

Pensamiento Computacional en la Educación Básica a través de la Robótica Educativa: Una Revisión Sistemática

Computational Thinking in Basic Education through Educational Robotics: A Systematic Review

Natalia Moreno-Palma¹: Universidad de Granada, España

nmoreno@ugr.es

Blanca Berral-Ortiz: Universidad de Granada, España.

blancaberral@ugr.es

Carmen Rocío Fernández-Fernández: Universidad de Granada, España.

carmenrocio@ugr.es

Juan José Victoria-Maldonado: Universidad de Granada, España.

jvictoria@ugr.es

Fecha de Recepción: 27/05/24

Fecha de Aceptación: 20/11/2024

Fecha de Publicación: 20/01/2025

Cómo citar el artículo

Moreno-Palma, N., Berral-Ortiz, B., Fernández-Fernández, C. R. y Victoria-Maldonado, J. J. (2025). Pensamiento Computacional en la Educación Básica a través de la Robótica Educativa: Una Revisión Sistemática [Computational Thinking in Basic Education through Educational Robotics: A Systematic Review]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 01-20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1099>

Resumen

Introducción: La revisión sistemática buscó conocer sobre el desarrollo del pensamiento computacional a través de la robótica educativa, identificando estudios que apoyan habilidades fundamentales de dicho pensamiento. **Metodología:** Se utilizó la metodología PRISMA, con búsquedas en Web of Science y Scopus. Se analizaron estudios empíricos publicados desde 2020, con diseños preexperimentales, experimentales y cuasiexperimentales, centrados en el uso de robótica tangible para el desarrollo del pensamiento computacional en la educación obligatoria. **Resultados:** Se identificaron 11 estudios, destacando mejoras en pensamiento computacional y habilidades socioemocionales. La robótica educativa mostró ser efectiva, especialmente con herramientas como LEGO, Bee-Bot, mBot, Dash, Dot, iArm y

¹ Autora de correspondencia: Natalia Moreno-Palma: Universidad de Granada (España).

Ozobot, entre otros. **Discusión:** Se observó una tendencia creciente en la adopción de robótica educativa, con mejoras significativas en habilidades computacionales. Sin embargo, se identificaron limitaciones en términos de tamaño de muestra y estudios longitudinales. **Conclusiones:** Se concluyó que la robótica educativa es una herramienta eficaz para desarrollar el pensamiento computacional en la educación básica. Se resaltó la importancia de continuar investigando y perfeccionando las metodologías educativas que integran tecnologías emergentes en el currículo escolar.

Palabras clave: pensamiento computacional; robótica educativa; educación básica; educación obligatoria; estrategias curriculares; revisión sistemática; educación primaria; educación secundaria.

Abstract

Introduction: The systematic review aimed to explore the development of computational thinking through educational robotics, identifying studies that support fundamental skills of such thinking. **Methodology:** The PRISMA methodology was used, with searches conducted in Web of Science and Scopus. Empirical studies published since 2020, with pre-experimental, experimental, and quasi-experimental designs, focused on the use of tangible robotics for the development of computational thinking in compulsory education were analyzed. **Results:** Eleven studies were identified, highlighting improvements in computational thinking and socio-emotional skills. Educational robotics proved to be effective, especially with tools such as LEGO, Bee-Bot, mBot, Dash, Dot, iArm, and Ozobot, among others. **Discussions:** There was a growing trend in the adoption of educational robotics, with significant improvements in computational skills. However, limitations were identified in terms of sample size and longitudinal studies. **Conclusions:** It was concluded that educational robotics is an effective tool for developing computational thinking in basic education. The importance of continuing to research and refine educational methodologies that integrate emerging technologies into the school curriculum was emphasized.

Keywords: computational thinking; educational robotics; basic education; compulsory education; curricular strategies; systematic review; primary education; secondary education.

1. Introducción

Esta revisión sistemática de la literatura tiene como objetivo conocer cómo se está desarrollando el Pensamiento Computacional a través de la Robótica Educativa identificando aquellos estudios e investigaciones que apoyan una o más de las habilidades fundamentales del Pensamiento Computacional. Este trabajo busca responder a si existe interés en la relación entre el Pensamiento Computacional y la robótica Educativa, y cómo ambas se integran. Además, también se pretende conocer la eficacia de la Robótica Educativa para el desarrollo de las habilidades de Pensamiento Computacional, así como los estudios que presentan experiencias prácticas. Para responder a estas cuestiones, el presente artículo se estructura de la siguiente forma: la sección 1.1. introduce los conceptos de Pensamiento Computacional y Robótica Educativa; la sección 2 detalla la metodología utilizada en esta revisión sistemática; la sección 3 presenta los resultados obtenidos en las diferentes bases de datos; la sección 4 muestra los resultados de los documentos revisados; la sección 5 discute los resultados de los documentos seleccionados con la literatura científica y; la sección 6, muestra las conclusiones y consideraciones finales de este trabajo.

1.1. Robótica Educativa y Pensamiento Computacional

Actualmente, el avance en diversos sectores de la sociedad está estrechamente relacionado con la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), también están emergiendo, otro tipo de tecnologías como son la Inteligencia Artificial (IA), el Internet de las Cosas, la robótica, la computación en la nube, entre otros desarrollos tecnológicos (Villalobos *et al.*, 2023). Todo ello, da como resultado herramientas y soportes esenciales para el eficiente desarrollo de tareas y procesos dentro del tejido social. En los ámbitos educativos formales e informales, se están implementando nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje destinadas a fomentar actividades productivas basadas en la tecnología y la innovación (Vásquez Acevedo *et al.*, 2024). Una de las iniciativas más destacadas a nivel global, es la creación e implementación de prácticas pedagógicas que promuevan el desarrollo de competencias digitales, aprendizajes y conocimientos en las áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Arte y Matemáticas), así como la adquisición de habilidades sociales positivas en los estudiantes de diferentes niveles educativos (Rico y Bosagain Olabe, 2018).

Entre las tecnologías con más relevancia se destaca la robótica, ya que se está incorporando con éxito en diversas regiones y países. La combinación de robótica y educación se conoce como Robótica Educativa (RE) y esta disciplina permite a los estudiantes desarrollar habilidades como el pensamiento computacional (PC) y crítico, y el aprendizaje por indagación, así como competencias innovadoras en ámbitos culturales y tecnológicos. Además, fomenta aspectos relacionados con el desarrollo e interacción social del individuo, tales como el liderazgo, el trabajo en equipo, la comunicación y la creatividad (Herrerías-Peralta, 2024). Por otro lado, la interacción con la tecnología está promoviendo la necesidad de desarrollar nuevos tipos de lenguaje, inspirados en los principios de las ciencias computacionales y la informática. Como resultado, junto con los métodos tradicionales de aprendizaje de la lectura, escritura y aritmética, se añade el aprendizaje y desarrollo de un nuevo lenguaje basado en el PC (Mono Castañeda, 2023). Éste se ha convertido en una iniciativa clave de formación y aprendizaje y su importancia se enfatiza en los contextos académicos y de investigación adoptando estrategias que facilitan su desarrollo en diversos niveles educativos (Palma-Polo *et al.*, 2024). No puede negarse que la RE está cada vez más presente en las instituciones educativas de todo el mundo, reconociendo que el objetivo de la RE no radica en enseñar robótica a los estudiantes, sino en aprovechar su naturaleza multidisciplinaria para construir un objeto tecnológico con un propósito específico, desarrollando habilidades esenciales para los estudiantes del siglo XXI (Mejía *et al.*, 2022). Para enseñar y mejorar las habilidades y competencias del PC en las primeras etapas educativas se va a precisar del uso de recursos de aprendizaje físicos o tangibles como los que puede proporcionar la RE (Caballero-González, 2024). Por lo tanto, podría decirse que hablar de programación y robótica implica inherentemente hablar de PC.

Diversas investigaciones han explorado cómo estas dos áreas se complementan y potencian mutuamente. Por ejemplo, un estudio realizado por Ángel-Díaz (2020) demuestra que gracias al desarrollo y puesta en práctica de una herramienta de simulación UBlockly-Robot, se consigue un simulador gratuito de código abierto y accesible, que fomenta el desarrollo de las principales habilidades relacionadas con el pensamiento computacional, a través del uso del pensamiento computacional como metodología didáctica. Se trató, por tanto, de una herramienta de software, que se puede utilizar en cualquier navegador web y que cualquier centro educativo puede tener acceso a ella. Otro estudio llevado a cabo por González-Álvarez y Gómez-Vargas (2023), consigue implementar en el aula una intervención pedagógica que integra la RE para mejorar los procesos de aprendizaje en competencias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Utilizó una metodología de aprendizaje basada en proyectos (ABP) conjuntamente con el uso de recursos y herramientas de programación, kits

de robótica y software educativo. Los resultados demostraron que la estrategia didáctica sostenible basada en la RE, fue muy positiva en la formación de los estudiantes, ya que les permitió adquirir habilidades blandas y competencias cognitivas transversales, como son el pensamiento lógico y el PC. Además, investigaciones de Prado Ortega *et al.* (2024) destacan que la aplicación de estrategias didácticas con RE impacta positivamente en el aprendizaje de la física. Los resultados demostraron que los componentes tecnológicos potencian la motivación en el aula y aumentan la participación de los estudiantes, además de facilitar el trabajo cooperativo y colaborativo. La interacción con robots en las aulas demostró que la RE en el currículo de física proporciona a los estudiantes experiencias prácticas relevantes que pueden ser aplicadas en contextos del mundo real y en futuras carreras en campos STEM. Estas contribuciones destacan la relevancia de la RE como herramienta para desarrollar el pensamiento computacional en contextos educativos diversos, además, subraya la necesidad de dominar la programación y el control de robots, con el objetivo de que los estudiantes estén mejor preparados para enfrentar los desafíos tecnológicos del siglo XXI y puedan explorar oportunidades profesionales en ingeniería, robótica y ciencias de la computación.

En base a las contribuciones teóricas existentes, se estableció el objetivo de analizar estudios empíricos que investigasen el desarrollo del Pensamiento Computacional en la educación básica obligatoria, poniendo el foco en cómo la integración curricular de la Robótica Educativa impacta la efectividad del aprendizaje del Pensamiento Computacional. Se priorizaron investigaciones que implementasen metodologías activas, incluyendo aquellas que emplean recursos tangibles o robóticos en lugar de únicamente herramientas digitales convencionales.

Las preguntas de investigación que, junto con este objetivo principal guiaron el estudio fueron:

- ¿Cuántas experiencias relacionadas con el desarrollo del pensamiento computacional mediante robótica en la educación básica obligatoria han sido publicadas en las bases de datos Web of Science y Scopus?
- ¿Cuál ha sido el impacto de la temática dentro de la literatura científica?
- ¿De qué forma se están implementando las experiencias de robótica educativa en términos de duración y tipos de robots utilizados en la educación obligatoria?
- ¿Qué resultados se están obteniendo tras la incorporación de la robótica educativa en el aprendizaje del pensamiento computacional en la educación obligatoria?

2. Metodología

Con el fin de examinar de manera crítica y selectiva el tema propuesto, se empleó un enfoque detallado y estructurado conforme a la metodología de la Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) atendiendo a las premisas de la declaración PRISMA (Page *et al.*, 2021a; Page *et al.*, 2021b). Para formular la ecuación de búsqueda se llevó a cabo un análisis temático de los términos centrales de búsqueda utilizando el Tesauro de la UNESCO (s.f.) y el Tesauro Europeo de la Educación (ERIC, 2024). La estrategia de búsqueda se centró en los términos *computational thinking*, *robotics* y *obligatory schooling*. Tras el análisis temático, se añadieron los siguientes términos para ampliar la búsqueda: *educational robotics*, *compulsory school*, *primary education*, *primary school*, *secondary education*, *secondary school* y *high school*.

Por tanto, la ecuación formulada fue: “computational thinking” AND “robotics” AND (“obligatory schooling” OR “compulsory school” OR “primary education” OR “secondary education” OR “primary school” OR “secondary school” OR “high school”). Para la búsqueda

de información, se seleccionaron las bases de datos Web of Science y Scopus, elegidas por su prestigio académico, por su amplia cobertura geográfica y temática, y la extensa disponibilidad de recursos en línea que ofrecen. Seguidamente, se definieron los criterios de inclusión y exclusión que formaron parte de la fase de planificación del proceso (tabla 1).

Tabla 1.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión (IN)	Criterios de Exclusión (EX)
IN1: Artículos científicos.	EX1: Documentos no revisados por pares.
IN2: Publicaciones desde enero de 2020 hasta junio de 2024.	EX2: Publicaciones anteriores a enero de 2020.
IN3: Artículos escritos en inglés o español.	EX3: Artículos no escritos en inglés o español.
IN4: Acceso abierto.	EX4: Acceso restringido.
IN5: Investigaciones empíricas con diseño pre-experimental, experimental o cuasiexperimental.	EX5: Investigaciones no empíricas.
IN6: Investigaciones que usen robótica y robots para desarrollar el pensamiento computacional en individuos que cursasen estudios de carácter obligatorio.	EX6: Investigaciones que no usen recursos robóticos tangibles, que no tengan por finalidad desarrollar el pensamiento computacional o cuyos participantes no cursasen estudios de carácter no obligatorio.

Fuente: Elaboración propia (2024).

Por un lado, la investigación abarcó estudios realizados desde el año 2020 hasta junio de 2024. Esta temporalidad se estableció en respuesta a la reciente inclusión del término "pensamiento computacional" en la legislación educativa vigente en España. A su vez, se seleccionaron artículos científicos revisados por pares para asegurar la calidad de estos. En términos de idioma, los estudios incluidos estaban redactados en inglés y español, lo cual facilitó la correcta selección e interpretación de los datos por parte de los investigadores. Por otro lado, con el propósito de fundamentar esta revisión en una metodología transparente y replicable, se optó por incluir únicamente artículos de acceso abierto. Respecto a la metodología utilizada, los estudios elegidos emplearon diseños metodológicos experimentales o cuasiexperimentales, con instrumentos de recogida de información de tipo pretest y posttest. Además, se seleccionaron aquellos artículos que especificasen claramente los objetivos de investigación y las metodologías utilizadas. También, que describiesen con detalle las intervenciones realizadas, asegurando que los recursos y materiales empleados estuviesen claramente relacionados con la interpretación de los datos o las conclusiones derivadas.

Por último, en relación a la temática, se seleccionaron aquellos artículos donde las intervenciones se llevasen a cabo con alumnado de educación obligatoria, que involucrasen el uso de recursos robóticos tangibles, más allá de simples lenguajes de programación o aplicaciones software. También se seleccionaron estudios en los cuales la variable dependiente fuese el pensamiento computacional, evaluado de manera holística o a través de algunas de sus componentes, y la variable independiente fuese el proceso educativo implementado en la intervención de aula. Una vez completada la etapa de planificación del procedimiento de revisión sistemática, se inició la fase de acción. Tal como se ha definido, para el sondeo en la literatura se utilizó la ecuación de búsqueda canónica, adaptada específicamente a cada base de datos consultada. Los detalles y resultados finales de los registros obtenidos en la última consulta de búsqueda se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.

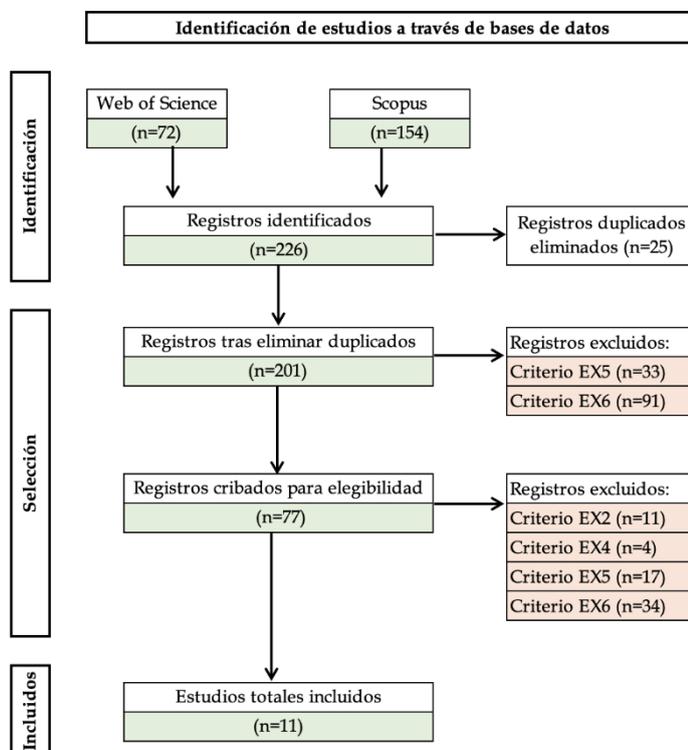
Ecuaciones de búsqueda adaptadas a las bases de datos Web of Science y Scopus junto con registros obtenidos

Ecuación de búsqueda para Web of Science	Registros
ALL=("computational thinking") AND ALL=("robotics") AND ALL=("obligatory schooling" OR "compulsory school" OR "primary education" OR "secondary education" OR "primary school" OR "secondary school" OR "high school")	72
Ecuación de búsqueda para Scopus	Registros
TITLE-ABS-KEY ("computational thinking") AND TITLE-ABS-KEY ("robotics") AND TITLE-ABS-KEY ("obligatory schooling" OR "compulsory school" OR "primary education" OR "secondary education" OR "primary school" OR "secondary school" OR "high school")	154

Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 1.

Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia (2024).

Para la organización y gestión de la información procedente de los estudios identificados en las búsquedas bibliográficas, se empleó RefWorks como herramienta de gestión bibliográfica. Adicionalmente, se utilizó una plantilla preestablecida en una hoja de extracción de datos (Microsoft Excel) diseñada específicamente para registrar los motivos de exclusión de cada estudio. Para la codificación y extracción de datos de los estudios finalmente seleccionados para la revisión, se aplicó una segunda plantilla estructurada. Todas las acciones realizadas durante el proceso de selección de estudios, a excepción de la exclusión de documentos no revisados por pares, como se ilustra en la Figura 1, se ejecutaron manualmente, sin la intervención de herramientas automatizadas.

Una vez confirmada la muestra final de estudios, se extrajeron y codificaron los datos y la información de cada estudio en torno a las siguientes variables: (a) características contextuales y descripción de la muestra (se examinaron factores como el país de origen de la muestra, el procedimiento de selección de muestras, el tamaño total de la muestra, la distribución por edades, género y nivel educativo de los participantes), (b) características metodológicas (se describió el diseño metodológico de cada estudio, detallando los instrumentos de evaluación empleados para medir las variables dependientes, así como el tipo de análisis de datos utilizado para interpretar los resultados), (c) características de la variable independiente (se especificaron los detalles del entorno en el que se desarrolló la intervención, incluyendo las áreas o componentes abordados, la duración, los procedimientos, prácticas, estrategias, técnicas y recursos empleados en la intervención); (d) variables dependientes y resultados (se analizaron los componentes específicos del pensamiento computacional que fueron objeto de estudio, junto con los resultados obtenidos de dichos análisis).

3. Resultados

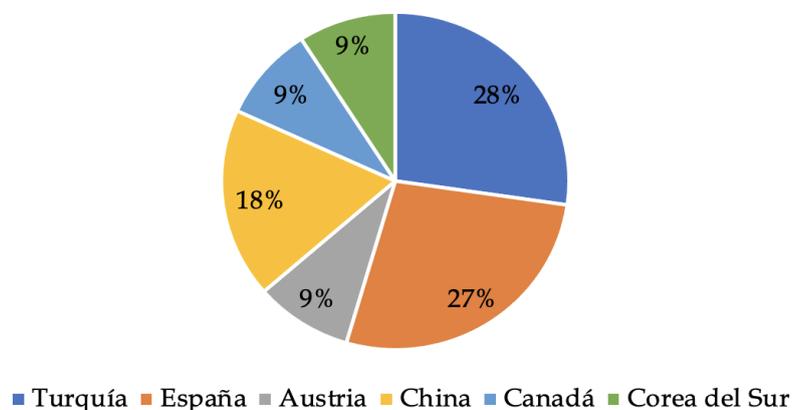
Con el objetivo de presentar los artículos de la forma más esquematizada se exponen los resultados respondiendo a las preguntas de investigación delimitadas anteriormente.

3.1. *¿Cuántas experiencias relacionadas con el desarrollo del pensamiento computacional mediante robótica en la educación básica obligatoria han sido publicadas en las bases de datos Web of Science y Scopus?*

La muestra final de estudios estuvo formada por 11 investigaciones, siete de ellas procedentes de la base de datos Scopus (Diago *et al.*, 2022; Kert *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2023; Noh y Lee, 2020; Özmutlu *et al.*, 2021; Ru y Kwan, 2021; Tengler *et al.*, 2022) y cuatro de Web of Science (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Sáez *et al.*, 2021; Yilmaz y Koc, 2021; Zeng *et al.*, 2022). En la Figura 2 se representa la procedencia de los estudios, la cual se desglosó de la siguiente manera: tres investigaciones provinieron de Turquía (Kert *et al.*, 2020; Özmutlu *et al.*, 2021; Yilmaz y Koc, 2021) y tres de España (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Diago *et al.*, 2022; Sáez *et al.*, 2021). Adicionalmente, se contó con un estudio procedente de Austria (Tengler *et al.*, 2022), dos de China (Ru y Kwan, 2021; Zeng *et al.*, 2022), uno de Canadá (Liu *et al.*, 2023) y uno de Corea del Sur (Noh y Lee, 2020).

Figura 2.

Procedencia de los artículos

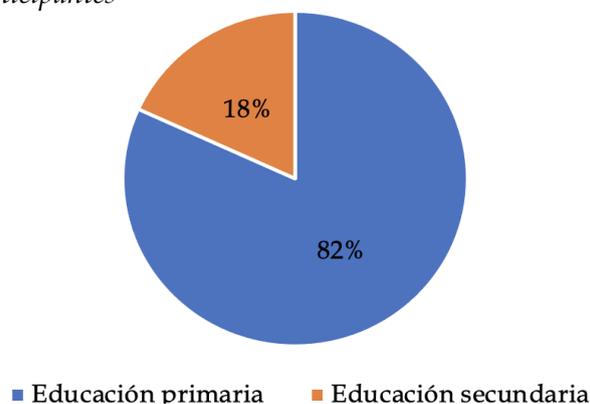


Fuente: Elaboración propia (2024).

Por otro lado, en la Figura 3 se representó el nivel educativo de los participantes en los diferentes estudios. Nueve de los estudios se centraron en la educación primaria (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Diago *et al.*, 2022; Kert *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2023; Noh y Lee, 2020; Özmutlu *et al.*, 2021; Ru y Kwan, 2021; Sáez *et al.*, 2021; Tengler *et al.*, 2022), mientras que dos estudios abordaron la educación secundaria (Yilmaz y Koc, 2021; Zeng *et al.*, 2022).

Figura 3.

Nivel educativo de los participantes

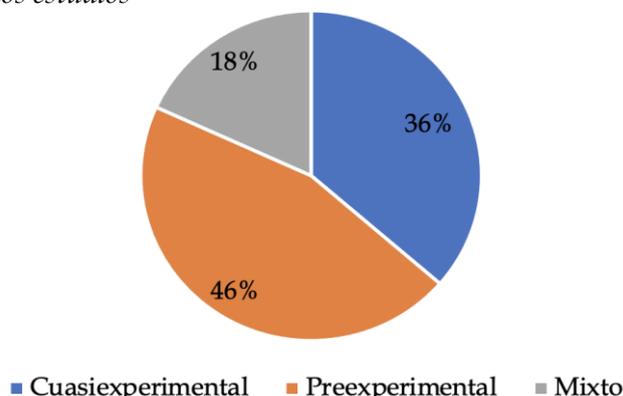


Fuente: Elaboración propia (2024).

Asimismo, con respecto al procedimiento de selección de muestras, todos los estudios utilizaron un muestreo no probabilístico por conveniencia. El tamaño de la muestra osciló desde los 13 hasta los 155 participantes y la distribución de género no varió entre los estudios pues las 11 investigaciones incluyeron muestras compuestas tanto por hombres como por mujeres. Por último, respecto al diseño metodológico empleado en las diferentes investigaciones, cuatro de los estudios utilizaron un diseño cuasiexperimental con grupo control y experimental y con medidas pretest y posttest (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Diago *et al.*, 2022; Kert *et al.*, 2020; Sáez *et al.*, 2021); cinco estudios utilizaron un diseño pre-experimental con medidas pretest y posttest (Noh y Lee, 2020; Özmutlu *et al.*, 2021; Tengler *et al.*, 2022; Yilmaz y Koc, 2021; Zeng *et al.*, 2022), y dos estudios utilizaron un diseño mixto tanto cualitativo como cuantitativo pero con diseño cuantitativo preexperimental con medidas pretest y posttest (Liu *et al.*, 2023; Ru y Kwan, 2021). En la Figura 4 se muestra la distribución de los artículos en función del diseño metodológico empleado.

Figura 4.

Diseño metodológico de los estudios



Fuente: Elaboración propia (2024).

3.2. ¿Cuál ha sido el impacto de la temática dentro de la literatura científica?

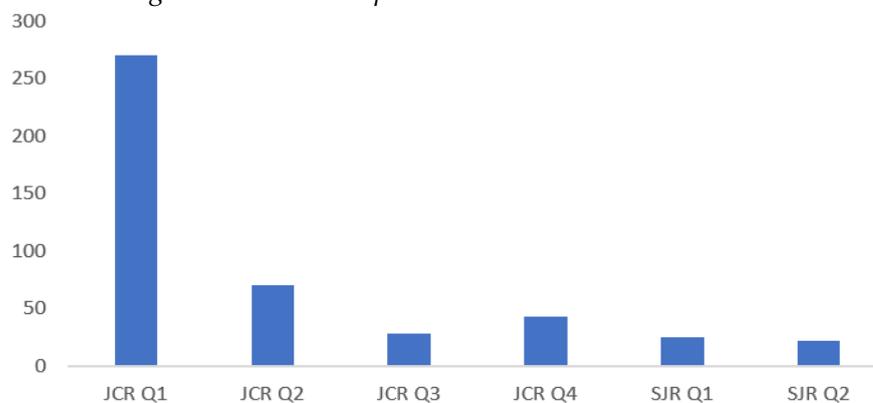
Una vez visto cuántos artículos hay publicados con estas características es necesario establecer cuál es el impacto que tienen estos sobre la comunidad científica. Esto, es necesario para ver la repercusión de la temática y cómo se va a trabajar en las diferentes instituciones de Educación Obligatoria, destacando la idea de que las revistas con mayor índice de impacto o de mayor relevancia científica deberían ser referentes para otras investigaciones. Para ello, se va a hacer un análisis de las revistas donde se han publicado las experiencias y se va a analizar el número de citas según Google Scholar. Se utiliza esta base de datos debido a que es la que más documentos recoge de forma que verá la repercusión más realista la repercusión de las publicaciones, así como el avance de la temática y las citas.

En primer lugar, se menciona los diferentes artículos y las revistas donde están publicados con el factor de impacto del año de publicación: Liu *et al.* (2023), JCR Q1; Zeng *et al.* (2022), JCR Q2; Diago *et al.* (2022), SJR Q1; Ru y Kwan (2021), JCR Q3; Tengler *et al.* (2022), SJR Q2; Sáez *et al.* (2021), JCR Q2; Yilmaz y Koc (2021), JCR Q4; Özmütlu *et al.* (2021), JCR Q1; Caballero-González y García-Valcárcel (2020), SJR Q2; Kert *et al.* (2020), JCR Q2; Noh y Lee (2020), JCR Q1

Estableciendo estos puntos, se aprecia cómo la publicación sobre la temática es un factor puntero, pues Noh y Lee (2020) tiene 174 citas y Caballero-González y García-Valcárcel (2020) tiene 2 citas, todos siendo publicaciones con relevancia a nivel nacional e internacional. Además, se aprecia cómo el factor de impacto de las revistas tiene repercusión en el número de citas pues como se aprecia en la figura 5 el factor de impacto tiene repercusión en el número de citas.

Figura 5.

Repercusión en citas según el índice de impacto de las revistas

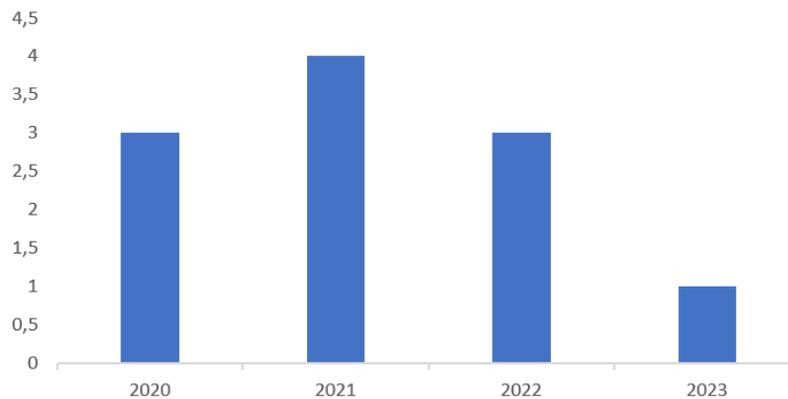


Fuente: Elaboración propia (2024).

Por otro lado, respecto a la cantidad de publicaciones, es necesario mencionar cómo en 2021 hubo un gran número de publicaciones respecto a la temática pudiendo verse la influencia de diferentes factores y legislaciones. Sin embargo, desde ese momento se aprecia cómo cada año hay menos publicaciones con estas características (Figura 6).

Figura 6

Relación de publicaciones según los años



Fuente: Elaboración propia (2024).

3.3. ¿De qué forma se están implementando las experiencias de robótica educativa en términos de duración y tipos de robots utilizados en la educación obligatoria?

Las experiencias de robótica educativa se implementaron predominantemente en el entorno escolar regular y, en menor medida, en programas extracurriculares y campamentos de verano. Se identificaron ocho investigaciones que se realizaron dentro del currículo escolar regular, ya sea integradas al currículo vigente o como parte de un currículo especial diseñado para el estudio (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Diago *et al.*, 2022; Kert *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2023; Noh y Lee, 2020; Sáez *et al.*, 2021; Tengler *et al.*, 2022; Zeng *et al.*, 2022). Las tres investigaciones restantes se desarrollaron en contextos extracurriculares, específicamente en programas después de clases y campamentos de verano (Özmutlu *et al.*, 2021; Ru y Kwan, 2021; Yilmaz y Koc, 2021).

En términos de los robots utilizados, dos estudios destacaron por el uso del robot Bee-Bot. Diago *et al.* (2022) diseñaron una intervención de dos horas en la que los estudiantes utilizaban este robot junto con un sistema de tarjetas para la programación tangible, enfocándose en la secuenciación de instrucciones de movimiento que luego verificaban mediante el desplazamiento del robot sobre un mapa de la ciudad. Por otro lado, Caballero-González y García-Valcárcel (2020) emplearon el Bee-Bot en un programa más extenso, con 30 horas de intervención, donde los estudiantes afrontaban retos de programación que fomentaban el desarrollo de diversas dimensiones del pensamiento computacional.

Adicionalmente, la robótica LEGO se utilizó en tres estudios diferentes. Por ejemplo, Kert *et al.* (2020) implementaron una intervención de diez semanas donde se usaron sets de LEGO EV3, contrastando su efectividad con el uso del entorno de programación Scratch en un grupo control. Özmutlu *et al.* (2021) organizaron una intervención de 16 horas durante un fin de semana, utilizando tanto los kits LEGO WeDo 2.0 como robots MakeBlock mBot, en un entorno que promovía la programación y robótica mediante tareas que estimulaban la resolución de problemas, la colaboración y la creatividad. El estudio de Liu *et al.* (2023) incorporó la construcción de robots con piezas LEGO y programación con Scratch en un curso semestral, donde los estudiantes construyeron y programaron robots con la asistencia de instructores, integrando así la teoría y la práctica en un aprendizaje activo y participativo.

También se utilizó el robot mBot en el estudio conducido por Sáez *et al.* (2021) junto con robots como Dash y Dot. En esta investigación se utilizaron estos robots específicamente para la

enseñanza de programación por bloques en el ámbito de la educación primaria. La intervención, que duró un semestre, utilizó a su vez herramientas de programación visual como Blockly y Scratch. Dash y Dot son robots diseñados para ser programados mediante interfaces visuales, lo que facilita que los estudiantes de primaria aprendan conceptos básicos de programación y robótica de una manera interactiva y atractiva. Dash, por ejemplo, puede ser programado para navegar por rutas específicas, responder a comandos de voz y realizar actividades que integran luces y sonidos, mientras que Dot ofrece actividades centradas en la creatividad y la resolución de problemas mediante desafíos de codificación.

Asimismo, en el estudio realizado por Tengler *et al.* (2022) se implementaron actividades de narración basadas en robótica para mejorar el pensamiento computacional en estudiantes de primaria. La intervención tuvo una duración de tres semanas y se utilizó el robot Ozobot. Este robot de suelo se controla mediante códigos de colores que sigue con sus sensores, lo que permite a los estudiantes programar sus movimientos dibujando líneas y puntos de colores en papel. El procedimiento de esta intervención se centró en el método "Tell, Draw, and Code". Los estudiantes primero narraban una historia, luego la representaban gráficamente en un formato que el Ozobot pudiera seguir, y finalmente programaban el robot para que actuara la historia usando códigos de color específicos para ejecutar comandos.

Por otra parte, Ru y Kwan (2021) realizaron un estudio en un campamento de verano de robótica en China. Este campamento, que tuvo una duración de cuatro semanas con sesiones de 90 minutos tres veces por semana, adoptó un enfoque de interacción estudiante-robot para explorar cómo estas interacciones podrían fomentar el pensamiento computacional en los estudiantes. Durante este período, los participantes se involucraron en actividades de construcción y programación usando el kit robótico KAZI EV5 y el lenguaje de programación visual Scratch.

En un enfoque distinto, Zeng *et al.* (2022) implementaron un kit de brazo robótico educativo llamado iArm para inspirar el pensamiento computacional en estudiantes de secundaria. Esta intervención, que se extendió durante un semestre, incluyó un currículo de 16 sesiones que abarcaba desde el montaje hasta la programación del iArm. Este kit, que presenta un brazo robótico con seis grados de libertad que incluye un chasis de conducción y herramientas de extremo como pinzas y una bomba de vacío, ofreció una complejidad técnica significativa en comparación con otros robots analizados.

Además, en el estudio de Noh y Lee (2020) se adoptó un enfoque intensivo de programación robótica durante una intervención de 11 semanas, utilizando robots "Hamster" y el software Entry, un entorno de programación visual. A lo largo del curso, los estudiantes emplearon estos robots para realizar diversas tareas, tales como seguir líneas o navegar por laberintos, proporcionando una plataforma tangible para la aplicación y visualización de conceptos de programación.

Finalmente, aunque el estudio de Yilmaz y Koc (2021) no especifica qué recursos robóticos se utilizaron, la intervención se llevó a cabo durante un campamento de verano que duró 20 días consecutivos, con cinco horas de instrucción diarias. Esta incluyó enseñanza en electrónica básica, robótica y programación basada en bloques, culminando con proyectos estudiantiles enfocados en la construcción de sistemas robóticos. Los estudiantes participaron activamente en la construcción y programación de estos sistemas, utilizando herramientas como Scratch y Arduino.

3.4. ¿Qué resultados se están obteniendo tras la incorporación de la robótica educativa en el aprendizaje del pensamiento computacional en la educación obligatoria?

Se han seleccionado múltiples tipos de artículos por lo que con la finalidad de mejorar la comprensión de la lectura y clarificar el apartado se presentan los resultados según una clasificación básica de los estudios. En primer lugar, se analizan los resultados de los estudios con un único grupo pre-tes-pos-test, después se muestran los resultados de aquellos artículos con grupo control y experimental y finalmente los artículos con información cualitativa. De esta forma, los resultados aportan diferentes perspectivas, siendo el primer tipo de investigaciones capaces de determinar la efectividad de una intervención, el segundo tipo de intervenciones aportando hasta qué punto son efectivas y las investigaciones cualitativas o mixtas como las que ayudan a comprender cuáles son los motivos de la efectividad.

3.4.1. Investigaciones sin grupo control

Los resultados de estas investigaciones tienen un gran sesgo de publicación, pues pese a que todas muestran una mejoría en el pensamiento computacional esto podría deberse a otras razones y no necesariamente o exclusivamente al desarrollo de la intervención. Sin embargo, aportan diferentes resultados específicos. Por un lado, Zeng *et al.* (2022) hace una división del pensamiento computacional para ver qué área se ha desarrollado más. Con la experiencia que ha realizado, se demuestra cómo pese a que comúnmente se plantea la programación de robótica como aspecto más computacional o enfocado al trabajo con el ordenador, el rendimiento de conocimiento de algoritmos es menos desarrollado que la creatividad, el pensamiento crítico o el trabajo colaborativo. Esta idea se alinea con los resultados que expone Özmütlu *et al.* (2021) el cuál de nuevo, ve el pensamiento crítico, resolución de problemas junto con el trabajo colaborativo como las áreas más beneficiadas debido al uso de la robótica.

Por el contrario, Noh y Lee (2020) mencionan que la creatividad se desarrolla al mismo punto que el pensamiento computacional. Esta idea pese a que planteen resultados diferentes en todos se entienden que tanto el resto de áreas como el pensamiento computacional se están desarrollando a través de la robótica, por lo que, si se plantea una intervención, se puede tener en cuenta tanto el pensamiento computacional como el resto de áreas que se han mencionado. Una vez vista la idea de que el resto de áreas se benefician más del trabajo de la robótica es necesario ver cómo se trabajan específicamente apartados más enfocados a la programación. En este sentido, se aprecia cómo en ejercicios específicos de programación se mejora con la robótica de forma muy eficiente y eficaz pues en cuestión de semanas el porcentaje de aciertos aumentan considerablemente en poco más de un mes (Liu *et al.*, 2023; Ru y Kwan 2021). Es interesante ver cómo dentro de estos aspectos en secuencias simples se obtiene peor rendimiento, sin embargo, las secuencias más complejas especialmente, las secuencias anidadas son los aspectos más desarrollados, por lo que pese a que las tareas más simples no se desarrollan, las tareas más complejas se trabajan de forma más eficiente (Tengler *et al.*, 2021).

3.4.2. Investigaciones con grupo control

En este tipo de investigaciones, se puede comparar los grupos y pese a que no se controlan todas las variables, se aprecia en comparación con la metodología tradicional qué mejoras se aprecian. En ese aspecto, se inicia con una idea similar a la planteada anteriormente donde aspectos simples como el aprendizaje de materiales se ha desarrollado poco y no existen diferencias con el grupo control. Sin embargo, en el momento que se ven términos o aspectos más complejos como pueden ser la interacción respecto a la secuenciación de órdenes, la descomposición de objetos o diseño de algoritmo se aprecia una gran mejora (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Sáez *et al.*, 2021).

Sin embargo, es importante mencionar un aspecto que de otra forma no se podría haber apreciado con el tipo de investigaciones anteriores. La edad y el desarrollo durante esta etapa educativa es un factor influyente y el desarrollo del pensamiento computacional se ve muy afectado pues los diferentes estudios muestran cómo pese a que la intervención mejora diferentes aspectos, las metodologías tradicionales también tienen un efecto en todos los aspectos, aunque sea menor (Diago *et al.*, 2022; Kert *et al.*, 2020).

3.4.3. Cualitativo

Este último estudio es de carácter mixto, no es puramente cualitativo. Sin embargo, el apartado cuantitativo no se va a tener en cuenta. Durante la intervención se debe de hacer un cuaderno sobre las prácticas para analizar cómo se ha mejorado y qué aspectos hay que mejorar (Yilmaz y Koc, 2021).

La principal idea que se desarrolla con el diario es la motivación, pues esta se da desde diferentes puntos. Por un lado, se ve la utilidad de la tecnología y de la programación pudiendo realizar cosas prácticas para el día a día, lo que genera interés. Por otro lado, se plantean ejercicios complejos lo que hace que la barrera de entrada a la programación sea compleja pues no es algo trabajado comúnmente, pero una vez se pasan las primeras dificultades se empiezan a ver resultados bastante positivos y que muestran una realidad más compleja y se desarrollan más rápidamente de lo que se podría esperar.

4. Discusión

Los hallazgos de esta revisión sistemática indican una creciente tendencia hacia la adopción de la robótica educativa como herramienta para promover el pensamiento computacional en estudiantes de educación básica. Esta tendencia se respalda en estudios recientes como los de Caballero-González y García-Valcárcel (2020) y Sáez *et al.* (2021), los cuales han documentado mejoras significativas en habilidades como la resolución de problemas, la lógica computacional y la creatividad. Estos resultados están alineados con investigaciones anteriores, como las de Ángel-Díaz (2020) y González-Álvarez y Gómez-Vargas (2023), que sugieren que la integración de la tecnología en el aula puede potenciar el aprendizaje activo y aumentar la motivación de los estudiantes. Este panorama global refuerza la idea de que la robótica educativa es vista como una metodología prometedora para mejorar las habilidades computacionales de los estudiantes desde una edad temprana.

La incorporación de la robótica educativa desafía la noción tradicional de enseñanza basada en métodos pasivos, al fomentar un aprendizaje interactivo y experiencial. Este enfoque activo no solo fortalece el pensamiento computacional, sino que también promueve habilidades socioemocionales como la colaboración y la comunicación, fundamentales en la preparación de los estudiantes para un mundo laboral y social cada vez más digitalizado. Estos hallazgos contribuyen a teorías previas que abogan por la importancia de la educación STEM desde edades tempranas (Sáez *et al.*, 2021; Valls *et al.*, 2022).

En definitiva, los resultados indican que las intervenciones que utilizan robótica, especialmente con herramientas como Bee-Bot, LEGO y mBot, son efectivas para enseñar conceptos de programación tanto básicos como avanzados. Estas herramientas han demostrado ser accesibles y efectivas para estudiantes de diferentes edades, lo que sugiere su potencial para ser incluidas en currículos educativos de manera más amplia.

Desde una perspectiva práctica, los resultados subrayan la efectividad de la robótica educativa para mejorar el pensamiento computacional en diferentes contextos educativos alrededor del mundo (Özmutlu *et al.*, 2021). No obstante, la implementación exitosa de programas de robótica educativa requiere la adquisición de habilidades técnicas por parte de los estudiantes, además de un cambio en la pedagogía y la formación continua de los educadores (Alimisis, 2018). Estas implicaciones prácticas son fundamentales para el diseño de currículos educativos que preparen a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

Sin embargo, como en todo estudio científico, resulta esencial reconocer las limitaciones presentes. Una limitación significativa es que varios de los estudios analizados emplean muestras reducidas, lo que podría distorsionar la interpretación de los efectos observados de la robótica educativa. Otro aspecto crítico es la falta de estudios longitudinales que permitan evaluar el impacto a largo plazo de las intervenciones de robótica educativa en el desarrollo de habilidades computacionales y socioemocionales. Estas limitaciones se atribuyen a la novedad del campo de estudio y a la escasez de investigaciones existentes sobre el tema.

Para superar estas limitaciones, futuras investigaciones podrían enfocarse en la realización de estudios longitudinales que sigan el progreso de los estudiantes a lo largo del tiempo. Además, sería beneficioso implementar diseños experimentales más rigurosos, incluyendo grupos de control apropiados y muestras más representativas. Investigaciones cualitativas también podrían explorar más a fondo las percepciones y experiencias de los estudiantes y educadores con respecto a la robótica educativa, proporcionando *insights* valiosos para mejorar la implementación y el diseño de programas.

Explorar cómo diferentes variables contextuales, como el entorno escolar y socioeconómico, influyen en los resultados de las intervenciones de robótica educativa también sería fundamental para comprender mejor los factores que contribuyen al éxito de estas iniciativas.

5. Conclusiones

Esta revisión sistemática proporciona una visión detallada sobre la implementación de la robótica educativa para el desarrollo del pensamiento computacional en la educación básica obligatoria. A partir del análisis de 11 estudios seleccionados, se han identificado patrones significativos que destacan la efectividad y el potencial de la robótica como herramienta pedagógica en diferentes contextos educativos a nivel internacional.

En primer lugar, se ha observado una tendencia creciente en la adopción de la robótica educativa en el aula, respaldada por evidencia empírica que sugiere mejoras sustanciales en habilidades como la resolución de problemas, la lógica computacional y la creatividad entre los estudiantes. Estos resultados coinciden con investigaciones previas que subrayan el impacto positivo de la tecnología en el aprendizaje activo y la motivación estudiantil (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Sáez *et al.*, 2021).

Además, se ha encontrado que la diversidad en los tipos de robots utilizados, como Bee-Bot, LEGO, mBot, Ozobot, y otros, permite adaptar las intervenciones según los objetivos específicos de aprendizaje y las edades de los estudiantes. Esto no solo facilita la enseñanza de conceptos básicos de programación, sino que también promueve un enfoque interdisciplinario que integra habilidades STEM de manera efectiva en el currículo escolar regular y en programas extracurriculares (Liu *et al.*, 2023; Ru y Kwan, 2021; Zeng *et al.*, 2022).

En términos metodológicos, la revisión destaca la predominancia de diseños cuasiexperimentales y pre-experimentales, lo cual sugiere la necesidad de futuras investigaciones con diseños más rigurosos y muestras más representativas para evaluar mejor

los efectos a largo plazo de la robótica educativa en el desarrollo de habilidades computacionales y socioemocionales (Diago *et al.*, 2022; Kert *et al.*, 2020).

No obstante, existen limitaciones significativas en la investigación actual, como el uso de muestras reducidas y la falta de estudios longitudinales, que podrían distorsionar la interpretación de los efectos observados. Esto destaca la necesidad urgente de estudios más exhaustivos y de larga duración que puedan capturar de manera más precisa el impacto de la robótica educativa en diferentes contextos educativos y socioeconómicos (Noh y Lee, 2020; Özmutlu *et al.*, 2021).

En conclusión, la integración de la robótica educativa en la educación obligatoria representa una oportunidad prometedora para transformar la enseñanza tradicional, fomentando un aprendizaje interactivo y experiencial que prepara a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI. Sin embargo, para maximizar su efectividad, es crucial invertir en la formación continua de educadores, la infraestructura tecnológica adecuada y la investigación empírica rigurosa que guíe la implementación de políticas educativas basadas en evidencia (Alimisis, 2018).

6. Referencias

- Alimisis, D. (2019). Teacher training in educational robotics: The ROBOESL project paradigm. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 279-290. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9357-0>
- Ángel-Díaz, C. M., Segredo, E., Arnay, R. y León, C. (2020). Simulador de Robótica Educativa para la promoción del Pensamiento Computacional. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.410191>
- Caballero-González, Y. (2024). Robótica Educativa y desarrollo del Pensamiento Computacional: Una exploración realizada en niveles educativos iniciales. *Espectro Investigativo Latinoamericano*, 6(2), 16-24. <https://doi.org/10.61454/espila.2024.6.2.003>
- Caballero-González, Y. A. y García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2020). Strengthening computational thinking and social skills through learning activities with educational robotics at early school levels. *Pixel-Bit. Magazine of Media and Education*, 58, 117-142. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.75059>
- Caballero-González, Y. A. y García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en Educación Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21(0), 15. <https://doi.org/10.14201/eks.21443>
- Diago, P. D., González-Calero, J. A. y Yáñez, D. F. (2022). Exploring the development of mental rotation and computational skills in elementary students through educational robotics. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 32, 100388. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100388>
- ERIC (2024). *Tesaurus Europeo de la Educación*. Educational Resources Information Center. <https://vocabularyserver.com/tee/es/index.php>
- González-Álvarez, J. M. y Gómez-Vargas, C. A. (2023). HUMBERTO'S: Desarrollo de la metodología STEM y el pensamiento computacional a través de la Robotica Educativa. *Documentos de Trabajo ECBTI*, 4(1). <https://doi.org/10.22490/ECBTI.6841>

- Herrerías-Peralta, J. R. (2024). El uso de la robótica como herramienta educativa. *Logos Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No2*, 11(21), 15-16. <https://doi.org/10.29057/prepa2.v11i21.11995>
- Kert, S. B., Erkoç, M. F. y Yeni, S. (2020). The effect of robotics on six graders' academic achievement, computational thinking skills and conceptual knowledge levels. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100714. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100714>
- Liu, Y., Odic, D., Tang, X., Ma, A., Laricheva, M., Chen, G., Wu, S., Niu, M., Guo, Y. y Milner-Bolotin, M. (2023). Effects of robotics education on young children's cognitive development: A pilot study with eye-tracking. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 295-308. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10028-1>
- Mejía, I., Ariel, J., Muñoz, R. F. y Salazar, B. G. (2022). Robótica educativa como herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional. Una revisión de la literatura. *Revista Educación En Ingeniería*, 17(33), 68-78. <https://doi.org/10.26507/rei.v17n33.1216>
- Mono Castañeda, A. (2023). Pensamiento computacional para una sociedad 5.0. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 25, 111-140. <https://doi.org/10.51302/tce.2023.1440>
- Noh, J. y Lee, J. (2020). Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. *Educational Technology Research and Development: ETR & D*, 68(1), 463-484. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09708-w>
- Özmutlu, M., Atay, D. y Erdoğan, B. (2021). Collaboration and engagement based coding training to enhance children's computational thinking self-efficacy. *Thinking Skills and Creativity*, 40, 100833. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100833>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021a). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *International journal of surgery*, 88(2021), 105906. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2021.105906>
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L., Thomas, J., Tricco, A., Welch, V., Whiting, P. y McKenzie, J. E. (2021b). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(160), 1-36. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- Palma-Polo, J. M., Coral-Vargas, M. O. y Zuleta-Medina, A. (2024). Britabot: Experiencias con un Semillero de Robótica Educativa. *Revista Criterios*, 31(1), 68-82. <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/Criterios/article/view/3854/4075>
- Prado Ortega, M. X., Severino, Mosquera A. J., Gorotiza Precilla, B. S y Tenorio Méndez, D. S. (2024). Robótica educativa aplicando el modelo instruccional ADDIE: estrategia didáctica para fortalecer la enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Física. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 4(10), 11-28. <https://doi.org/10.53595/rlo.v4.i10.100>

- Rico, M. J. y Bosagain Olabe, X. (2018). Pensamiento computacional: rompiendo brechas digitales y educativas. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 26-42. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10039>
- Sáez, J. M., Buceta Otero, R. y De Lara García-Cervigón, S. (2020). Introducing robotics and block programming in elementary education. *RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 95. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27649>
- Tengler, K., Kastner-Hauler, O., Sabitzer, B. y Lavicza, Z. (2022). The effect of robotics-based storytelling activities on primary school students' computational thinking. *Education Sciences*, 12(1), 10. <https://doi.org/10.3390/educsci12010010>
- UNESCO (2024). *Tesaurus de la Unesco*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/es/>
- Valls Pou, A., Canaleta, X. y Fonseca, D. (2022). Computational thinking and educational robotics integrated into project-based learning. *Sensors*, 22(10), 1-21. <https://doi.org/10.3390/s22103746>
- Vásquez Acevedo, H. M., Licona Suarez, L. J. y Felizzola Medina, L. D. (2024). Pensamiento Computacional: una competencia del siglo XXI: Revisión sistemática en Scopus. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 4(9), 1-16. <https://doi.org/10.53595/rlo.v4.i9.090>
- Villalobos, J. V., Ramírez R. I., Severino, P. y Caldera, J. E. (2023). Entornos BANI y sociedad digital. Cuestiones epistemológicas desde la sistemología interpretativa y la complejidad BANI environments and digital society. *Epistemological issues from interpretive*, 6(1), 6-27. <https://publishing.fgu-edu.com/ojs/index.php/RSU/article/view/335/570>
- Wu, S. Y. y Su, Y. S. (2021). Visual programming environments and computational thinking performance of fifth- and sixth-grade students. *Journal of Educational Computing Research*, 59(6), 1075-1092. <https://doi.org/10.1177/0735633120988807>
- Yilmaz Ince, E. y Koc, M. (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), 191-208. <https://doi.org/10.1002/cae.22321>
- Zeng, C., Zhou, H., Ye, W. y Gu, X. (2022). IArm: Design an educational robotic arm kit for inspiring students' computational thinking. *Sensors* 22(8), 2957. <https://doi.org/10.3390/s22082957>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los/as autores/as:

Conceptualización: Victoria Maldonado, Juan José; **Software:** Moreno Palma, Natalia; **Validación:** Victoria Maldonado, Juan José; **Análisis formal:** Moreno Palma, Natalia; **Curación de datos:** Victoria Maldonado, Juan José; **Redacción-Preparación del borrador original:** Fernández Fernández, Carmen Rocío; **Redacción-Revisión y Edición:** Berral Ortiz, Blanca; **Visualización:** Berral Ortiz, Blanca; **Supervisión:** Fernández Fernández, Carmen Rocío; **Administración de proyectos:** Moreno Palma, Natalia; **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Moreno Palma, Natalia; Berral Ortiz, Blanca; Fernández Fernández, Carmen Rocío; Victoria Maldonado, Juan José.

Financiación: Esta investigación recibió financiación de la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación de la Junta de Andalucía y la Unión Europea con cargo al Programa FEDER Andalucía 2021-2027.

Agradecimientos: El presente texto nace en el marco de un proyecto de I+D+i “Formación inicial de maestras para prevenir la brecha de género mediante educación STEM y robótica (FIMER)” (C-SEJ-009-UGR23).

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

AUTOR/ES:

Natalia Moreno Palma:

Universidad de Granada, España.

Graduada en Matemáticas. Máster Universitario en Matemáticas y Máster Universitario en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas por la Universidad de Granada. Autora de múltiples publicaciones científicas indexadas en revistas y libros de impacto que exploran el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación en educación, metodologías activas y pensamiento computacional. También ha participado como ponente en congresos nacionales e internacionales, abordando temas de desarrollo profesional docente y tecnologías educativas.

nmoreno@ugr.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3393-6660>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Natalia-Moreno-42>

Blanca Berral Ortiz

Universidad de Granada, España.

Graduada en Educación Infantil por la Universidad de Granada con Premio Extraordinario Fin de Carrera; Máster en Investigación e Innovación en Currículum y Formación. Personal Investigador Predoctoral en Formación adscrito al Departamento de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Granada (España) en la Facultad de Ciencias de la Educación. Miembro del Grupo de Investigación AREA (Análisis de la Realidad Educativa) (HUM-672), donde desarrolla como líneas de investigación la inclusión educativa y la competencia digital desde el desarrollo de la lectoescritura. Participa en proyectos de innovación docente centrados en la enseñanza a través de la tecnología con recursos mobile learning para la mejora del aprendizaje; Aula invertida y recursos tecnológicos inmersivos (xr) para el desarrollo de la competencia digital docente en los futuros profesionales de la educación (Inmer), entre otros.

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8139-8468>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=fXSGV0gAAAAJ>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Blanca-Berral-Ortiz>

Carmen Rocío Fernández Fernández

Universidad de Granada, España.

Estudiante de doctorado en Educación y graduada en Educación Infantil y en Pedagogía por la Universidad de Granada. Máster en Innovación e Investigación en Currículum y Formación por la Universidad de Granada. Beneficiaria de una beca de iniciación a la investigación por el Ministerio de Educación Ciencias. Beneficiaria de una beca de colaboración del Ministerio de Educación y Formación Profesional desarrollada en el departamento de Didáctica y Organización Escolar de la UGR. Beneficiaria de un contrato FPU del Ministerio de Educación y Formación Profesional. Autora de publicaciones científicas indexadas en revistas y libros de impacto, así como asistente y ponente en congresos nacionales e internacionales sobre temáticas como: Innovación y Tecnología en la Educación, Metodologías Educativas y Pedagogía, Inclusión y Diversidad en el Aula, Evaluación y Calidad Educativa, Desarrollo Profesional del Docente, Investigación Educativa, etc.

carmenrocio@ugr.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8077-414X>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=tKsBSzAAAAAJ>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Carmen-Rocio-Fernandez-Fernandez/unconfirmed?acceptedAuthorUId=2233695567>

Juan José Victoria Maldonado

Universidad de Granada, España.

Estudiante de doctorado en Educación con formación en Educación Infantil y máster en investigación. Investigador centrado en la adquisición de competencias y formación inicial del profesorado priorizando las competencias digitales. Publicaciones de artículos en las revistas de mayor impacto JCR/SJR y numerosos capítulos en editoriales SPI Q1. En cuanto a la transferencia, tiene competencias docentes y experiencia laboral impartiendo asignaturas como: Didáctica: Teoría y Práctica de la Enseñanza y Organización de Centros Educativos.

jvictoria@ugr.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-4236-9909>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=zIgSCG8AAAAJ&hl=es>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Juan-Victoria-Maldonado>