado | Build Your Own Robot Friend: An Open-Source Learning Module for Accessible and Engaging AI Education |
| 4 | (Verner <i>et al.</i> , 2022) 1 año - No especificado | Characteristics of student engagement in high-school robotics courses |
| 5 | (Cuervo y Organista, 2022) No especificado - 20 estudiantes | Robotics competition Kenjutsu Robot as a pedagogical strategy for learning and participation |
| 6 | (Georgieva y Georgieva, 2023) No especificado - No especificado | Developing Mathematical Competencies Through Makeblock mBot Programming in Computer Modelling Education |
| 7 | (Acut, 2022) 1 año - 25 estudiantes | Developing SIPCAR projects utilizing modern technologies: Its impact to students' engagement, R&D skills, and learning outcomes |
| 8 | (Jiyoung, 2023) 7 meses - 211 estudiantes | Development of STEAM-based robot education program. |
| 9 | (Souza, <i>et al.</i> , 2022) No especificado - 36 estudiantes | Educational Robotics Applications for the Development of Computational Thinking in a Brazilian Technical and Vocational High School |
| 10 | (Cufi <i>et al.</i> , 2021) No especificado - 384 estudiantes | EDUROVs: A Low Cost and Sustainable Remotely Operated Vehicles Educational Program |
| 11 | (Rousouliotis <i>et al.</i> , 2024) No especificado - 112 estudiantes | Employing an underwater vehicle in education as a learning tool for Python programming |
| 12 | (Spruill <i>et al.</i> , 2021) No especificado - 2 estudiantes | Engineering Care: How Two Young Women of Color Establish Positional Identities in a Robotics Space |

| | | |
|----|---|---|
| 13 | (Verner <i>et al.</i> , 2021) 1 año - 83 estudiantes | Exploring Robot Connectivity and Collaborative Sensing in a High-School Enrichment Program |
| 14 | (Azevedo <i>et al.</i> , 2022) No especificado - 30 estudiantes | Formative Context of Robotic-Mathematical Invention: Computational Thinking and Critical Mathematics |
| 15 | (Chiang <i>et al.</i> , 2024) 5 años - 6 profesores - 12 estudiantes -2 madres | Gender disparity in STEM education: a survey research on girl participants in World Robot Olympiad |
| 16 | (Bampasidis <i>et al.</i> , 2021) 9 años - 300 equipos de estudiantes | Hydrobots, an Underwater Robotics STEM Project: Introduction of Engineering Design Process in Secondary Education |
| 17 | (Linarta <i>et al.</i> , 2023) No especificado - 150 estudiantes | Implementasi Profil Pelajar Pancasila melalui Kegiatan Ekstrakurikuler Robotik dan Smart Farmer di SMAS Santo Tarcisius Dumai |
| 18 | (Jackson <i>et al.</i> , 2021) 3 años - 361 estudiantes | Increasing gender diversity in engineering using soft robotics |
| 19 | (Castelli y Volante, 2022) 35 días - No especificado | Integration between educational robotics and the STEAM approach: development of prototypes on the topic of social responsibility and sustainability |
| 20 | (Agus <i>et al.</i> , 2023) 1 día - No especificado | Junior High Robotics Inspiration: Engaging Students with Exciting Interactive Socialization |
| 21 | (Ferrarelli y Iocchi., 2021) 5 meses - 61 estudiantes | Learning Newtonian Physics through Programming Robot Experiments |
| 22 | (Jawawi <i>et al.</i> , 2022) 2 días - 75 estudiantes | Nurturing Secondary School Student Computational Thinking Through Educational Robotics |
| 23 | (Copp <i>et al.</i> , 2021) No especificado - No especificado | Programming, Robotics, and Control for High School Students |
| 24 | (Naya <i>et al.</i> , 2023) 3 años -65 estudiantes | Robobo SmartCity: An Autonomous Driving Model for Computational Intelligence Learning Through Educational Robotics |
| 25 | (Rincón-Duran <i>et al.</i> , 2021) 8 meses - 16 estudiantes | Hexapod robot for teaching mechanisms for transforming movements |
| 26 | (Mayub <i>et al.</i> , 2023) 3 años - 100 estudiantes - 25 docentes | The effect of robotics experiments on the scientific literacy of junior high school students in Bengkulu province |
| 27 | (Kock <i>et al.</i> , 2023) No especificado - No especificado | Utilização de um Veículo Guiado Automatizado no Ensino de Física e Matemática na Educação Profissional e Tecnológica |
| 28 | (Graffin <i>et al.</i> , 2022) 18 años - 1273 participantes | 'More than Robots': Reviewing the Impact of the FIRST® LEGO® League Challenge Robotics Competition on School Students' STEM Attitudes, Learning, and Twenty-First Century Skill Development |
| 29 | (Fortunati <i>et al.</i> , 2022) 6 semanas - 39 estudiantes | Arts and crafts robots or LEGO® MINDSTORMS robots? A comparative study in educational robotics |
| 30 | (Ince y Mustafa 2021) 20 días - 32 estudiantes | The consequences of robotics programming education on computational thinking skills: An intervention of the Young Engineer's Workshop (YEW) |

| | | |
|----|---|---|
| 31 | (Chang y Yiching, 2022) No especificado - 42 estudiantes | Using mastery learning theory to develop task-centered hands-on STEM learning of Arduino-based educational robotics: psychomotor performance and perception by a convergent parallel mixed method |
| 32 | (Chang y Chen, 2023) 1 mes - 54 estudiantes | A Transdisciplinary STEM Course Integrated through Project-based Learning on Robotics: Perspective from Teacher and Student Feedback |
| 33 | (Chookaew y Patcharin, 2022) No especificado - No especificado | Implementation of a robotic-transformed five-phase inquiry learning to foster students' computational thinking and engagement: a mobile learning perspective |
| 34 | (Zhan <i>et al.</i> , 2022) No especificado - 44 estudiantes | The design and application of IRobotQ3D for simulating robotics experiments in K-12 education |
| 35 | (Molano, 2022) No especificado - 95 docentes 260 estudiantes - 10 investigadores 3 empresarios | La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza |
| 36 | (Angeriz, 2021) No especificado No especificado | Experiencias de aprendizaje de estudiantes en talleres de robótica educativa y programación en educación media, en el marco de los procesos de apropiación de la tecnología y de la alfabetización digital. |

Fuente: Elaboración propia (2024).

A continuación, se presentan los resultados de la revisión documental:

4.1. Tamaño de la población y duración de estudio

En la Tabla 2 se registra el número de participantes y la duración de las investigaciones, 28 investigaciones especificaron el número de participantes y 19 la duración. El rango en el tamaño de la población investigada es amplio, desde 2 estudiantes (etnografía) hasta 756 (encuesta durante 7 años en concurso de robótica), configurando investigaciones de pequeño espectro (68% menos de 100 participantes) y amplio espectro. Igualmente se presenta heterogeneidad en la duración de las investigaciones que van desde 1 y 2 días (observaciones en concursos de robótica) hasta investigaciones durante un año (3) tres años (3) realizadas mediante intervenciones en aula, y cinco años (1) y siete años (1) con encuestas y entrevistas en diferentes versiones de concursos de robótica anuales, ubicándose la mediana de la duración de los concursos de robótica en 7 meses y 8 meses.

Tabla 2.
Tamaño de la población y duración del estudio

| # Participantes | # Investigaciones | Duración | # Investigaciones |
|-----------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| 0 - 30 | 7 | entre 1 y 30 días | 5 |
| 30 - 60 | 6 | entre 5 y 6 semanas | 3 |
| 60 - 100 | 6 | entre 1 y 8 meses | 3 |
| 100 - 400 | 7 | entre 1 y 7 años | 8 |
| 400 - 800 | 2 | | |

Fuente: Elaboración propia (2024).

4.2. Indicadores de productividad.

Como medidas de efecto para esta sección se toman los indicadores de productividad, como método de síntesis se utilizan tablas que presentan indicadores con frecuencias relativas y frecuencias absolutas según referencian Seoane *et al.* (2007). En la revisión realizada se encontró que durante los tres últimos años 2021-2022-2023 el número de publicaciones registró más de diez publicaciones al año: 10-14-11 respectivamente; los territorios donde más se investigó se muestran en la Tabla 3 en la cual se aprecia la distribución geográfica por países y regiones en la cual se destacan USA, Taiwan y Brasil, seguidos por Israel, Tailandia, Indonesia, Grecia y Colombia como los países donde se evidencia mayor interés. En cuanto a las regiones se aprecia que Asia, Europa, Latinoamérica y Norteamérica se ubican como líderes en este campo investigativo. Emergen como investigadores referentes son a Chi-Cheng Chang profesor de la Universidad Normal Nacional de Taiwan y a Igor M. Verner profesor de la Facultad de Educación en Tecnología y Ciencia del Instituto de Tecnología de Haifa, Israel; quienes en los últimos tres años ha publicado dos artículos cada uno.

Tabla 3.
Indicadores de productividad por región

| PAIS | País | Artículos | País | Artículos | CONTINENTE | Continente | Artículos |
|-----------|------|-----------|--------|---------------|------------|------------|-----------|
| | USA | 6 | Israel | 3 | | Asia | 19 |
| Taiwan | 4 | Indonesia | 3 | Europa | 12 | | |
| Brasil | 4 | Grecia | 3 | Latinoamérica | 9 | | |
| Tailandia | 3 | Colombia | 3 | Norteamérica | 7 | | |
| España | 3 | Italia | 2 | Oceanía | 1 | | |

Fuente: Elaboración propia (2024).

4.3. Tendencias del uso de la robótica en la educación media

Los artículos recopilados se analizaron en profundidad para responder las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es el uso que se hace de la RE en la educación media?
2. ¿Cuáles son las áreas de aprendizaje estudiadas?
3. ¿Cuáles son las estrategias instruccionales aplicadas?

Como medida de efecto de los principales usos de la RE se tomó (i) análisis dinámico de las palabras clave (ii) revisión de los objetivos, hallazgos y conclusiones. De esta manera se

identificó que las intervenciones realizadas con RE en la Educación Media se centraron en el mejoramiento de habilidades y competencias en referencia a:

- Robótica: en 33 investigaciones utilizando herramientas como Arduino utilizadas por Chang y Chen (2022), Makeblock mBot utilizadas por Georgieva y Georgieva (2023) o concursos para construir vehículos robóticos subacuáticos en el caso de Souza et al. (2022) entre otros.
- STEM: en 12 investigaciones con un enfoque multi/interdisciplinar por ejemplo la investigación de Acut (2022)
- Programación: en 9 investigaciones utilizando lenguajes de programación como Microbit, Scratch en el caso de Azevedo *et al.* (2022) Python and Blockly en el caso de Rousouliotis *et al.* (2024).
- Pensamiento Computacional: en 7 investigaciones con sus elementos nucleares de análisis de problemas y algoritmos, abstracción, reconocimiento de patrones y descomposición entre otras en la investigación realizada por Jawawi *et al.* (2022)
- Solución de problemas: en 5 investigaciones, con la intención de alcanzar desarrollo intelectual, creatividad, curiosidad, razonamiento, argumentación, toma de decisiones por ejemplo la investigación de Castelli y Volante (2022)
- Literacidad Científica: en 4 investigaciones, para incentivar procesos de alfabetización digital y de apropiación de la tecnología, es el caso de Angeriz (2021) entre otros.
- Física: en 4 investigaciones, el diseño y desarrollo de vehículos robot incluye trabajar en conceptos como distribución de la masa, elaboración del chasis, impulsor de desplazamiento, flotación, circuitos eléctricos, controlador del motor, impermeabilidad de materiales y adaptación al ambiente por ejemplo en el caso de Cufi *et al.* (2021), así como aprendizaje de las leyes de Newton aplicación realizada por Ferrarelli & Iocchi (2021) entre otros.
- Inteligencia Artificial: en tres investigaciones. Utilizando tópicos de RE se entrena a los estudiantes en los fundamentos de la inteligencia artificial desde una perspectiva práctica como la investigación realizada por Naya et al. (2023) permitiendo conocimiento introductorio a aspectos de la inteligencia artificial como robótica, aprendizaje de máquinas e ingeniería de software en el caso de Shi *et al.* (2024)
- Pensamiento Creativo: en 3 investigaciones, entre ellas Souza *et al.* (2022) señalando que las habilidades del pensamiento creativo están íntimamente articuladas con el paradigma computacional
- Matemáticas en 3 investigaciones, la educación matemática en el contexto de la RE permite la independencia formativa, la impredecibilidad de las respuestas, al aprendizaje centrado en el entendimiento - investigación - invención y conexión entre áreas del conocimiento como asevera Azevedo *et al.* (2022)
- Otras habilidades desarrolladas a través de la RE según las investigaciones son: Pensamiento Crítico (2), Ingeniería Mecánica (2), Ingeniería de Diseño (3), Habilidades del Siglo XXI (2), Inglés (1), Mejores resultados de aprendizaje (1), Exploración Vocacional (1), Internet de las cosas (1), Desempeño Psicomotor (1).

También se identificó un segundo grupo conformado por tres investigaciones que a diferencia de este primer grupo centrado en alcanzar formación en lo científico, técnico, cognitivo y racional se enfocaron en investigar aprendizajes de tipo subjetivo o humanísticos subyacentes en la práctica de la RE como son estructuras de compromiso en los estudiantes (1), identidades posicionales en el ambiente robótico para crear ambientes inclusivos (1), disparidad de género en educación STEM (1).

Dentro de las estrategias instruccionales aplicadas se observa en 15 investigaciones la utilización de *hands on experiences* en referencia a experimentación con robots, ensamblado de

partes electrónicas, diseño de código de software y aplicación de conceptos teóricos para aplicaciones prácticas del mundo real según lo expresan Muenmaroung *et al.* (2022). Un segundo enfoque pedagógicos mencionado en 10 investigaciones fue el aprendizaje experiencial o *learning by doing*, o aprendizaje activo, que se soportan en los postulados de Dewey (1938) y Kolb (1984). Un tercer enfoque mencionado en 9 investigaciones fue *problem solving* o aprendizaje basado en problemas que está orientado a mejorar la adquisición de conocimientos alcanzando desarrollo intelectual, creatividad, curiosidad, razonamiento, argumentación y toma de decisiones como lo identifican Castelli y Volante (2022), Un cuarto enfoque fue el Aprendizaje Basado en Proyectos mencionado en 5 investigaciones, el cual tiene como objetivo involucrar a los estudiantes en actividades prácticas y proyectos del mundo real para mejorar su comprensión y habilidades en robótica y tecnologías digitales como lo aplicaron Verner *et al.* (2021) a partir de aprendizajes experienciales donde los estudiantes participan activamente en proyectos para adquirir conocimientos y habilidades a través de la resolución de problemas del mundo real según lo señalan Linarta *et al.* (2023).

4.4 Resultados de las investigaciones

Para determinar los resultados de las investigaciones es importante responder:

1. ¿Qué diseños investigativos se utilizaron?
2. ¿Cómo se evalúa y que se concluye?

La medida de efecto en este caso fueron los hallazgos de los artículos seleccionados. De los 36 artículos incluidos para revisión se pudo establecer que el enfoque investigativo más utilizado fue el mixto en 13 investigaciones (36%); así mismo se identificó que 11 investigaciones (30%) utilizaron el enfoque cualitativo entre los cuales el diseño estudio de caso múltiple se destacó como el más utilizado. Con enfoque cuantitativo se registran 10 investigaciones (27%) entre las cuales el diseño experimental con aplicación de pretest y postest fue el más utilizado. Otros enfoques aplicados fueron el cualitativo con complemento cuantitativo (1) y mixto con dominancia cuantitativa (1). La heterogeneidad de enfoques y diseños de investigación dan cuenta de lo complejo de los estudios empíricos de ambientes de aprendizaje mediados por RE en los que la elección apropiada del método de investigación es clave para la comprensión de los fenómenos sociales que acontecen cuando se utiliza aprendizaje experiencial y aprendizaje colaborativo con efectos en aprendizajes técnicos y sociales (humanísticos). Con respecto a la segunda pregunta ¿Cómo se evalúa y qué se concluye? Se observan como instrumentos de evaluación:

- (i) Formatos de observación; evaluación directa de tipo sumativa que evalúa las habilidades adquiridas; fueron utilizados en 10 investigaciones
- (ii) Pruebas de conocimiento; autoinforme (cuestionarios) sobre habilidades de pensamiento computacional, percepciones, actitudes de trabajo colaborativo, conceptos académicos, autoeficacia; se emplearon en 20 investigaciones
- (iii) Encuestas con preguntas escala tipo Likert; heteroevaluación de tipo sumativa; para evaluar participación y compromiso; se emplearon en 9 investigaciones
- (iv) Entrevista; evaluación directa de tipo sumativa que evalúa la dimensión actitudinal hacia el curso experimental; se emplearon en 9 investigaciones
- (v) Pruebas de desempeño en campo de los prototipos; evaluación directa, formativa y sumativa, en todas.
- (vi) Minoritariamente se emplearon diarios de campo (2), *focus group* (2), revisión documental (2), rúbricas de evaluación (2) y bitácoras de clase (1).

Por medio de estos instrumentos los investigadores recolectaron la información para valorar las intervenciones llegando a concluir que la RE permite la integración de conocimientos desde

un enfoque inter/multidisciplinar para ser aplicados en solucionar problemas prácticos del mundo real logrando aprendizajes experienciales que motivan al estudiante y permiten involucramiento hacia áreas STEM con proyección hacia su formación en la educación terciaria. De la revisión se puede apreciar que la RE es un ambiente de aprendizaje constructivista y constructorista que permite aprendizaje experiencial vinculando la teoría con la práctica y posibilitando el desarrollo y afianzamiento (i) del saber en áreas del conocimiento como matemáticas, física, computación, programación, así como (ii) afianzar el saber hacer con habilidades del siglo XXI por medio de la metodología de aprendizaje basado en proyectos y permitiendo (iii) aprendizajes en el saber ser por medio del trabajo en equipo y trabajo colaborativo que estimulan las habilidades sociales del estudiante.

5. Discusión

Los hallazgos de las investigaciones muestran mejores niveles de aprendizaje con la utilización de la RE manifiestos en un primer plano en aumento del nivel de habilidades de pensamiento computacional, programación, literacidad científica, habilidades en robótica incluyendo las etapas de diseño, construcción, programación y desempeño de robots autónomos en comunicación con el Internet de las Cosas.

En un segundo plano las investigaciones identifican la buena aceptación de la RE por los estudiantes, docentes y directivos evidenciando a través de los instrumentos aplicados, información según la cual los niveles de motivación y compromiso aumentan a través de la propuesta educativa que incluye aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo, aprendizaje por proyectos que estimulan el pensamiento creativo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Todas las investigaciones coinciden en afirmar que el uso de la RE ofrece un impacto positivo sobre los niveles de motivación y compromiso en los estudiantes, lo cual se puede atribuir al enfoque pedagógico de aprendizaje experiencial, autodirigido, interactivo y con uso de tecnología educativa; otra explicación es el modelo de aceptación de la tecnología -TAM- postulado por Marikyan y Papagiannidis (2023) que a partir de una percepción de fácil de usar y útil al usar deviene en una intención de uso. O desde el modelo propuesto por Van-Winkle *et al.* (2019) llamado Unified theory of acceptance and use of technology -UTAUT- según el cual la tecnología atrae por la expectativa de lograr con su uso un mayor desempeño y un menor esfuerzo. Según Park (2011) la diferencia está en los sistemas epistemológicos y pedagógicos utilizados para diseñar ambientes de aprendizaje constructivistas y aprendizajes centrados en el estudiante

También se identifica en un tercer plano en las investigaciones revisadas aprendizajes en la dimensión socioemocional, en las competencias de autoconciencia y tolerancia a la frustración, “Los estudiantes que no tuvieron éxito en el ensamble del robot mostraron una predisposición a la desmotivación, mientras que los que tuvieron éxito mostraron motivación para aprender más.” (Souza *et al.* 2022); otra situación referenciada fue “Identificamos episodios de estudiantes participando en la tarea, pero cuando el profesor señaló errores en su trabajo, los estudiantes reaccionaron negativamente a los comentarios, se sintieron ofendidos y en consecuencia, decidieron no participar el resto de la lección.” (Verner *et al.* 2021). Los investigadores también registraron situaciones de conciencia social con comportamientos prosociales “Los equipos que estaban alcanzando los objetivos comenzaron a ayudar a los que mostraban dificultades. Esta decisión favoreció el intercambio de conocimientos entre los grupos y minimizó los problemas por no finalizar los montajes de los robots.” (Souza *et al.* 2022). Es así como se identifica un vacío investigativo en la formación socioemocional que ocurre en los ambientes de aprendizaje apoyados en un concurso de robótica, ya que a pesar de existir hallazgos no se encuentran investigaciones que aborden como objetivo central

comprender y descifrar estos aprendizajes transversales que hasta la fecha han permanecido sin suficiente auscultación científica.

Se encontraron 5 artículos (14%) referentes a competiciones de robótica, lo que sugiere que esta es una práctica importante de la RE. Como desventajas o recomendaciones de las investigaciones en cuanto al uso de la RE se encuentran: (i) Necesidad de mejores diseños curriculares en los planes de estudio (ii) Actualizar constantemente la formación docente en RE (iii) necesidad de acceso a laboratorios y equipos adecuados especialmente en la educación pública. Las limitaciones de la revisión sistemática realizada residen en el número de bases de datos consultadas y a la búsqueda restringida al idioma inglés. Un mayor número de investigadores posibilitaría una inclusión más amplia de bases de datos y consultas en otros idiomas especialmente asiáticos, región donde se observa gran número de publicaciones (Tabla 3).

6. Conclusiones

Las conclusiones del estado del arte de uso de la RE en la educación media son:

- a. La RE ofrece aprendizajes en áreas STEM y ofrece oportunidades de aplicar enfoques de aprendizaje centrados en el estudiante con aprendizaje experiencial que motiva y compromete al estudiante con su proceso de formación.
- b. En los ambientes de aprendizaje que vinculan RE se logra el involucramiento del estudiante por lo que emergen situaciones de alegría por los éxitos y desmotivación por los fracasos, situación que puede ser direccionada por el docente para lograr aprendizajes en CSE como autoregulación y persistencia entre otras.
- c. La investigación en ambientes de RE requiere la elección cuidadosa de diseños metodológicos que permitan interpretar, descifrar y comprender los fenómenos académicos y sociales que ocurren en ambientes de aprendizaje colaborativo donde el estudiante aprende a través de *hands on experiences*.

Es pertinente que futuras investigaciones aborden los ambientes de concursos de robótica para identificar, descifrar y comprender el desarrollo de competencias socioemocionales que si bien no son objetivos de aprendizaje declarados de la RE si emergen como aprendizajes deseables que se pueden orientar para estimular la creatividad y el pensamiento crítico de los estudiantes con respecto a su socio emocionalidad, permitiendo aprendizajes centrados en el estudiante con altos niveles de autonomía que respetan el carácter, la personalidad, los ritmos, estilos e intereses de los estudiantes.

Esta pertinencia deviene de evidencias de aprendizajes socioemocionales en los estudiantes participantes en concursos de robótica o en ambientes de aprendizaje de RE. Estos hallazgos se presentan en la tabla 4. donde se vinculan directamente, tomando como referencia la malla curricular del programa Paso a Paso (Ministerio de Educación Nacional de Colombia 2017), con la competencia socioemocional general a la que se direcciona el aprendizaje. De la lectura de esta tabla queda claro que los aprendizajes socioemocionales en los contextos de los concursos de robótica se dan en los componentes intrasubjetivos, intersubjetivos e influyen en las metas y proyecto de vida de los estudiantes.

Estos hallazgos se basan en observaciones de los docentes sobre el comportamiento de los estudiantes en las sesiones con los robots, y se constituyen en evidencia de que la participación en concursos de robótica canalizada adecuadamente puede representar un impacto positivo en el desarrollo socioemocional de los estudiantes, en estas investigaciones se registran ejemplos de estudiantes que mejoraron significativamente sus habilidades interpersonales logrando

expresar con mayor fluidez sus emociones y aumentar la capacidad de empatía con sus pares lo que influyó positivamente la convivencia y sus expectativas frente a su proyecto de vida.

La investigación sobre desarrollo socioemocional mediado por concursos de robótica en la educación media permanece como un vacío investigativo, y la evidencia aquí presentada es promisorio ya que identifica fortalezas en lograr auto-conocimiento, auto-regulación y autoestima en el nivel intrapersonal y expresión regulada de emociones, conciencia social y mejores relaciones interpersonales de los estudiantes en la etapa formativa. En general los resultados observados en los trabajos de investigación parecen indicar que la mediación tecnológica es útil para promover la educación socioemocional (Goldoni *et al.* 2023).

Tabla 4.

Evidencias de aprendizajes socioemocionales

| # | HALLAZGO | COMPETENCIA SOCIOEMOCIONAL |
|----|--|--|
| 4 | El aprendizaje colaborativo en entornos robóticos puede beneficiar a los estudiantes de alto rendimiento al desarrollar sus habilidades de trabajo en equipo , que son esenciales para la fuerza laboral actual. | <u>Relación con los demás</u> |
| 5 | De igual manera, estos concursos promueven distintas habilidades de reorganización, resolución de problemas, autorregulación, control de emociones , creatividad, y deseo de aprender, a la vez que mejoran los procesos comunicativos de los estudiantes en lo que respecta a la argumentación y la socialización en el momento de exponer o debatir | <u>Autoconciencia</u> <u>Conciencia social</u> |
| 9 | La Robótica Educativa (ER) es una de estas tecnologías que se destacan en los diferentes niveles educativos por favorecer el trabajo en equipo , el pensamiento lógico y la creatividad, habilidades íntimamente articuladas con el paradigma informático. | <u>Relación con los demás</u> |
| 19 | A partir del análisis de los prototipos desarrollados por los estudiantes, identificamos avances en los conocimientos aprendidos, así como el favorecimiento del desarrollo intelectual (creatividad, curiosidad, razonamiento, argumentación, toma de decisiones , resolución de problemas) y social (interacción, comunicación , colaboración y escucha activa). | <u>Toma responsable de decisiones</u> <u>Relación con los demás</u> |
| 23 | Estos requisitos incluyen fuertes habilidades de comunicación y trabajo en equipo , tener una perspectiva más amplia sobre cuestiones sociales , ambientales y económicas, y una comprensión de cómo aplicar los conocimientos fundamentales de la ciencia y la ingeniería en la práctica. | <u>Relación con los demás</u> <u>Conciencia social</u> |
| 26 | Los robots promueven con éxito la participación emocional de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. | <u>Autoconciencia</u> |
| 30 | Los estudiantes reportaron ganancias en afectividad que incluyen una alta satisfacción y disfrute de las actividades, mayor interés y planificación profesional en los campos de la programación y la robótica, y mejorando la confianza en el desarrollo de proyectos de robótica | <u>Autoconciencia</u> <u>Determinación</u> |

- 36 Puede suceder entonces que, en los momentos críticos, la frustración sea un problema para la continuidad del proceso, pero el trabajo en equipo y el apoyo del docente son factores que permiten sortear el obstáculo y darle continuidad

Autorregulación

Fuente: Elaboración propia (2024).

Mayor investigación es necesaria para validar contundentemente la hipótesis según la cual con la participación en concursos de robótica surgen aprendizajes transversales de índole socioemocional que bien gestionados por el docente pueden fortalecer las competencias socioemocionales de estudiantes de educación media. Interpretando y comprendiendo este fenómeno se realizará una importante contribución al desarrollo y cualificación de los profesionales docentes de la RE para que ante la aparición de situaciones sociales y/o emocionales las canalicen para consolidar las competencias socioemocionales a través de aprendizajes experienciales por vivencia de casos en el ambiente educativo.

La calidad de un programa de robótica educativa se evalúa de acuerdo con los aprendizajes que logra, al formalizar los aprendizajes transversales en competencias socioemocionales la valía del programa aumenta y axiológicamente se posiciona primordialmente al humano e impulsa la tecnología al servicio de la humanidad y no la tecnología por sí misma.

7. Referencias

- Acut, D. (2022). Developing SIPCAR Projects Utilizing Modern Technologies: Its Impact to Students' Engagement, R&D Skills, and Learning Outcomes. *LUMAT: International Journal on Math Science and Technology Education*, 10, 294-318. <http://doi.org/10.31129/LUMAT.10.1.1667>
- Agus, H., Syamsudduha, S., Arief, W., Arief, D. P. y Dikas P. N. (2023). Junior High Robotics Inspiration: Engaging Students with Exciting Interactive Socialization. *Indonesian Journal of Cultural and Community Development*, 14(2), 1-11. <http://doi.org/10.21070/ijccd.v14i2.959>
- Angeriz, E. (2021). Experiencias de aprendizaje de estudiantes en Talleres de Robótica Educativa y Programación en Educación Media, en el marco de los procesos de apropiación de la tecnología y de la alfabetización digital [Tesis doctoral]. Universidad de la República de Uruguay. Repositorio Institucional. <https://core.ac.uk/download/548518728.pdf>
- Aparicio, M., Bacao, F. y Oliveira, T. (2016). An E-Learning Theoretical Framework. *Educational Technology and Society*, 19(1), 292-307. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.1.292>
- Azevedo, G. T., Maltempi, M. V. y Powell, A. B. (2022). Contexto Formativo de Invenção Robótico-Matemática: Pensamento Computacional e Matemática Crítica. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 36(72), 214-238. <https://www.scielo.br/j/bolema/a/qKNTKTPmhg65zpsGnFcM6Wq/?format=pdf&lang=pt>
- Bampasidis, G., Piperidis, D., Papakonstantinou, V., Stathopoulos, D., Troumpetari, C. y Poutos, P. (2021). Hydrobots, an Underwater Robotics STEM Project. Introduction of Engineering Design Process in Secondary Education. *Advances in Engineering Education*,

- 9,1-24. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1309105.pdf>
- Capek, K. (1920). *Robots Universales Rossum* -R.U.R. Mint Editions.
- Castelli, N. y Dulcimeire, V. (2022). Integração Entre Robótica Educacional e Abordagem STEAM: Desenvolvimento de Protótipos Sobre a Temática Responsabilidade Social e Sustentabilidade. *Dialogia*, 40, 1-26. <https://doi.org/10.5585/40.2022.21600>
- Chang, C. C. y Yiching C. (2022). Using Mastery Learning Theory to Develop Task-Centered Hands-on STEM Learning of Arduino-Based Educational Robotics: Psychomotor Performance and Perception by a Convergent Parallel Mixed Method. *Interactive Learning Environments*, 30(9), 77-92. <http://doi.org/10.1080/10494820.2020.1741400>
- Chang, C. C. y Chen, Y. K. (2023). A Transdisciplinary STEM Course Integrated through Project-Based Learning on Robotics: *Perspective from Teacher and Student Feedback*. *Asia Pacific Journal of Education*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/02188791.2023.2209698>
- Chiang, F. K., Zhonghua T., Dan, Z. y Xianqing, B. (2024). Gender Disparity in STEM Education: A Survey Research on Girl Participants in World Robot Olympiad. *International Journal of Technology and Design Education*, 34(2), 629-46. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09830-0>
- Chookaew, S. y Patcharin P. (2022). Implementation of a Robotic-Transformed Five-Phase Inquiry Learning to Foster Students' Computational Thinking and Engagement: A Mobile Learning Perspective. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 16(2),198-220. <http://doi.org/10.1504/IJMLO.2022.121888>
- Copp, D.A., Isaacs, J.T. y Hespanha, J.P. (2021). Programming, Robotics, and Control for High School Students. *AEE: Advances in Engineering Education*. <https://acortar.link/mpaik5>
- Cuervo, G. y Organista, J.V. (2022). Concurso de Robótica Kenjutsu Robot Como Estrategia Pedagógica Para El Aprendizaje y La Participación. *INVENTUM*, 17(33),13-26. <http://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.17.33.2022.13-26>
- Cufi, X., Figueras, A., Muntaner, E., Calm, R., Quevedo-Gutiérrez, E., Vega, D., Loustau, J., Gil, J. y Hernandez-Brito, J. (2021). EDUROVs: A Low Cost and Sustainable Remotely Operated Vehicles Educational Program. *Sustainability*, 13(8657), 1-12. <http://doi.org/10.3390/su13158657>
- Dewey, John. 1938. *Experience And Education*. Macmillan.
- Ferrarelli, P. y Iocchi, L. (2021). Learning Newtonian Physics through Programming Robot Experiments. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(4), 789-824. <http://doi.org/10.1007/s10758-021-09508-3>
- Fortunati, L., Manganelli, A. M. y Ferrin, G. (2022). Arts and Crafts Robots or LEGO® MINDSTORMS Robots? A Comparative Study in Educational Robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(1), 287-310. <http://doi.org/10.1007/s10798-020-09609-7>
- Georgieva, D. y Tsvetanka G. (2023). Developing Mathematical Competencies Through Makeblock mBot Programming in Computer Modelling Education. *TEM Journal*, 12, 2437-47. <http://doi.org/10.18421/TEM124-56>

- Goldoni, D., Reis, H., Jaques, P. y Mateus, C. (2023). Computational Tools to Teach and Develop Socio-Emotional Skills: A Systematic Mapping. *International Journal of Learning Technology*, 18, 207-36. <http://doi.org/10.1504/IJLT.2023.10058191>
- Graffin, M., Rachel, S. y Rekha, K. (2022). More than Robots: Reviewing the Impact of the FIRST® LEGO® League Challenge Robotics Competition on School Students' STEM Attitudes, Learning, and Twenty-First Century Skill Development. *Journal for STEM Education Research*, 5, 1-22. <http://doi.org/10.1007/s41979-022-00078-2>
- Ince, E. y Mustafa, K. (2021). The Consequences of Robotics Programming Education on Computational Thinking Skills: An Intervention of the Young Engineer's Workshop (YEW). *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 1-18. <http://doi.org/10.1002/cae.22321>
- Jackson, A., Mentzer, N. y Kramer-Bottiglio, R. (2021). Increasing Gender Diversity in Engineering Using Soft Robotics. *Journal of Engineering Education*, 110(1), 143-160. <http://doi.org/10.1002/jee.20378>
- Jawawi, D., Nurul, J., Shahliza, A. H., Nor, S., Mamat, R., Isa, M., Mohamad, R. y Hamed, H. (2022). Nurturing Secondary School Student Computational Thinking Through Educational Robotics. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 17, 117-28. <http://doi.org/10.3991/ijet.v17i03.27311>
- Jiyoung, K. 2023. Development of a STEAM-based robot education program: Focusing on the case of the 2022 college career exploration camp operation. *Korean Society of Design Research*, 8(1), 82-91. <https://doi.org/10.46248/kidrs.2023.1.82>
- Kock, F. L., Alves-Martins, G. y Dias, A. L. (2023). Utilização de um Veículo Guiado Automatizado no Ensino de Física e Matemática na Educação Profissional e Tecnológica. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, 18(4), 344-353. <http://doi.org/10.1109/RITA.2023.3323787>
- Kolb, David. 1984. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.
- Liang, J. C. y Gwo-Jen, H. (2023). A Robot-Based Digital Storytelling Approach to Enhancing EFL Learners' Multimodal Storytelling Ability and Narrative Engagement. *Computers & Education*, 201(104827), 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104827>
- Linarta, A., Masrizal, M. y Deasy W. 2023. Implementasi Profil Pelajar Pancasila Melalui Kegiatan Ekstrakurikuler Robotik Dan Smart Farmer Di SMAS Santo Tarcisius Dumai. *Warta LPM*, 26(4), 422-31. <http://doi.org/10.23917/warta.v26i4.2555>
- Llanos-Ruiz, D., Ausin-Villaverde, V. y Abella-Garcia, V. (2024). Interpersonal and Intrapersonal Skills for Sustainability in the Educational Robotics Classroom. *Sustainability*, 16(11), 4503, 1-19. <http://doi.org/10.3390/su16114503>
- Marikyan, D., Papagiannidis, S. (2023). *Technology Acceptance Model: A Review*. Theory Hub Book.
- Mayub, A., Setiawan, A., Fahmizal, F., Wardaya, R. W., Lazfihma, W., Johan, H. y Nursaadah, E. (2023). The Effect of Robotics Experiments on the Scientific Literacy of Junior High School Students in Bengkulu Province. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(4), 538-51.

<http://doi.org/10.15294/jpii.v12i4.44991>

- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2017). *Paso a Paso. Estrategia de Formación de Competencias Socioemocionales En La Educación Secundaria y Media*. Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Educación Nacional y Banco Mundial.
- Molano, D. (2022). *La Robótica Educativa: Una Interdisciplina Didáctica Integradora Para La Enseñanza* [Tesis doctoral]. Universidad Santo Tomás. Repositorio Institucional. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/48237>
- Muenmaroung, N., Wuttiorn S. y Surachai, S. (2022). A Study of Currents and Needs in the Computing Science Using a Robot for Online Learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 12,1248-53. <http://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.11.1746>
- Naya, M., Guerreiro, S., Baamonde, T. y Bellas, F. (2023). Robobo SmartCity: An Autonomous Driving Model for Computational Intelligence Learning Through Educational Robotics. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(4), 543-59. <http://doi.org/10.1109/TLT.2023.3244604>
- Page, M. J., Joanne E., McKenzie, P. y Bossuyt, M. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una Guía Actualizada Para La Publicación de Revisiones Sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-99. <http://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Papert, S. A. 1980. *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*. Basic Books, Inc., Publishers.
- Park, Y. (2011). A Pedagogical Framework for Mobile Learning: Categorizing Educational Applications of Mobile Technologies into Four Types. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 12(2), 78-102. <http://doi.org/10.19173/irrodl.v12i2.791>
- Piaget, J. (1970). Genetic Epistemology. *American Behavioral Scientist*, 13(3), 459-480. <https://doi.org/10.1177/000276427001300320>
- Ricoy, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Educação. Revista do Centro de Educação*, 31(01), 10-22. <https://www.redalyc.org/pdf/1171/117117257002.pdf>
- Rincón-Duran, R., Niño-Vega, J. A. y Fernández-Morales, F. H. (2021). Hexapod Robot for Teaching Mechanisms for Transforming Movements [Tesis de maestría] Universidad Santo Tomás. Repositorio Institucional. <https://doi.org/10.15332/s1657-107X>
- Rousouliotis, M., Vasileiou, M., Manos, N. y Kavallieratou, E. (2024). Employing an Underwater Vehicle in Education as a Learning Tool for Python Programming. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(1), e22693, 1-18. <http://doi.org/10.1002/cae.22693>
- Sánchez, M., Lahitte, H. B. y Tujague, M. (2010). El Análisis Descriptivo Como Recurso Necesario En Ciencias Sociales y Humanas. *Fundamentos En Humanidades*, XI(22), 103-116. <https://www.redalyc.org/pdf/184/18419812007.pdf>
- Seoane, T., Martín, J. L. R., Martín-Sánchez, E., Lurueña-Segovia, S. y Alonso-Moreno, F. J. (2007). Estadística Descriptiva y Estadística Inferencial. *Medicina de Familia*.

SEMERGEN, 33(9), 466-71. [http://doi.org/10.1016/S1138-3593\(07\)73945-X](http://doi.org/10.1016/S1138-3593(07)73945-X)

Shi, Z., O'Connell, A., Z., Li, Z., Liu, S., Ayissi, J., Hoffman, G., Soleymani, M. y Matarić, M. J. (2024). Build Your Own Robot Friend: An Open-Source Learning Module for Accessible and Engaging AI Education. *arXiv*, 1-9, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.01647>

Souza, I. M. L., Wilkerson L. A. y Livia, M. R. S. (2022). Educational Robotics Applications for the Development of Computational Thinking in a Brazilian Technical and Vocational High School. *Informatics in Education*, 21(1), 147-177 <http://doi.org/10.15388/infedu.2022.06>

Spruill, N., Colin H. E., Volpe, D. y Alcantara, K. (2021). Engineering Care: How Two Young Women of Color Establish Positional Identities in a Robotics Space. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 11(1), 256-275. <http://doi.org/10.7771/2157-9288.1299>

Van-Winkle, C. M., Jill N. H., Bueddefeld, E. A. H. y MacKay, K. J. (2019). The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2: Understanding Mobile Device Use at Festivals. *Leisure Studies*, 38(5), 634-650. <http://doi.org/10.1080/02614367.2019.1618895>

Verner, I. M., Cuperman, D. y Reitman, M. (2021). Exploring Robot Connectivity and Collaborative Sensing in a High-School Enrichment Program. *Robotics*, 10(1), 1-19. <https://doi.org/10.3390/robotics10010013>

Verner, I. M., Perez, H. y Rea, L. (2022). Characteristics of Student Engagement in High-School Robotics Courses. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(4), 2129-2150. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09688-0>

Vygotsky, Lev. 1976. *Pensamiento y Lenguaje*. Ediciones Paidós.

Zhan, Z., Baichang Z., Xiangyang S., Qiuji S. y Zheng, J. (2022). The Design and Application of IRobotQ3D for Simulating Robotics Experiments in K-12 Education. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(2), 532-549. <https://doi.org/10.1002/cae.22471>

Jiyoung Kim. 2023. Development of a STEAM-based robot education program: Focusing on the case of the 2022 college career exploration camp operation. *Korean Society of Design Research*, 8(1), 82-91. <https://doi.org/10.46248/kidrs.2023.1.82>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los/as autores/as:

Conceptualización: Guzmán Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl; **Software:** Guzmán Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl **Validación:** Guzmán Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl **Análisis formal:** Guzmán Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl; **Curación de datos:** Guzmán Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl; **Redacción-Preparación del borrador original:** Guzmán Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl **Redacción-Re- visión y Edición:** Guzmán Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl; **Visualización:** Guzmán Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl; **Supervisión:** Guzmán

Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl; **Administración de proyectos:** Guzmán Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Guzmán Chitiva, Filiberto; Gutiérrez Ríos, Ronald Saúl

Financiación: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Agradecimientos: El presente texto tiene origen en el marco de una investigación en el marco del Doctorado en Educación y Sociedad de la Universidad La Salle, Bogotá y se circunscribe en el Subsistema de Ciencia Cibercultura y Tecnosociedad dentro de la categoría de escuelas del futuro.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

AUTOR/ES:

Filiberto Guzmán Chitiva
Universidad de La Salle.

Profesional de la Educación con 20 años de experiencia en la educación media, con vínculos durante su trayectoria profesional con Secretaría de Educación de Chía, Secretaría de Educación del Huila y Secretaría de Educación de Cundinamarca. Magister en Educación de la Universidad Externado de Colombia, Bogotá y Doctorando en Educación y Sociedad en la Universidad La Salle, Bogotá.

fguzman72@unisalle.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0054-4601>

Ronald Saúl Gutiérrez Ríos.
Universidad de La Salle.

Doctor en Sociedad de la Información y el Conocimiento de la Universidad Pontificia de Salamanca (España). Especialista en Administración de Negocios de la Universidad Sergio Arboleda (Colombia). Ingeniero Electrónico de la Universidad Distrital (Colombia). Reconocido experto en STEM, consultor para instituciones educativas y conferencista.

rogutierrez@unisalle.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-0470-7129>