

Estado de la publicación: No informado por el autor que envía

Pensamiento computacional, educación ciencia-tecnología-ingeniería-matemática (STEM) y prácticas de enseñanza: Una Revisión Sistemática de Literatura

Marvis William Morales Teherán, Sebastian Gomez-Jaramillo, Abad Ernesto Parada-Trujillo

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12204>

Enviado en: 2025-06-09

Postado en: 2025-07-01 (versión 1)

(AAAA-MM-DD)

La moderación de este preprint recibió lo endoso de:

Vanessa Villa (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3546-7634>)

Pensamiento computacional, educación ciencia-tecnología-ingeniería-matemática (STEM) y prácticas de enseñanza: Una Revisión Sistemática de Literatura¹

Computational Thinking, Science-Technology-Engineering-Mathematics (STEM) Education, and Teaching Practices: A Systematic Literature Review

Pensamento Computacional, Educação em Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) e Práticas de Ensino: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Marvis William Morales-Teherán, Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Medellín – Colombia, marvis.morales@correo.tdea.edu.co, Orcid:

<https://orcid.org/0009-0005-1526-7765>

Sebastian Gomez-Jaramillo, Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Medellín – Colombia, sgomezja@tdea.edu.co, Orcid: [https://orcid.org/0000-0001-](https://orcid.org/0000-0001-8237-4513)

[8237-4513](https://orcid.org/0000-0001-8237-4513)

Abad Ernesto Parada-Trujillo, Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Medellín – Colombia, abad.parada@tdea.edu.co, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9665-6105>

Resumen

El avance de las nuevas tecnologías en el ámbito educativo ha revolucionado la concepción de la enseñanza en la actualidad. En este marco, el pensamiento computacional ha surgido como una competencia esencial que trasciende el ámbito de la informática. Su incorporación en la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) se ha convertido en un pilar fundamental para el desarrollo de habilidades analíticas, la resolución de problemas y las aptitudes cruciales exigidas en la era digital. En este artículo se lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura a fin de reconocer las relaciones que se tejen entre el pensamiento computacional en la educación STEM y las prácticas de enseñanza. El estudio se fundamentó en el paradigma interpretativo y el enfoque cualitativo de nivel exploratorio. Del campo de los métodos hermenéuticos, se seleccionó el

¹ Artículo derivado de la tesis doctoral *Prácticas de enseñanza de los docentes de la educación media técnica STEM en la promoción del desarrollo del pensamiento computacional*, desarrollada en el marco del Doctorado en Educación y Estudios Sociales del Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria. Colombia.

análisis de discurso como diseño. Las fuentes de información correspondieron a 50 documentos académicos rastreados en las principales bases de datos a través de palabras clave en el periodo comprendido entre el 2014 y el 2023. La técnica de recolección de información empleada correspondió al análisis documental con una Matriz de Resumen Analítico de Investigación (RAI) como instrumento. Los resultados muestran que el pensamiento computacional ha sido ampliamente integrado en las prácticas educativas, destacándose su importancia en la enseñanza de habilidades críticas y resolución de problemas. Las tendencias indican un creciente interés y adopción de estrategias pedagógicas innovadoras que incorporan el pensamiento computacional, especialmente en las áreas de programación y gamificación. Sin embargo, se identifican divergencias en cuanto a la efectividad de estas prácticas en diferentes contextos educativos y la necesidad de adaptaciones curriculares específicas. Se concluye que, a pesar de las variaciones contextuales, la integración del pensamiento computacional en la educación STEM promueve competencias clave para el siglo XXI.

Palabras clave: Pensamiento computacional, Tecnologías de la información y la comunicación, STEM, Competencias digitales, Resolución de problemas.

Abstract

The advancement of new technologies in the educational field has revolutionized the conception of teaching today. In this context, computational thinking has emerged as an essential competence that transcends the realm of computer science. Its incorporation into STEM education (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) has become a fundamental pillar for developing analytical skills, problem-solving, and crucial aptitudes demanded in the digital age. This article conducts a systematic literature review to recognize the relationships woven between computational thinking in STEM education and teaching practices. The study is based on the interpretative paradigm and the qualitative exploratory level approach. From the field of hermeneutic methods, discourse analysis was selected as the design. The sources of information corresponded to 50 academic documents tracked in the main databases through keywords in the period between 2014 and 2023. The information collection technique used was documentary analysis with an Analytical Research Summary Matrix (RAI) as an instrument. The

results show that computational thinking has been widely integrated into educational practices, highlighting its importance in teaching critical skills and problem-solving. The trends indicate a growing interest and adoption of innovative pedagogical strategies that incorporate computational thinking, especially in the areas of programming and gamification. However, divergences are identified regarding the effectiveness of these practices in different educational contexts and the need for specific curricular adaptations. It is concluded that despite contextual variations, the integration of computational thinking in STEM education promotes key competencies for the 21st century.

Keywords: Computational thinking, Information and communication technologies, STEM, Digital competencies, Problem-solving.

Resumo

O avanço das novas tecnologias no campo educacional revolucionou a concepção do ensino hoje em dia. Nesse contexto, o pensamento computacional surgiu como uma competência essencial que transcende o campo da informática. Sua incorporação na educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) tornou-se um pilar fundamental para o desenvolvimento de habilidades analíticas, resolução de problemas e aptidões cruciais exigidas na era digital. Este artigo realiza uma revisão sistemática da literatura para reconhecer as relações entre o pensamento computacional na educação STEM e as práticas de ensino. O estudo é baseado no paradigma interpretativo e na abordagem qualitativa de nível exploratório. Do campo dos métodos hermenêuticos, a análise do discurso foi selecionada como design. As fontes de informação corresponderam a 50 documentos acadêmicos rastreados nas principais bases de dados através de palavras-chave no período entre 2014 e 2023. A técnica de coleta de informações utilizada foi a análise documental com uma Matriz de Resumo Analítico de Pesquisa (RAI) como instrumento. Os resultados mostram que o pensamento computacional foi amplamente integrado nas práticas educacionais, destacando sua importância no ensino de habilidades críticas e resolução de problemas. As tendências indicam um crescente interesse e adoção de estratégias pedagógicas inovadoras que incorporam o pensamento computacional, especialmente nas áreas de programação e gamificação. No entanto, são identificadas divergências quanto à eficácia dessas

práticas em diferentes contextos educacionais e à necessidade de adaptações curriculares específicas. Conclui-se que, apesar das variações contextuais, a integração do pensamento computacional na educação STEM promove competências chave para o século XXI.

Palavras-chave: Pensamento computacional, Tecnologias da informação e comunicação, STEM, Competências digitais, Resolução de problemas.

CRedit Contribución de la autoría

Marvis William Morales Teherán: Conceptualización, Metodología, Investigación, Curación de datos, Análisis formal, Visualización, Redacción – borrador original, Administración del proyecto.

Sebastián Gómez-Jaramillo: Metodología, Supervisión, Validación, Redacción – revisión y edición.

Abad Ernesto Parada-Trujillo: Obtención de recursos, Supervisión, Adquisición de financiación, Redacción – revisión y edición.

Contribuição de autoria segundo a taxonomia CRedit

Marvis William Morales Teherán: Conceitualização, Metodologia, Investigação, Curadoria de dados, Análise formal, Visualização, Redação – rascunho original, Administração do projeto.

Sebastián Gómez-Jaramillo: Metodologia, Supervisão, Validação, Redação – revisão e edição.

Abad Ernesto Parada-Trujillo: Obtenção de recursos, Supervisão, Captação de financiamento, Redação – revisão e edição.

CRedit authorship contribution statement

Marvis William Morales Teherán: Conceptualization, Methodology, Investigation, Data curation, Formal analysis, Visualization, Writing – original draft, Project administration.

Sebastián Gómez-Jaramillo: Methodology, Supervision, Validation, Writing – review & editing.

Abad Ernesto Parada-Trujillo: Resources, Supervision, Funding acquisition, Writing – review & editing.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses en relación con la investigación, la autoría o la publicación de este artículo.

Conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflito de interesses relacionado à pesquisa, autoria ou publicação deste artigo.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the research, authorship, or publication of this article.

Introducción

El pensamiento computacional es el conjunto de habilidades y procesos mentales que permite a las personas resolver problemas de manera lógica y eficiente utilizando principios de la informática y la programación (Adell Segura et al., 2019; Bers et al., 2022; Buitrago et al., 2022; Wing, 2006), y aunque su principal aplicación se encuentra en el ámbito de la computación, estudios recientes señalan su relevancia en contextos diversos como la medicina y biología, los negocios y las finanzas, los medios de comunicación, la educación, entre otros (Arrifano y Brigas, 2022; George, 2023; Hsu et al., 2018; Tikva y Tambouris, 2021; Wing, 2006, 2008).

Seymour Papert, reconocido pionero en la integración de la tecnología y el aprendizaje (Broza et al., 2023; Lodi y Martini, 2021; Papert, 1993), estableció tempranamente la importancia del pensamiento computacional en su obra *«Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas»* (Papert, 1993). En este texto seminal, Papert destaca el potencial de las computadoras como herramientas fundamentales para fomentar el desarrollo del pensamiento computacional en los niños. Según su perspectiva, esta habilidad se torna indispensable en el panorama educativo del siglo XXI, ya que aquellos individuos capaces de pensar de manera sistemática y creativa estarán en una posición ventajosa en un entorno cada vez más digitalizado (Balladares et al., 2016; Lodi y Martini, 2021; Papert, 1993; Sarmiento, 2022).

A partir de estas premisas, Jeannette Wing emprendió un análisis más profundo y una investigación exhaustiva del concepto de pensamiento computacional a mediados de la primera década del siglo XXI (Wing, 2006, 2008;

Zeng et al., 2023). En su estudio, destacó su relevancia y amplió su ámbito de influencia más allá de la informática, postulando la necesidad de comprender que, en la modernidad, el pensamiento computacional adquiere una relevancia fundamental que posibilita el desarrollo de competencias aplicables de manera universal a diversas disciplinas del conocimiento como las matemáticas, la ingeniería, la arquitectura, el arte y diseño, la economía, y especialmente la educación, que es el enfoque principal del presente artículo (Lodi y Martini, 2021; Wing, 2006).

A lo descrito se suma que el pensamiento computacional está vinculado a su vez a otras formas de pensamiento, incluido el pensamiento matemático, lógico y crítico (Berson et al., 2023; Kong et al., 2020; Roig & Moreno, 2020). Conexión que surge del hecho de que estos diferentes tipos de pensamiento comparten habilidades cognitivas fundamentales, como la identificación de patrones, el pensamiento abstracto y la creación de modelos, habilidades que en conjunto representan el propósito central del pensamiento computacional (Brennan y Resnick, 2012; Roig y Moreno, 2020).

En este panorama, se identifican tres dimensiones del pensamiento computacional: 1) los conceptos computacionales, utilizados para comprender y describir cómo funciona la computación; 2) las prácticas computacionales, que son las habilidades y estrategias utilizadas para resolver problemas y crear proyectos computacionales; y 3) las perspectivas computacionales, que se refieren a cómo una persona puede aplicar el pensamiento computacional para comprender y abordar su entorno y su propia identidad (Brennan y Resnick, 2012; Roig y Moreno, 2020). Estas dimensiones del pensamiento computacional reafirman que el concepto trasciende la programación y el diseño de programas informáticos, tal como lo afirmaba Jeannette Wing (Lodi y Martini, 2021; Sen et al., 2021; Wing, 2006).

Estas razones hacen que la integración del pensamiento computacional en la educación se convierta en una prioridad a nivel mundial, impulsada por la necesidad de preparar a las nuevas generaciones para los desafíos del siglo XXI (Calderón et al., 2024; Cossío, 2021; George, 2023). Su creciente adopción en los sistemas educativos (Borchardt y Roggi, 2017; Cossío, 2021; UNESCO, 2019) refleja el reconocimiento de su importancia como habilidad fundamental en la era digital (Broza et al., 2023; Calderón et al., 2024; Jeong et al., 2024).

En este contexto, la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) ha emergido como un enfoque prometedor para integrar el pensamiento computacional de manera efectiva al fomentar habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad (Bautista y Hernández, 2020; Buitrago et al., 2022; OECD, 2013; Rodríguez, 2019), STEM no solo proporciona un marco sólido para enseñar pensamiento computacional, sino que también promueve la interdisciplinariedad y la aplicación práctica de los conceptos aprendidos en diversas áreas (Buitrago et al., 2022; OECD, 2013; Rodríguez, 2019; Swaid, 2015).

La literatura muestra que los estudiantes que desarrollan el pensamiento computacional adquieren la capacidad de descomponer problemas complejos en pasos más pequeños y manejables, identificar patrones y relaciones, y evaluar diversas soluciones (Berson et al., 2023; Calderón et al., 2024; Ou Yang et al., 2023; Sen et al., 2021). Asimismo, fortalecen la capacidad de analizar información de manera rigurosa, evaluar la credibilidad de las fuentes, identificar sesgos y construir argumentos sólidos (Berson et al., 2023; Hsu et al., 2018; Sen et al., 2021), al tiempo que estimula la búsqueda de soluciones innovadoras (Brennan y Resnick, 2012; Cossío, 2021; George, 2023), fomenta el trabajo en equipo y la colaboración (Broza et al., 2023; Chen et al., 2017a; Hsu et al., 2018), y permite a los estudiantes aprovechar la tecnología en diversos campos, desde el diseño de aplicaciones hasta la toma de decisiones basadas en datos (Balladares Burgos et al., 2016; Calderón et al., 2024; Jeong et al., 2024).

La incorporación por sí sola de las tecnologías a las aulas de clase no garantiza el fortalecimiento de todas las habilidades y capacidades cognitivas y sociales que se registran dentro de la literatura. El pensamiento computacional y la educación STEM exige de prácticas de enseñanza adecuadas y pertinentes, y por ello, en este artículo de revisión sistemática de la literatura, las preguntas orientadoras se formularon de la siguiente manera: 1) ¿cómo se integra hoy el pensamiento computacional a la educación?, 2) ¿cuáles son las prácticas de enseñanza más utilizadas asociadas al pensamiento computacional?, y 3) cómo se integra el pensamiento computacional con la educación STEM? Coherente con estos interrogantes, el propósito de esta investigación fue reconocer las relaciones que se tejen entre el pensamiento computacional en la educación STEM y las prácticas de enseñanza.

Método

En este artículo se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura, mediante un proceso estructurado destinado a recuperar, organizar, analizar y sintetizar la evidencia de investigación relacionada con el objeto de estudio de interés a fin de identificar tendencias y divergencias (Creswell, 2013; Porta y Silva, 2019; Galeano, 2012) . La revisión sistemática se erige como un valioso enfoque, ya que su propósito radica en ofrecer un resumen exhaustivo y actualizado de la evidencia disponible, lo cual facilita la respuesta a una pregunta de investigación concreta (Creswell, 2013; Porta y Silva, 2019).

Las revisiones de literatura son estudios exploratorios en sí mismos, y en esa medida, se fundamentan en una perspectiva ontoepistemológica específica. Para este caso, la investigación estuvo sustentada en el paradigma interpretativo-hermenéutico cuyo propósito es la comprensión del fenómeno estudiado, la ubicación temporal y espacial de la realidad en contexto (Vasco, 1985). Se empleó el enfoque cualitativo con alcance exploratorio y, coherente con ello, el método hermenéutico denominado análisis de discurso, el cual busca la identificación de los sentidos y significados de los textos.

Esta revisión sistemática de literatura estuvo centrada en investigaciones empíricas relacionadas con el pensamiento computacional, las prácticas de enseñanza y la educación STEM. Se encontraron diversos artículos académicos, documentos normativos y públicos, así como experiencias que dan cuenta de la importancia del pensamiento computacional en el ámbito educativo. A partir de una Matriz Resumen Analítico de Investigación (RAI) diseñada como instrumento de la técnica análisis documental, se examinaron los objetivos de los estudios, las metodologías implementadas, las herramientas más utilizadas en la enseñanza del pensamiento computacional, las conclusiones y resultados, con el fin de identificar las prácticas de enseñanza relacionadas con el pensamiento computacional y la educación STEM.

Unidades de información

Se seleccionaron 50 estudios empíricos publicados en el periodo comprendido entre el 2014 y el 2023. El análisis de información en este período de tiempo permitió

tener una visión actualizada de la realidad de interés para la identificación de nuevas corrientes, modelos y direcciones en la investigación.

Procedimiento

Para llevar a cabo este estudio de revisión sistemática, se utilizaron diversas fuentes de información, incluidas bases de datos de acceso abierto y bases de datos académicas de acceso restringido con el uso de palabras clave de búsqueda en español e inglés como se muestra en la tabla 1. Las bases de datos de acceso abierto, como Google Scholar, Dialnet, Redalyc y Scielo, permitieron encontrar artículos, libros, y tesis de investigación que coincidían con las palabras clave establecidas para el estudio, tanto en español como en inglés. Las bases de datos académicas de acceso restringido, como SCOPUS, y ScienceDirect proporcionaron acceso a artículos adicionales que no estaban disponibles en las bases de datos de acceso abierto.

Tabla 1. *Palabras clave de búsqueda para el rastreo de investigaciones en las bases de datos*

Palabras clave en español	Sinónimos en español	Palabras clave en inglés	Sinónimos en inglés
Pensamiento computacional Estudiantes Enseñanza Gamificación STEM Resolución de problemas Colombia Latinoamérica	Alumnos /alumnado Juegos /Lúdica	Computational thinking Students Gamification STEM Problem resolution Colombia Latin America	Students /students Teaching Games /Leisure

De este proceso de selección de palabras clave, surgieron ocho cadenas de búsqueda, cuatro en español y cuatro en inglés, relacionadas de la siguiente manera:

- Pensamiento computacional
- Pensamiento computacional AND educación AND Latinoamérica AND Colombia

- Pensamiento computacional AND Enseñanza AND Resolución de Problemas
- Pensamiento computacional AND STEM AND Programación AND Gamificación.

A continuación, se muestran las cadenas de búsqueda con palabras clave en inglés:

- Computational thinking
- Computational thinking AND education AND Latin America AND Colombia
- Computational Thinking AND Teaching AND Problem Solving
- Computational thinking AND STEM AND Programming AND Gamification

Durante la etapa de búsqueda de datos, se utilizaron criterios de inclusión y exclusión en consonancia con el objetivo de este estudio, el grupo demográfico específico y el nivel educativo como se observa en la tabla 2:

Tabla 2. *Criterios de inclusión y exclusión en la selección de los documentos de análisis para la revisión de la literatura*

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Rango de publicación de 2014 a 2023 Idiomas español e inglés.	Artículos fuera del rango establecido.
Estudiantes de bachillerato, media técnica y universitarios de pregrado Artículos científicos, capítulos de libros y tesis de investigación doctorales.	Artículos escritos en idiomas diferentes al español o inglés. Educación para adultos, estudiantes de posgrado. Memorias de congresos, artículos no experimentales, proyectos de investigación de pregrado y maestría, y reportes técnicos.

A los documentos encontrados se les aplicaron los criterios de inclusión y exclusión (#90), y fueron objeto de lectura para determinar su pertinencia. Las referencias bibliográficas también se revisaron para identificar posibles documentos académicos que sirvieran en la revisión sistemática de la literatura. El ejercicio de comparación constante se hizo desde la Matriz RAI sobre 50 documentos académicos, lo que permitió la identificación de tendencias y divergencias.

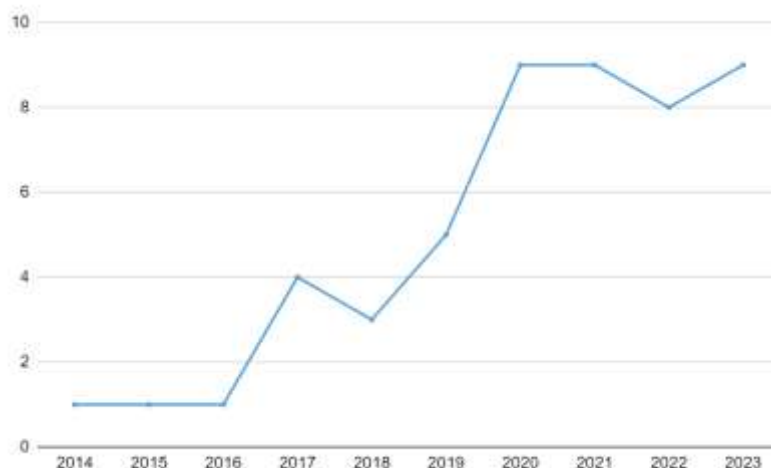
Figura 1. Diagrama esquemático de la revisión sistemática de la literatura

Base de datos	Tipo de Publicación	Título	Año	Autores	País	Objetivo	Categorías de análisis	Metodología	Herramientas	Instrumento Aplicado	Conclusiones

Resultados

De los 50 documentos objeto de tratamiento y análisis – los cuales se consignan en el anexo 1 –, 23 están en español y 27 en inglés. La figura 2 muestra que, de los documentos seleccionados, la mayoría de estos corresponden al periodo comprendido entre el 2019 y el 2023.

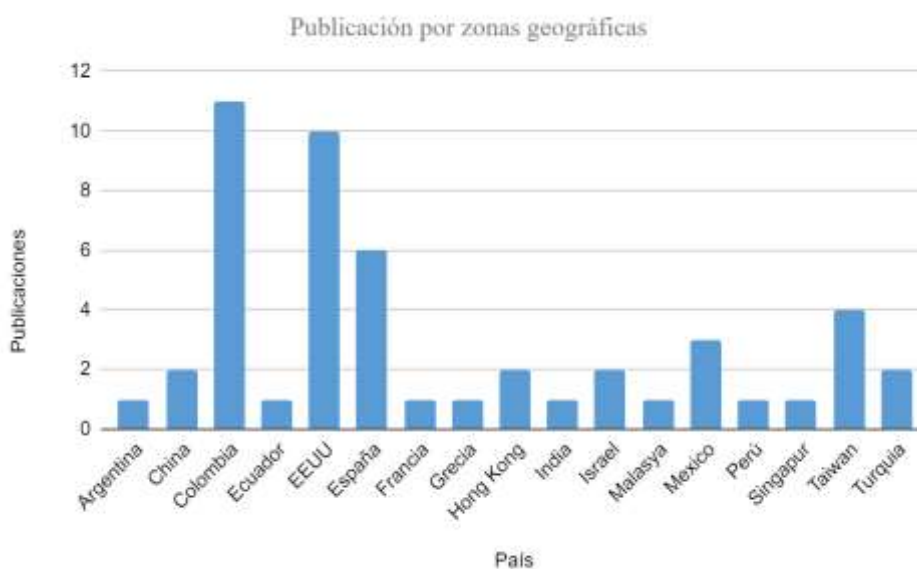
Figura 2. Documentos de investigación objeto de la revisión publicados por año



Ahora bien, en la base *Google Scholar*, los constructos «Pensamiento computacional AND STEM AND Programación AND Gamificación» generaron 661 resultados para el periodo 2014 y 2023, y 595 resultados para el periodo 2019 y 2023, lo que permite concluir un incremento significativo sobre este tema en América Latina. Igual sucede en la literatura en inglés («Computational thinking AND STEM AND Programming AND Gamification»): 7.890 resultados en el rango comprendido entre el 2014 y el 2023, y 6.250 productos publicados en los últimos cinco años (2019 - 2023). Entonces, se puede observar que el campo de investigación del pensamiento computacional ha experimentado un crecimiento

continuo en los últimos años, particularmente, en Estados Unidos, España, Taiwan, México y Turquía, según las unidades de análisis seleccionadas para esta revisión y como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Países de las publicaciones objeto de revisión



Actividades académicas transversales, adecuaciones curriculares, formulación de asignaturas y formación docente: formas de integración del pensamiento computacional a la educación hoy

La revisión sistemática de literatura revela que las prácticas de enseñanza orientadas al desarrollo de estas habilidades han ganado importancia en los últimos años. Las estrategias más comunes utilizadas para integrar el pensamiento computacional en el campo educativo incluyen actividades de programación informática, resolución de problemas académicos o del entorno, descomposición de problemas, abstracción y generalización (Marañón y González, 2021; Shute et al., 2017; Lye y Koh, 2014; García y Mendes, 2018). Además, se identificó que la integración efectiva del pensamiento computacional en el currículo de diferentes asignaturas como matemáticas, ciencias y tecnología, constituyen una plataforma para su posterior transversalidad con otras áreas (Moreno et al., 2021; García y Mendes, 2018)

Estos hallazgos indican que el pensamiento computacional no se limita a ser una habilidad aislada, sino que puede ser parte integral del aprendizaje en múltiples áreas y disciplinas (Brennan y Resnick, 2012; Chen et al., 2017a; Hsu et al., 2018; Tucker et al., 2021). Esto sugiere que el pensamiento computacional puede ser enseñado y desarrollado de manera efectiva a través de diversas estrategias y prácticas pedagógicas, lo que implica la necesidad de un enfoque interdisciplinario y una integración curricular (Lye y Koh, 2014; Rodríguez, 2020, 2018; Sabala, 2019).

En Colombia la implementación del pensamiento computacional en la educación ha estado en proceso y se han realizado varias iniciativas desde el Ministerio de Educación Nacional para promover su enseñanza (Buitrago., et al,2022; Motoa, 2021; Sarmiento, 2022). Estas iniciativas incluyen la creación de programas de formación docente en pensamiento computacional, el desarrollo de materiales educativos y recursos digitales, y la implementación de proyectos piloto en algunas instituciones educativas. Estos esfuerzos buscan promover el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes desde temprana edad, brindándoles oportunidades para adquirir habilidades y competencias relacionadas con el pensamiento computacional (Buitrago., et al, 2022; Castañeda, 2023).

Gamificación, robótica, programación y resolución de problemas: escenarios de enseñanza que se emplean para el desarrollo del pensamiento computacional

Respecto de las prácticas de enseñanza y estrategias de aula más utilizadas en el marco del pensamiento computacional, se encontró que las más comunes están orientadas al trabajo cooperativo para la programación informática. Los estudios informan del uso de lenguajes de programación basados en bloques como Scratch y lenguajes de programación orientados a objetos como C++ y Python, que se utilizaron en la resolución de problemas a través del diseño, la gamificación, y la robótica (Berson et al., 2023, 2023; Chen et al., 2017b; Díaz et al., 2020). Estas actividades no solo buscaban promover el pensamiento computacional, sino también habilidades de razonamiento crítico y analítico como se muestra en la tabla 2 (Kong et al., 2020; Shute et al., 2017; Zhao y Shute, 2019).

Además, se halló que la resolución de problemas algorítmicos era otra estrategia de enseñanza clave en el desarrollo del pensamiento computacional

(Berson et al., 2023; Broza et al., 2023; García Rodríguez, 2022; Kong et al., 2020; Ou Yang et al., 2023; Zampieri y Javaroni, 2020). Se presentaban a los estudiantes problemas complejos que requerían descomponer en pasos más pequeños y desarrollar algoritmos para solucionarlos (Brennan y Resnick, 2012; Cossío, 2021; García Rodríguez, 2022), permitiendo fortalecer habilidades de análisis, abstracción y generalización, así como a mejorar su capacidad para plantear soluciones sistemáticas y eficientes (Balladares Burgos et al., 2016; Lye y Koh, 2014; Wing, 2008).

Así mismo, los resultados hallados sugieren que la integración del pensamiento computacional en el currículo de diferentes asignaturas, como matemáticas, ciencias y tecnología, es una práctica efectiva para desarrollar estas habilidades en los estudiantes (García, 2022; Kong y Wang, 2021; Roig y Moreno, 2020). De la misma manera, se encontró que la enseñanza del pensamiento computacional a través de la programación y la resolución de problemas algorítmicos ayudaba a los estudiantes a comprender conceptos matemáticos y científicos de manera más profunda (Shute et al., 2017; Zhao y Shute, 2019).

Tabla 2. *Prácticas de enseñanza asociadas al pensamiento computacional*

Estrategias de Enseñanza	Herramientas utilizadas	Nivel de aplicación
Solución de problemas a partir de programación informática	Lenguajes de programación basados en bloques: Scratch Python, C++, Robótica	Secundaria Primaria Educación Universitaria
Resolución de problemas académicos o del entorno	Actividades basadas en la gamificación Andamiaje y actividades de reflexión	Primaria Secundaria
Descomposición de problemas	Actividades desconectadas Diseño de algoritmos	Primaria Secundaria
Abstracción	Diseño de algoritmos	Secundaria Educación Universitaria
Generalización	Diseño de algoritmos	Secundaria Educación Universitaria

Pensamiento computacional y educación STEM: tejidos de una relación bidireccional dinámica y compleja

Los estudios realizados a lo largo del mundo demuestran que el pensamiento computacional es una habilidad fundamental en la educación STEM que va más allá de la programación y la informática (Buitrago et al., 2022; Kong y Wang, 2021; Kong

et al., 2020; Tikva y Tambouris, 2021), y que enseñarlo requiere enfoques interdisciplinarios y estrategias pedagógicas diversas, como la programación informática y la resolución de problemas algorítmicos (Borchardt y Roggi, 2017; Swaid, 2015).

La revisión permitió evidenciar que las habilidades propias del pensamiento computacional se integran la educación STEM de manera implícita en las prácticas y estrategias mencionadas para desarrollar este enfoque educativo (Bautista y Hernández, 2020; Sen et al., 2021; Swaid, 2015), y que esta articulación fomenta el razonamiento crítico y analítico al desafiar a los estudiantes a pensar de manera lógica, buscar soluciones creativas y aplicar la abstracción en la resolución de problemas (Bautista & Hernández, 2020; Borchardt y Roggi, 2017; Swaid, 2015).

El pensamiento computacional es una habilidad fundamental en la educación STEM, que se puede desarrollar mediante actividades de programación informática y resolución de problemas, y que las habilidades de razonamiento asociadas se pueden promover a través de la enseñanza del pensamiento computacional en diferentes asignaturas (Balladares Burgos et al., 2016, 2016; Villalustre, 2024).

A nivel mundial se promueve la educación STEM como una estrategia para mejorar las habilidades y competencias de los estudiantes en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Borchardt y Roggi, 2017; García Rodríguez, 2022; Rodríguez, 2019; Swaid, 2015), y para ello, se desarrolla el pensamiento computacional desde temprana edad, a través de prácticas de enseñanza que incorporan actividades de programación informática, el fomento de la resolución de problemas algorítmicos y la integración del pensamiento computacional en diferentes asignaturas del currículo (Bautista y Hernández, 2020; Borchardt y Roggi, 2017; Pereiro et al., 2022).

Discusión y Conclusiones

Se ha revelado un cuerpo sustancial de estudios e investigaciones que unánimemente respaldan la relevancia del pensamiento computacional en el ámbito de la educación STEM y las prácticas de enseñanza asociadas a la misma. Hay un consenso general en interpretar el pensamiento computacional como un enfoque para abordar problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano (Brennan y Resnick, 2012; Villalustre, 2024). Este a su vez se fundamenta en conceptos y procesos de la ciencia de la computación (Lodi y Martini, 2021; Wing,

2008), y que a pesar de su amplitud, no se limita exclusivamente al uso de computadoras, buscando una aplicación más integral en diversas áreas del conocimiento (Brennan y Resnick, 2012; Cossío, 2021; Wing, 2006). De la misma manera, el pensamiento computacional tiene un impacto significativamente mayor en las disciplinas STEM, donde se incorporan conceptos y habilidades relacionados con la programación, algoritmos, lógica y pensamiento analítico (Bautista y Hernández, 2020; Swaid, 2015).

El pensamiento computacional va más allá de estimular el razonamiento lógico y analítico, pues este enfoque despierta y nutre la creatividad, fomenta la capacidad para resolver problemas de manera efectiva y contribuye al desarrollo de la toma de decisiones (Díaz et al., 2020; Roig y Moreno, 2020; Sarmiento, 2022). Los individuos que cultivan el pensamiento computacional no sólo son capaces de descomponer problemas complejos en componentes más manejables, sino que también poseen la agilidad mental para idear soluciones novedosas y creativas (Sen et al., 2021; Tikva y Tambouris, 2021). Así mismo, están mejor equipados para tomar decisiones basadas en el análisis lógico y la comprensión profunda de las situaciones que enfrentan (Díaz et al., 2020; Roig y Moreno, 2020). Esta combinación de habilidades hace que el pensamiento computacional sea valioso en diversos contextos, desde la resolución de problemas cotidianos hasta la resolución de desafíos tecnológicos y científicos más complejos.

Otro punto a destacar es la relevancia de iniciar la formación en pensamiento computacional desde edades tempranas (Lodi y Martini, 2021; Papert, 1993; Zeng et al., 2023), ya que este permite que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para abordar los desafíos tecnológicos y digitales que les depara el futuro. Es por esta razón que, en lo que respecta a la implementación del pensamiento computacional en las instituciones educativas, se observan diversas estrategias, como el empleo de proyectos y actividades prácticas, la integración del mismo en distintas materias del currículo, la creación de entornos de aprendizaje colaborativos y la utilización de herramientas tecnológicas.

En cuanto a las prácticas de enseñanza que se implementan para fortalecer el pensamiento computacional en el ámbito educativo, se identifican estrategias como la enseñanza basada en problemas, el trabajo colaborativo, la enseñanza basada en herramientas de programación, el trabajo en equipo y la integración de proyectos prácticos; las cuales promueven la participación activa de los estudiantes

y fomentan el desarrollo del pensamiento crítico, esenciales en la resolución de problemas en contextos reales (Arrifano y Brigas, 2022; Haneda et al., 2024) .

En síntesis, los trabajos de investigación sistematizados, destacan la importancia de incorporar el pensamiento computacional como una herramienta pedagógica valiosa que potencia el razonamiento lógico y analítico, la creatividad, la resolución de problemas y la toma de decisiones. La evidencia acumulada demuestra que el pensamiento computacional no solo es una habilidad altamente deseable en el contexto de la educación STEM, sino que también es esencial para la formación de individuos competentes y versátiles en un mundo cada vez más impulsado por la tecnología.

Referencias

- Adell, J., Llopis Nebot, M. Á., Esteve Mon, F., & Valdeolivas Novella, M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 171. <https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Arrifano, P. J., & Brigas, C. (2022). El pensamiento computacional en educación infantil: Un análisis a través del Computer Science Unplugged. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 98(36.2). <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i36.2.94881>
- Balladares, J. A., Avilés Salvador, M. R., & Pérez Narváez, H. O. (2016). Del pensamiento complejo al pensamiento computacional: Retos para la educación contemporánea. *Sophía*, 2(21), 143. <https://doi.org/10.17163/soph.n21.2016.06>
- Bautista, J. M., & Hernández, R. M. (2020). Aprendizaje basado en el modelo STEM y la clave de la metacognición. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(1), 14-25. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2020.v6i1.6719>
- Bers, M. (2022). *The state of the field of computational thinking in early childhood education* (OECD Education Working Papers 274; OECD Education Working Papers, Vol. 274). <https://doi.org/10.1787/3354387a-en>
- Berson, I. R., Berson, M. J., McKinnon, C., Aradhya, D., Alyaeesh, M., Luo, W., & Shapiro, B. R. (2023). An exploration of robot programming as a foundation for spatial reasoning and computational thinking in preschoolers' guided play. *Early*

Childhood Research Quarterly, 65, 57-67.

<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.015>

Borchardt, M., & Roggi, I. (2017). Ciencias de la Computación en los sistemas educativos de América Latina. *Documento de programa o reunión*, 28.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*.

Broza, O., Biberman-Shalev, L., & Chamo, N. (2023). "Start from scratch": Integrating computational thinking skills in teacher education program. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101285. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101285>

Buitrago, L. M., Laverde, G. M., & Amaya, L. Y. (2022). *Pensamiento computacional y educación STEM: reflexiones para una educación inclusiva desde las prácticas pedagógicas*. 16.

Calderón, A., Ruiz, M., Hurtado, N., Orta, E., García, M., Gómez-Aguilar, N., & Trinidad, M. (2024). Evaluation of the Perception of Use of a Serious Game to Assess the Digital Competence of Secondary School Students. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 1-1.

<https://doi.org/10.1109/RITA.2024.3381846>

Castro-Rodríguez, E., & Belén Montoro, A. (2021). Educación STEM y formación del profesorado de Primaria en España. *Revista de Educación*, 0(393).

<https://recyt.fecyt.es/index.php/Redu/article/view/89857>

Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017a). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>

Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017b). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>

Cheng, Y.-P., Lai, C.-F., Chen, Y.-T., Wang, W.-S., Huang, Y.-M., & Wu, T.-T. (2023). Enhancing student's computational thinking skills with student-generated questions strategy in a game-based learning platform. *Computers & Education*, 200, 104794. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104794>

- Cossío, P. (2021). Pensamiento computacional: Habilidades asociadas y recursos didácticos. *Innovaciones Educativas*, 23(Especial), 178-189.
<https://doi.org/10.22458/ie.v23iEspecial.3693>
- Creswell, J. W. (2013). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.
<https://books.google.com.co/books?id=PViMtOnJ1LcC>
- Díaz, C. M., Segredo, E., Arnay, R., & León, C. (2020). Simulador de Robótica Educativa para la promoción del Pensamiento Computacional: Educational Robotics simulator for fostering Computational Thinking. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.410191>
- Enríquez, C., Raluy Herrero, M., & Vega Sosa, L. M. (2021). Desarrollo del pensamiento computacional en niñas y niños usando actividades desconectadas y conectadas de computadora. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23).
<https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1079>
- Galeano, M. (2012). *Estrategias de Investigación Social Educativa, Un giro en la mirada*. La Carreta Editores.
- Gamboa, M. V. L., González, C. M. C., & Soto, J. F. S. (2020). *Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI*.
- García, A. (2022). Enseñanza de la programación a través de Scratch para el desarrollo del pensamiento computacional en educación básica secundaria. *Academia y Virtualidad*, 15(1), 161-182. <https://doi.org/10.18359/ravi.5883>
- García-Peñalvo, F. J., & Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005>
- George, C. E. (2023). Imbricación del pensamiento computacional y la alfabetización digital en la educación. Modelación a partir de una revisión sistemática de la literatura. *Revista Española de Documentación Científica*, 46(1), e345.
<https://doi.org/10.3989/redc.2023.1.1922>
- Güiza, R. M. (2021). *Propuesta Didáctica Para El Desarrollo Del Pensamiento Computacional Desde Un Ecosistema Digital. Caso: Colegio Técnico Vicente Azuero De Colombia*.

- Haneda, M., Madany-Saa, M., Teemant, A., & Sherman, B. (2024). Tensions in school context and teacher praxis in equity-oriented professional learning. *Teaching and Teacher Education*, 140, 104480. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104480>
- Harper, F. K., Caudle, L. A., Flowers, C. E., Rainwater, T., & Quinn, M. F. (2023). Centering teacher and parent voice to realize culturally relevant computational thinking in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 64, 381-393. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.001>
- Hou, H.-Y., Agrawal, S., & Lee, C.-F. (2020). Computational thinking training with technology for non-information undergraduates. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100720. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100720>
- Hsu, T.-C., Chang, S.-C., & Hung, Y.-T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296-310. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>
- Hu, X., Chiu, M. M., Yelland, N., & Liang, Y. (2023). Scaffolding young children's computational thinking with teacher talk in a technology-mediated classroom. *Early Childhood Research Quarterly*, 65, 81-91. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.011>
- Jeong, D. W., Moon, H., Jeong, S. M., & Moon, C. J. (2024). Digital capital accumulation in schools, teachers, and students and academic achievement: Cross-country evidence from the PISA 2018. *International Journal of Educational Development*, 107, 103024. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2024.103024>
- Kessner, T. M., & Harris, L. M. (2022). Opportunities to practice historical thinking and reasoning in a made-for-school history-oriented videogame. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 34, 100545. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2022.100545>
- Kong, S. C., & Wang, Y. Q. (2021a). Item response analysis of computational thinking practices: Test characteristics and students' learning abilities in visual programming contexts. *Computers in Human Behavior*, 122, 106836. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106836>
- Kong, S. C., & Wang, Y. Q. (2021b). Item response analysis of computational thinking practices: Test characteristics and students' learning abilities in visual

- programming contexts. *Computers in Human Behavior*, 122, 106836.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106836>
- Kong, S.-C., Lai, M., & Sun, D. (2020). Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy. *Computers & Education*, 151, 103872.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103872>
- Korkmaz, Ö., Çakir, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>
- Lodi, M., & Martini, S. (2021). Computational Thinking, Between Papert and Wing. *Science & Education*, 30(4), 883-908. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00202-5>
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- Manrique-Losada, B., Gómez-Álvarez, M. C., & González-Palacio, L. (s. f.). *Estrategia de transformación para la formación en informática: Hacia el desarrollo de competencias en educación básica y media para la Industria 4.0 en Medellín – Colombia*.
- Mono Castañeda, A. (2023). Pensamiento computacional para una sociedad 5.0. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 111-140.
<https://doi.org/10.51302/tce.2023.1440>
- Motoa Sabala, S. P. (2019). Pensamiento computacional. *Revista de educación y pensamiento*, 26, 107-111.
- OECD. (2013). *Sparkling Innovation in STEM Education with Technology and Collaboration: A Case Study of the HP Catalyst Initiative* (OECD Education Working Papers 91; OECD Education Working Papers, Vol. 91).
<https://doi.org/10.1787/5k480sj9k442-en>
- Ou Yang, F.-C., Lai, H.-M., & Wang, Y.-W. (2023). Effect of augmented reality-based virtual educational robotics on programming students' enjoyment of learning, computational thinking skills, and academic achievement. *Computers & Education*, 195, 104721. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104721>
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (2nd edition). Basic Books.

- Pereiro, E., Montaldo, M., Koleszar, V., & Urruticoechea, A. (2022). *Computational thinking, artificial intelligence and education in Latin America*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381761?posInSet=1&queryId=1796ff98-a891-4f47-9bad-05a1bb3bb108>
- Porta, D. L., & Silva, M. M. (2019). “*La investigación cualitativa: El Análisis de Contenido en la investigación educativa*”.
- Ramírez, C. E., Herrero, M. R., & Sosa, L. M. V. (2021). Desarrollo del pensamiento computacional en niñas y niños usando actividades desconectadas y conectadas de computadora. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23), Article 23.
<https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1079>
- Rodríguez, D. L. T. (2019). *Educación STEM en la Sudamérica hispanohablante*. 13(3).
- Rodríguez-Benito, A. J., & Durán-Gómez, M. (2020). Implementation of educational technology for the development of computational thinking in fourth grade children in a public educational institution in Colombia. *Revista Perspectivas*, 5(2), 20-29.
<https://doi.org/10.22463/25909215.2827>
- Roig, R., & Moreno, V. (2020). El pensamiento computacional en Educación. Análisis bibliométrico y temático.: Computational thinking in education. Bibliometric and thematic analysis. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.402621>
- Saad, A., & Zainudin, S. (2022). A review of Project-Based Learning (PBL) and Computational Thinking (CT) in teaching and learning. *Learning and Motivation*, 78, 101802. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2022.101802>
- Sarmiento, M. I. (2022). Propuesta metodológica para el desarrollo de competencias vinculadas con el pensamiento computacional. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 52, 153-174. <https://doi.org/10.17227/ted.num52-12796>
- Sen, C., Ay, Z. S., & Kiray, S. A. (2021). Computational thinking skills of gifted and talented students in integrated STEM activities based on the engineering design process: The case of robotics and 3D robot modeling. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100931. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100931>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017a). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>

- Song, D., Hong, H., & Oh, E. Y. (2021). Applying computational analysis of novice learners' computer programming patterns to reveal self-regulated learning, computational thinking, and learning performance. *Computers in Human Behavior*, 120, 106746. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106746>
- Swaid, S. I. (2015). Bringing Computational Thinking to STEM Education. *Procedia Manufacturing*, 3, 3657-3662. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.761>
- Tikva, C., & Tambouris, E. (2021). A systematic mapping study on teaching and learning Computational Thinking through programming in higher education. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100849. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100849>
- Trejos Buriticá, O. I. (2019). EPS: Metodología para resolución de enunciados en ciencias básicas apoyándose en pensamiento computacional. *Revista EIA*, 16(32), 85-96. <https://doi.org/10.24050/reia.v16i32.1266>
- Tucker-Raymond, E., Cassidy, M., & Puttick, G. (2021). Science teachers can teach computational thinking through distributed expertise. *Computers & Education*, 173, 104284. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104284>
- UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC UNESCO versión 3*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024.locale=es>
- Vasco, C.E. (1985). *Tres estilos de trabajo en las ciencias sociales*. Universidad Nacional de Colombia.
- Villalustre, L. (2024). Análisis del nivel de pensamiento computacional de los futuros maestros: Una propuesta diagnóstica para el diseño de acciones formativas. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 69, 169-194. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.101205>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Zampieri, M. T., & Javaroni, S. L. (2020). A Dialogue Between Computational Thinking and Interdisciplinarity using Scratch Software. *UNIPLURIVERSIDAD*, 20(1), e2020105. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.06>

Zeng, Y., Yang, W., & Bautista, A. (2023). Computational thinking in early childhood education: Reviewing the literature and redeveloping the three-dimensional framework. *Educational Research Review*, 39, 100520.

<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100520>

Zhao, W., & Shute, V. J. (2019). Can playing a video game foster computational thinking skills? *Computers & Education*, 141, 103633.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103633>

Anexo 1**Tabla 3.** *Artículos seleccionados para revisión*

Autores	Año	País	Base de Datos	Tipo de Publicación
Sandra Patricia Motoa Sabala	2019	Colombia	Dialnet	Artículo
Sze Yee Lye Joyce Hwee Ling Koh	2014	Singapur	Sciencedirect	Artículo
Valerie J. Shute Chen Sun Jodi Asbell-Clarke	2017	EEUU	Sciencedirect	Artículo
Yue Zeng Weipeng Yang Alfredo Bautista	2023	China	Sciencedirect	Artículo
Pedro Jose Arrifano Tadeu Carlos Brigas	2022	España	Scopus	Artículo
Michael Lodi Simone Martini	2021	Francia	Scopus	Artículo
Hu, Xinyun Chiu, Ming Ming Yelland, Nicola Liang, Yutong	2023	China	Sciencedirect	Artículo

Carlos Enríquez Ramírez Mariza Raluy Herrero Luz María Vega Sosa	2022	México	Scielo	Artículo
Pilar Cossío Acosta	2021	Perú	Scielo	Artículo
Jorge Balladares Burgos Antonio Avilés Salvador Mauro Rodrigo; Hamilton Omar Pérez Narváez	2016	Ecuador	Dialnet	Artículo
L. M Buitrago G. M Laverde L. Y Amaya	2022	Colombia	Redalyc	Artículo
Orit Broza Liat Biberman-Shalev Nurit Chamo	2023	Israel	Sciencedirect	Artículo
Carlos George-Reyes	2023	México	Scopus	Artículo
Adell Segura, J., Llopis Nebot, M. Ángeles, Esteve Mon, F. Valdeolivas Novella, M. G.	2019	España	Revista Iberoamericana de Educación a Distancia	Artículo
Cristian Manuel Ángel-Díaz, Eduardo Segredo, Rafael Arnay, Coromoto León	2020	España	Revista de Educación a Distancia	Artículo
Rosabel Roig-Vila Víctor Moreno-Isaac	2020	España	Revista de Educación a Distancia	Artículo
Bautista-Vallejo, J. M. Hernández-Carrera, R. M.	2020	España	Innoeduca. International Journal of	Artículo

			Technology and Educational Innovation	
Elena Castro Rodríguez Ana Belén Montoro Medina	2021	España	RediNet	Artículo
Diego Leonardo Tovar Rodríguez	2019	México	Dialnet	Artículo
Marco Vinicio López Gamboaa Carlos MI. Córdoba González B José F. Soto Sotoc	2020	Argentina	Dialnet	Artículo
Aslina Saad a Suhaila Zainudin b	2022	Malasia	Scimedirect	Artículo
Christina Tikva Efthimios Tambouris	2021	Grecia	Scimedirect	Artículo
Siu Cheung Kong a Yi Qing Wang b	2021	Hong Kong	Scimedirect	Artículo
Guanhua Chen a, Ji Shen a Lauren Barth-Cohen b Shiyan Jiang a Xiaoting Huang c Moataz Eltoukhy a	2017	EEUU	Scimedirect	Artículo
Valerie J. Shute a Chen Sun a Jodi Asbell-Clarke b	2017	EEUU	Scimedirect	Artículo
Özgen Korkmaz a Recep Çakir b M. Yaşar Özden c	2017	Turquía	Scimedirect	Artículo
Fang-Chuan Ou Yang a Hui-Min Lai b Yen-Wen Wang c	2023	Taiwan	Scimedirect	Artículo

Francisco José García-Peñalvo António José Mendes	2018	España	Scimedirect	Artículo
Ting-Chia Hsu Shao-Chen Chang Yu-Ting Hung	2018	Taiwan	Scimedirect	Artículo
Donggil Song a Hyeonmi Hong b Eun Young Oh c	2021	EEUU	Scimedirect	Artículo
Taylor M. Kessner a Lauren McArthur Harris b	2022	EEUU	Scimedirect	Artículo
Hsing-Yu Hou a Somya Agrawal b Chin-Feng Lee b	2020	Taiwan	Scimedirect	Artículo
Siu-Cheung Kong a b Ming Lai b Daner Sun a	2019	Hong Kong	Scimedirect	Artículo
Samar I. Swaid	2015	EEUU	Scimedirect	Artículo
Eli Tucker-Raymond a Michael Cassidy b Gillian Puttick b	2021	EEUU	Scimedirect	Artículo
Orit Broza Liat Biberman-Shalev Nurit Chamo	2023	Israel	Scimedirect	Artículo
Yu-Ping Cheng a Chin-Feng Lai a Yun-Ting Chen a Wei-Sheng Wang a Yueh-Min Huang a Ting-Ting Wu b	2023	Taiwan	Scimedirect	Artículo
Ceylan Sen a Zeynep Sonay Ay b Seyit Ahmet Kiray c	2021	Turquía	Scimedirect	Artículo

Weinan Zhao a Valerie J. Shute b	2019	EEUU	Scimedirect	Artículo
Maira Isbeth Sarmiento- Bolívar	2022	Colombia	Redalyc	Artículo
Omar Iván Trejos Buriticá	2019	Colombia	Redalyc	Artículo
Edgar Serna M.	2011	Colombia	Redalyc	Artículo
Alvedy García Rodríguez	2022	Colombia	Dialnet	Artículo
Andrea Jhoanna Rodríguez Benito Margarita Durán Gómez	2020	Colombia	Dialnet	Artículo
Rafael Ricardo Mantilla Guiza	2021	Colombia	Dialnet	Artículo
Alexi Mono Castañeda	2023	Colombia	Dialnet	Artículo
L. M Buitrago G. M Laverde L. Y Amaya S. I. Hernández	2022	Colombia	Dialnet	Artículo
Bell Manrique-Losada María Clara Gómez-Álvarez Liliana González-Palacio	2020	Colombia	Dialnet	Artículo
Frances K. Harper, Lori A. Caudle, Charles E. Flowers Jr., Tabatha Rainwater, Margaret F. Quinn, The CRRRAFT Partnership	2023	EEUU	Scimedirect	Artículo
Ilene R. Berson a Michael J. Berson a Candice McKinnon a Deeksha Aradhya a May Alyaesh a Wenwei Luo b Ben Rydal Shapiro c	2023	EEUU	Scimedirect	Artículo

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- Los autores declaran que los datos, las aplicaciones y otros contenidos subyacentes al manuscrito están referenciados.
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación, cuando corresponda, se describen en el manuscrito.
- Los autores declaran que una vez que un manuscrito es postado en el servidor SciELO Preprints, sólo puede ser retirado mediante solicitud a la Secretaría Editorial deSciELO Preprints, que publicará un aviso de retracción en su lugar.
- Los autores aceptan que el manuscrito aprobado esté disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- El autor que presenta el manuscrito declara que las contribuciones de todos los autores y la declaración de conflicto de intereses se incluyen explícitamente y en secciones específicas del manuscrito.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints o publicado en una revista.
- Si el manuscrito está siendo evaluado o siendo preparando para su publicación pero aún no ha sido publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.
- El autor que envía el manuscrito declara que todos los autores del mismo están de acuerdo con el envío a SciELO Preprints.