Praxis / Vol. 21, No. 3 – 2025 / 704 - 722
DOI: http://dx.doi.org/10.21676/23897856.6531

Artículo de revisión

Revisión sistemática del pensamiento computacional y educación STEM en el currículo de secundaria

Systematic review of computational thinking and STEM Education in the secondary school curriculum

Jameson Leonardo Jiménez-Gómez [1], Edgar Javier Carmona-Suárez [2]

Para citar este artículo: Jiménez-Gómez JL, Carmona-Suárez EJ. Revisión sistemática del pensamiento computacional y educación STEM en el currículo de secundaria. *Praxis. 2025;21*(3): 704-722. http://dx.doi.org/10.21676/23897856.6531

Recibido en abril 17 de 2025
Aceptado en junio 3 de 2025
Publicado en línea en septiembre 22 de 2025

RESUMEN

En este artículo se presentan los hallazgos de un análisis bibliográfico que se llevó a cabo entre los años 2019 y 2025, centrado en investigaciones a propósito del pensamiento computacional y la educación STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en el currículo de secundaria. Se hizo un análisis detallado y crítico de cincuenta artículos encontrados en bases de datos. Luego, a partir de los resultados, se establecieron las siguientes categorías: la educación STEM un enfoque interdisciplinario y ético en el currículo. Integración de recursos y metodologías activas en la enseñanza de contenidos STEM; pensamiento computacional y currículo: más allá de la tecnología en la educación; desafíos y estrategias para la integración del pensamiento computacional en el currículo; e integración curricular del pensamiento computacional y STEM: hacia una educación para el futuro digital. En la discusión se plantea que, el pensamiento computacional ha adquirido relevancia significativa en el ámbito educativo. A su vez, la metodología STEM se ha integrado en la mayoría de los programas como parte de las nuevas tendencias en educación. Estos enfoques requieren que se reconsidere el diseño curricular con el fin de fomentar las transformaciones necesarias en un entorno cada vez más globalizado.

Palabras clave: educación secundaria; pensamiento computacional; STEM; currículo.

ABSTRACT

This article presents the findings of a bibliographic analysis carried out between 2019 and 2025, focusing on research related to computational thinking and STEM education in the secondary school curriculum. A detailed and critical analysis was conducted of fifty articles found in databases. Based on the results, the following categories were established: reconceptualization of STEM education: towards an interdisciplinary and ethical approach in the curriculum; educational transformation: integration of active resources and methodologies in the teaching of STEM content; computational thinking and curriculum: beyond technology in education; challenges and strategies for integrating computational thinking into the educational curriculum; and integration of computational thinking and STEM in the curriculum: towards an education for the digital future. From the discussion, it is suggested that computational thinking has acquired significant relevance in the educational field. In turn, the STEM methodology has been integrated into most programs as part of the new trends in education. These approaches suggest that curriculum design must be reconsidered in order to foster the necessary transformations required in an increasingly globalized world.

Keywords: secondary education; computational thinking; STEM; curriculum.

1. Doctorando. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. Correo: jljimenezg@ut.edu.co - https://orcid.org/0000-0002-9279-093X
2. PhD. Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. Correo: ecarmona@uniquindio.edu.co - https://orcid.org/0000-0001-6399-2842

INTRODUCCIÓN

El pensamiento computacional ha tomado una importancia considerable en la educación de cara a los desafíos de la vida moderna, que exigen nuevas habilidades, destrezas y competencias para la resolución de problemas. De forma paralela, las tendencias en pedagogía incluyen en la mayoría de los programas la metodología STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) (Ramos y Núñez, 2024).

En este contexto, es preciso replantear el currículo de tal manera que permita las transformaciones deseadas en los ciudadanos que habitan un mundo cada vez más globalizado y digitalizado, de acuerdo con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) cuatro (ONU, 2023). Ahora bien, no se trata porque no se trata solo de lograr el acceso universal a educación primaria, secundaria e incluso universitaria, sino de recibir una formación de calidad que fomente el pensamiento crítico y reflexivo y el trabajo en equipo, reduciendo a la vez las brechas digitales y las desigualdades sociales (Hernández y Espuny, 2022).

Papert (1980) plantea que es posible construir culturas computacionales para resolver problemas como lo hace un ordenador, o pensar como un científico informático. Desde una postura constructivista, el autor considera que los niños adquieren destrezas de forma innata sin que se les enseñe, respondiendo a su entorno y cultura, por lo que resulta valioso incorporar estas experiencias e interacciones con el medio en la elaboración de conocimiento. Así pues, la habilidad de programar, que permite corregir errores, puede desarrollarse directamente en la etapa que Piaget (1964) denomina de transición del pensamiento concreto al formal. Esta integración de vivencias en el currículo da lugar a lo que Papert (1980) llama “pensamiento procedimental” (p. 154).

En suma, el pensamiento computacional puede definirse como el conjunto de habilidades por medio de las cuales se mejora la capacidad analítica, se resuelven problemas y se diseñan sistemas a través de un conjunto de instrucciones. Esta capacidad se fundamenta teóricamente desde la informática y utiliza la abstracción y la descomposición para separar unas tareas complejas en sus partes y hacerlas manejables. Además, utiliza el razonamiento heurístico, ya que reconoce la presencia de la incertidumbre y combina conocimientos de la ingeniería, las matemáticas y la computación para construir sistemas virtuales que solucionan problemas cotidianos (Wing, 2006).

Sin embargo, el desarrollo de la potencialidad de un niño para pensar algorítmicamente no siempre indica el uso de un computador. Por ejemplo, una forma de fomentar el pensamiento computacional es pedirle al estudiante que describa la secuencia de pasos que realiza para empacar sus útiles escolares o que elabore un diagrama de flujo de cómo se desplaza de su casa al colegio, son formas de aprender a pensar computacionalmente (Wing, 2006).

El enfoque STEM es una metodología que sustenta en los postulados de John Dewey, Zoltan Dienes y Richard Lesh e integra lo científico, lo matemático, lo tecnológico y lo ingenieril. Esta propuesta es una estrategia efectiva para adquirir y aplicar contenidos interdisciplinarios en la escuela a través del aprendizaje colaborativo, brindando experiencias significativas en contextos reales (Glancy y Moore, 2013).

La integración curricular del STEM a través de dos o más disciplinas significa abordar un eje temático o contenido desde múltiples representaciones en estas áreas y alcanzar objetivos comunes para comprender a profundidad los conceptos. Este enfoque es especialmente pertinente para abordar los problemas de la sociedad, que no se resuelven de forma aislada, sino integrando varios conocimientos. Es así como Dewey concibe el aprendizaje de forma interdisciplinar y considera que la mejor forma de vivenciar las

experiencias es a través de metodologías activas y trabajo colaborativo (Lesh y Harel, 2003).

Cabe señalar que en ocasiones los esfuerzos por desarrollar el pensamiento computacional se enfocan en el uso de aparatos computarizados o mediaciones tecnológicas, dejando a un lado aspectos esenciales que permiten resolver problemas a través de esta forma de razonar, incluso sin aparatos tecnológicos. En esa medida, la integración curricular del STEM y del pensamiento computacional en distintas áreas es una estrategia clave para diseñar soluciones de manera natural, como ocurre en la vida real (Glancy y Moore, 2013).

En definitiva, los avances en las herramientas digitales, el pensamiento computacional, la educación STEM o STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), reconocidos como parte de la cuarta revolución digital, reclaman su integración en el currículo de manera transversal para que las instituciones puedan responder a las exigencias actuales. Sin embargo, es necesario tener clara la postura teórica y filosófica desde la cual se aborda la inclusión de estos desarrollos en el currículo.

La idea es no caer en el tecnocentrismo, donde solo se responde al uso de artefactos y actividades separadas de la realidad. En este sentido, el currículo, además de formar un ser integral, debe prestar atención a las necesidades del entorno y darle al estudiante un rol activo en la solución de los problemas sociales (Díaz, 2003). Por consiguiente, se propone reconocer desde el principio que la formación académica, en cada uno de sus niveles educativos, cumple una función social, política, administrativa, económica y pedagógica acorde con el momento histórico, por lo que los planes de estudios pueden verse sujetos a cambios o transformaciones, que convierten a estos mismos programas en una praxis (Sacristán, 2007).

Este artículo es una revisión bibliográfica sobre propuestas relacionadas con la construcción de planes de estudios para educación básica secundaria que integren la educación STEM y el pensamiento computacional en el currículo y, particularmente, en las áreas de matemáticas y tecnología. El estudio parte de la premisa de que a través de estos dos componentes se puede promover la inclusión de género y reconocer las barreras y los desafíos que enfrentan las diferentes disciplinas en los contextos escolares, respetando las diversas posturas filosóficas, epistemológicas y pedagógicas de los autores citados.

METODOLOGÍA

Este estudio cualitativo y documental posibilitó un análisis crítico a partir de los artículos derivados de investigaciones que vinculan el currículo de secundaria con el pensamiento computacional y la educación STEM. La revisión de esta literatura se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por Vera (2009), que cumple con los criterios de confiabilidad y validez y se divide en cuatro fases: **a)** planteamiento de preguntas; **b)** establecimiento de pautas para la selección de artículos; **c)** estructuración sistemática de la información; y **d)** análisis.

Las preguntas de la primera fase para iniciar la revisión fueron: *¿qué se entiende por enfoque STEM?, ¿cómo se puede integrar el enfoque STEM en el currículo?, ¿cómo se puede entender el pensamiento computacional en la educación?,* y *¿qué estrategias se pueden implementar para facilitar la integración de la educación STEM y el pensamiento computacional en el currículo?*

En la segunda fase se realizó la revisión bibliográfica. Para este fin, se seleccionaron trabajos según los criterios generales sugeridos por Vera (2009), como el de haber sido publicados en un periodo específico (en este caso, entre los años 2019 y 2025), y teniendo en cuenta que los artículos estuvieran en las bases bibliográficas ScienceDirect, J-Gate, Scopus, Springer y Dialnet. La tabla 1 presenta otros criterios empleados.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
- Artículos resultados de investigación. - Artículos publicados entre 2019-2025. - Idiomas: español e inglés. -Artículos alojados en las bases bibliográficas.	- Tesis de pregrado, maestría y doctorado. - Artículos publicados antes de 2018. - Otros idiomas. - Libros y capítulos de libros.

Posteriormente, los artículos se filtraron por: palabras clave, idioma y año. Se seleccionaron los que se centraban en la educación secundaria, se eliminaron los duplicados y se escogieron cincuenta, como se puede observar en la tabla 2. En la tercera y cuarta fases se estructuró de manera sistemática la información y se llevó a cabo el análisis, como se presenta en el siguiente apartado.

Tabla 2. Proceso de selección de artículos.

Idioma	Años	Palabras clave	Base de datos	Total de artículos	Artículos seleccionados
Español e inglés	2019-2025	Educación secundaria, pensamiento computacional, STEM	Science Direct	57	9
			J-Gate	223	4
			Scopus	576	17
			Springer	125	13
			Dialnet	24	7

DISCUSIÓN

A partir del desarrollo metodológico, se hallaron en total cincuenta artículos distribuidos como se muestra en la tabla 3. Por su parte, la tabla 4 presenta el número de publicaciones por país, abarcando cuatro continentes, lo cual da cuenta de la amplitud del estudio.

Tabla 3. Publicaciones por año.

Publicaciones por año						
2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
3	9	11	6	9	10	2

Tabla 4. Publicaciones por país.

Publicaciones por país		
Continente	**País**	**Número de artículos**
Europa	España	12
	Italia	1
	Rumania	1
	Noruega	1
	Países Bajos	1
	Rumania	1
	Turquía	1
Asia	China	2
	Indonesia	2
Norteamérica	Estados Unidos	2
Latinoamérica	Ecuador	1
	Colombia	12
	Argentina	3
	Nicaragua	2
	Perú	2
	Venezuela	2
	Brasil	1
	Costa Rica	1
	Panamá	1
	Uruguay	1

A partir del análisis, se articularon tres ejes que estructuran el análisis: STEM y currículo; pensamiento computacional y currículo; y pensamiento computacional, STEM y currículo (tabla 5). Luego, teniendo en cuenta estos ejes, surgieron las categorías evidenciadas en la tabla 6.

Tabla 5. Ejes estructurantes.

Eje	Autores
STEM y currículo	Bustamante *et al*. (2022), Olivar y Flores (2024), Perales y Aguilera (2020), Fajar *et al*. (2021), Arlinwibowo *et al*. (2021), Dilekçi y Karatay (2023), Ma (2021), Patiño-Cuervo *et al*. (2022), Chaves-Duarte (2020), Celis y González (2021), Vargas y García-Martínez (2021), Rojas-Mesa *et al* (2023), Ramos y Núñez (2024), Mendieta (2024), Arabit y Prendes (2020), Acendra-Pertuz y Conde-Carmona (2024), Almeida *et al*. (2024), Abichandani *et al*., 2022).

Eje	Autores
Pensamiento computacional y currículo	Coronel y Lima (2020), Ramón y Vilchez (2023), Iglesias y Bordignon (2021), Brailovsky y Silva (2022), Felizzola *et al*. (2023), Quevedo-Sarmiento *et al*. (2023), Roncoroni *et al*. (2020), Días-Vieira y Arce-Hai (2023), Nordby *et al*. (2022), Xing y Zeng (2024), Molina *et al*. (2020), Velázquez y Martín (2021), Cabrera *et al*. (2024), Polanco y Fernández (2023), Chytas *et al*. (2024), Lodi y Martini (2021), Parra-Vallejo (2022), Ortega (2025). Melgar-Segovia (2020), Polanco *et al*. (2021), Basogain y Olmedo (2020), Salazar (2023), Obando *et al*. (2024).
Pensamiento computacional, STEM y currículo	Jiménez y Carmona (2023), Tripon (2022), Zapata *et al*. (2021), Buitrago *et al*. (2022), Li *et al*. (2020), Cabezas (2021), Robles *et al*. (2024), Cruz-Rincón *et al*. (2025), Zapata-Ros (2019).

Tabla 6. Categorías de pensamiento computacional, STEM y currículo.

Eje	Categoría
STEM y currículo	- La educación STEM un enfoque interdisciplinario y ético en el currículo. - Integración de recursos y metodologías activas en la enseñanza de contenidos STEM.
Pensamiento computacional y currículo	- Pensamiento computacional y currículo: más allá de la tecnología en la educación. - Desafíos y estrategias para la integración del pensamiento computacional en el currículo.
Pensamiento computacional, STEM y currículo	- Integración curricular del pensamiento computacional y STEM: hacia una educación para el futuro digital.

La educación STEM: un enfoque interdisciplinario y ético en el currículo

Estas investigaciones hacen referencia al STEM y al currículo. De aquí surge una categoría en la que se inscriben los autores que plantean la metodología STEM como praxis en el plan de estudios de forma interdisciplinaria. Es decir, los aprendizajes que se alcancen con estos entornos deben integrar dos o más áreas donde se combinan el diseño, la ingeniería, la ciencia, las matemáticas y la tecnología alrededor de problemas contextualizados (Patiño-Cuervo *et al*., 2022).

Los modelos pedagógicos propician que los estudiantes se involucren con lo científico y lo tecnológico con el objetivo de ser capaces de proponer innovaciones (Celis y González, 2021; Ma, 2021). Así, se propone un giro curricular a la educación STEM que se enfoca en lo experiencial, sin reducirse a lo técnico y administrativo, para entender el currículo desde la praxis como pensamiento, acción y reflexión. Al agregar las artes a este enfoque, se forma el concepto STEAM, donde se resalta el papel de los aspectos humanísticos en la ciencia, los cuales se pueden expresar a través de la fenomenología, la hermenéutica, la ética y la historia (Olivar y Flores, 2024).

Estos enfoques, además de permitir el desarrollo de aprendizajes profundos, también fomentan habilidades cruciales como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Al involucrar a los estudiantes en experiencias de aprendizaje prácticas y reflexivas, se les invita a analizar situaciones complejas, evaluar diferentes perspectivas y formular soluciones creativas. Entre estas destrezas se incluyen la inteligencia social y emocional, que permite entender y gestionar las emociones propias y las de los demás; la ética, que guía a los alumnos para tomar decisiones responsables; el liderazgo, que les ayuda a inspirar y motivar a otros hacia acciones colectivas; y la comunicación efectiva, que facilita la expresión clara de ideas y la colaboración con diferentes grupos de personas. La capacidad de tomar decisiones informadas también se vuelve fundamental ya que los estudiantes aprenden a sopesar opciones y considerar las consecuencias de sus elecciones.

En conjunto, las competencias descritas enriquecen el proceso educativo y preparan a los individuos para enfrentar el futuro con confianza y responsabilidad (Abichandani *et al*., 2022). Ahora bien, dado que el enfoque STEM transita entre la teoría y la práctica educativa, también es fundamental la capacitación del profesorado (Arabit y Prendes, 2020; Dilekçi y Karatay, 2023; Almeida *et al*., 2024). Al respecto, los autores en esta categoría afirman que la metodología STEM no puede ser asumida superficialmente porque no se trata de generar rentabilidad por medio de artefactos, sino de transformaciones significativas. En ese sentido, se propone adoptar una postura crítica donde el movimiento ciencia, tecnología y sociedad (CTS) surge para lograr un currículo de calidad (Chaves-Duarte, 2020).

Por último, los estudios en esta categoría exponen que se debe asegurar una educación inclusiva que respete los saberes comunitarios y elimine las barreras de acceso y desigualdad de género, creando planes de estudio y currículos STEM, además de políticas y leyes que reconozcan la interculturalidad y la diversidad (Celis y González, 2021; Olivar y Flores, 2024). Desde este currículo integral e interdisciplinar se pueden desarrollar aprendizajes significativos que planteen soluciones a problemas reales del contexto educativo y la comunidad (Mendieta, 2024).

Integración de recursos y metodologías activas en la enseñanza de contenidos STEM

Esta categoría incluye los aportes que hacen referencia a la integración de recursos y metodologías activas en la enseñanza de contenidos STEM. En este caso, se resalta la importancia de que las actividades educativas tengan una intención clara dentro del argot pedagógico. Un ejemplo de estas prácticas puede ser el uso de tecnologías emergentes, robótica y circuitos con la intención de desarrollar el pensamiento lógico y la aplicación de patrones numéricos con programación. Esta clase de estrategias fortalecen la cooperación, el pensamiento crítico y el liderazgo y la motivación (Perales y Aguilera, 2020; Fajar *et al*., 2021; Almeida *et al*., 2024).

Los estudios en esta categoría destacan en particular pedagogías activas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) o en problemas (PBL), el aprendizaje colaborativo, la robótica, el aprendizaje por indagación, los entornos de aprendizaje constructivistas, la cultura *maker* y el uso de software para el aprendizaje. Además, para el caso de las matemáticas, se pueden fortalecer otras clases de pensamiento, como el lógico, el variacional, el aleatorio y el métrico geométrico con los diseños 3D y la programación con Scratch y la gamificación. Estos recursos permiten comprender de manera significativa el concepto de modelación y representación matemática a través de la construcción de prototipos donde se aplica lo aprendido (Rojas-Mesa *et al*., 2023; Acendra-Pertuz y Conde-Carmona, 2024).

De igual manera, en esta línea de investigación se afirma que los docentes deben capacitarse en competencias digitales y en estrategias didácticas para crear prácticas o experimentos que hagan agradables las clases con el uso de tecnología y metodologías activas. Además, es preciso trabajar estos contenidos considerando su inclusión en el currículo y el proyecto educativo institucional (PEI) como elementos primordiales de transformación (Arlinwibowo *et al*., 2021). Este enfoque representa así una oportunidad de avanzar en programas y pedagogías constructivistas que se adapten a contextos interculturales conectados, donde se fomenten aprendizajes holísticos y la reflexión crítica (Vargas y García-Martínez, 2021; Ramos y Núñez, 2024).

Por último, es relevante que los actores del proceso educativo —docentes, directivos docentes y estudiantes— accedan al conocimiento actualizado del enfoque STEM y se apropien de las prácticas para sus instituciones con la intención de incluirlas en el currículo. Sin embargo, también se señala que, a pesar de los avances, aún persiste en América Latina la brecha de género: otro reto por superar a través del trabajo colaborativo (Cruz Rincón *et al*., 2025). De otra parte, Patiño Cuervo *et al*. (2022) plantean que los países con mayor influencia en educación STEM son Colombia, México, Chile y Brasil, aunque estos avances se deben ver reflejados en los programas educativos y las políticas públicas, en ocasiones con alianzas público-privadas y cooperación internacional.

Pensamiento computacional y currículo: más allá de la tecnología en la educación

El segundo eje de análisis aborda el pensamiento computacional y el currículo. Sobre el primer concepto, se encuentran definiciones heterogéneas: algunos autores definen dicho razonamiento como una habilidad, mientras que otros se refieren a este como una actividad mental, que consideran más psicológica que educativa. En todo caso, sus componentes más comunes están relacionados con la formulación y la resolución de problemas, la comprensión de artefactos, la elaboración de algoritmos y la aplicación de herramientas informáticas (Velázquez y Martín, 2021; Días-Vieira y Arce-Hai, 2023).

Al incluir el pensamiento computacional en el trabajo de aula se busca desentrañar comportamientos humanos que emplean conceptos informáticos con miras a resolver problemas cotidianos por medio de aplicaciones, análisis de datos, construcción de secuencias y algoritmos, abstracción y simulación (Bustamante *et al*., 2022). Así pues, este concepto se puede interpretar como una forma de pensar que incluye procedimientos mentales, métodos, prácticas y habilidades transversales delimitadas por Weintrop *et al*. (2016) en cuatro categorías que también retoman Arastoopour *et al*. (2020): prácticas de datos, modelación y simulación, procesos sistémicos y resolución de problemas computacionales. De tal forma se reconoce la importancia de estas prácticas como múltiples maneras de representar objetos del conocimiento.

Los investigadores en esta categoría aseguran que los docentes deben capacitarse para desarrollar pensamiento computacional sin aparatos tecnológicos; en otras palabras: es posible construir una cultura digital sin ordenadores (Roncoroni *et al*., 2020; Iglesias y Bordignon, 2021). Para este fin se aplican las denominadas actividades desconectadas, que se caracterizan por utilizar la lúdica, incorporar desafíos y apoyarse en el trabajo manual o corporal. En algunos casos, estas intervenciones no requieren conocimientos previos, utilizan un enfoque construccionista y demandan baja inversión (Paper, 1980). De igual forma, se destaca que estas estrategias facilitan el trabajo del docente en el aula e introducen conceptos complejos de manera tangible y menos abstracta (Zapata-Ros, 2019; Iglesias y Bordignon, 2021; Salazar, 2023).

Por otro lado, se ha establecido que la evaluación en el ámbito educativo debe adoptar un enfoque formativo, holístico y contextualizado que permita una comprensión más profunda y completa del aprendizaje de los estudiantes. Por lo tanto, esta actividad no debe limitarse a medir meramente la adquisición de conocimientos teóricos, sino que también debe considerar la capacidad de los alumnos para aplicar ese saber en una variedad de contextos reales y relevantes. Para lograr esta forma integral de examinación, es fundamental contar con un plan de estudios bien organizado que distribuya el proceso educativo de manera estructurada a lo largo de todas sus etapas.

Asimismo, es fundamental que el plan de estudios sea flexible, asegurando que cada componente del currículo se alinee con los objetivos de aprendizaje y se aborde de manera progresiva para lograr un ambiente de formación que valore el conocimiento adquirido y promueva el desarrollo del pensamiento crítico. De tal manera se construirá un marco educativo que prepare a los estudiantes no solo para los exámenes estandarizados, sino para enfrentar desafíos en diversos ámbitos (Tang *et al*., 2020; Lodi y Martini, 2021).

Los componentes del pensamiento computacional giran en torno a habilidades, actitudes, perspectivas y competencias transversales tales como creatividad, cooperación, resolución de problemas y pensamiento crítico y algorítmico, las cuales se aplican en escenarios interactivos centrados en el estudiante (Coronel y Lima, 2020; Parra-Vallejo, 2022). También se incluyen el Scratch, la programación de robots y el trabajo con actividades desconectadas o híbridas, utilizando términos como “algoritmos”, “secuenciación”, “bucles” y “condicionales” antes de pasar a entornos digitales, para luego abordar la descomposición como inicio del pensamiento algebraico y, finalmente, desarrollar la depuración como destreza matemática para la corrección de errores (Polanco y Fernández, 2021; Cabrera *et al.,* 2024).

Las actividades centradas en procesos de pensamiento computacional en matemáticas se encargan de mejorar la comunicación, la creatividad, la exploración y el compromiso, a la vez que fortalecen las relaciones entre los estudiantes, los docentes y las ideas matemáticas, con la intención de fomentar el autoaprendizaje. Además, las TIC han abierto escenarios de enseñanza-aprendizaje virtual y han proporcionado recursos digitales y herramientas colaborativas que transforman el entorno educativo y permiten otras dinámicas dentro —y fuera— del aula (Parra-Vallejo, 2022).

De igual forma, se destaca que el uso de actividades lúdicas permite a los estudiantes actuar como agentes activos en su aprendizaje. Incluso estas prácticas se consideran necesarias para desarrollar las cinco habilidades clave del pensamiento computacional: la descomposición, el pensamiento algorítmico, la generalización, la abstracción y la evaluación (Polanco *et al*., 2021; Brailovsky y Silva, 2022; Nordby *et al*., 2022).

Desafíos y estrategias para la integración del pensamiento computacional en el currículo

En esta categoría se considera que, para implementar de manera eficaz el pensamiento computacional, se deben propiciar competencias digitales y fundamentos informáticos en todos los grados de escolaridad, como un proceso cognitivo secuencial (Velázquez y Martín, 2021). Con esta integración se presentan diversos desafíos en torno a la formación docente, la adopción de competencias, los métodos de evaluación y la dificultad de conectar esta clase de razonamiento con los contenidos de matemáticas (Nordby *et al*., 2022; Quevedo-Sarmiento *et al*., 2023).

El concepto de mundo digital se desarrolla sobre tres pilares fundamentales: la codificación, el

procesamiento y la compartición. El primero implica transformar la información para que las máquinas puedan entenderla fácilmente, permitiendo así la creación de software y aplicaciones que facilitan las interacciones diarias de los usuarios. El segundo, por su parte, abarca la manipulación y el análisis de esos datos codificados, lo que permite extraer conocimiento y tomar decisiones basadas en evidencias concretas. Por último, el tercer pilar corresponde a la difusión y comunicación de la información procesada, lo cual facilita que se intercambien ideas entre individuos y comunidades a nivel global.

En este sentido, es crucial promover la cultura digital como un eje transversal del conocimiento a partir de las competencias computacionales que requiere el mundo actual. Estas habilidades deben integrarse desde los diferentes campos del conocimiento, como las ciencias, las artes, las humanidades y la tecnología, para garantizar que los estudiantes puedan desarrollar competencias digitales. Los educadores pueden ayudar a los estudiantes a analizar y reflexionar de manera crítica sobre cómo los medios digitales influyen en su vida cotidiana, en sus relaciones, y en la forma en que consumen y crean contenido cultural.

De esta manera, la educación digital debe centrarse en habilidades técnicas, así como en la formación de ciudadanos éticos y responsables, que puedan navegar por un entorno digital complejo, identificar información falsa y contribuir de manera significativa a la comunidad. Así, al integrar la cultura digital de manera coherente en el currículo educativo, se prepara al estudiante para ser agente de cambio en un futuro donde la tecnología y la cultura seguirán entrelazándose de formas cada vez más innovadoras (Basogain y Olmedo, 2020).

En este orden de ideas, un aula inteligente suele considerarse como un entorno de aprendizaje mejorado por la tecnología, donde el maestro es un mediador del conocimiento que dirige, evalúa y brinda retroalimentación a los estudiantes (Cabezas, 2021; Xing y Zeng, 2024). Para Coronel y Lima (2020), el uso del lenguaje tecnológico en estos espacios amplía las capacidades de pensar y razonar.

Sin embargo, conviene recordar que el desarrollo del pensamiento computacional no se trata del uso de dispositivos, sino de la apropiación de nuevos modos de razonar y crear. En tal sentido, es necesario diseñar estrategias que permitan la interacción del estudiante con los objetos tecnológicos para permitir su adaptación al entorno y, así, generar otras estructuras mentales como un proceso constructivista de la inteligencia.

De esta manera se evidencia cuán necesarias son las habilidades del pensamiento computacional para afrontar los retos actuales. Al permitir la creación, la modelación y la solución de problemas con procesos científicos, este razonamiento es una herramienta clave para conformar currículos estructurados que fomenten la comprensión de fenómenos tecnológicos contemporáneos. Sin duda, los sistemas educativos están llamados a integrar estas capacidades para promover una educación crítica en la era actual, impidiendo que la juventud sea un consumidor sin límite de un mundo cada día más digital (Molina *et al*., 2020; Velázquez y Martín, 2021; Chytas *et al*., 2024).

Al actualizar los currículos, deben quedar claros los elementos y la perspectiva que brinda el pensamiento computacional para distinguirlo de otros enfoques, pues algunas iniciativas han confundido “pensar como un científico informático” con “pensar como un computador”. En todo caso, es claro que las reformas escolares consideran la informática como esencial, con el pensamiento computacional como núcleo del aprendizaje. En esa medida, se reconoce que esta herramienta es útil para resolver problemas de forma efectiva y apoyar el estudio de otras áreas al concretar fenómenos complejos con el fin de comprender y actuar en el entorno (Melgar-Segovia, 2020; Lodi y Martini, 2021).

Asimismo, los autores en esta categoría insisten en la necesidad de una política pública que determine la integración en los currículos escolares para generar cambios que fortalezcan la educación. Es decir, las investigaciones demandan respaldo institucional y de la gestión para que estas metodologías cumplan su propósito y cierren la brecha digital (Basogain y Olmedo, 2020; Obando *et al*., 2024; Ortega, 2025).

También se les propone a los maestros hacer uso de los recursos para la gestión del aprendizaje (LMS por su sigla en inglés), sumados a una innovación constante en sus estrategias de enseñanza-aprendizaje y al uso del pensamiento computacional para prepararlos de cara a los desafíos del siglo XXI. La ya mencionada herramienta Scratch se destaca al respecto por su capacidad de desarrollar esta forma de razonamiento a través de codificación por bloques y el aprendizaje de algunos conceptos básicos de programación (Echavarría y Velazco, 2024).

Los trabajos en esta línea remarcan igualmente el valor de incorporar saberes de diferentes áreas y de incluir la gamificación con el fin de contribuir en la sana convivencia y mejorar el compromiso de los estudiantes. En este punto se vuelve a destacar la utilidad de las actividades desconectadas en el aprendizaje toda vez que mejoran la abstracción, el reconocimiento de patrones y el uso de algoritmos, por lo que las investigaciones recomiendan aplicarlas desde los primeros años de escolaridad (Parra-Vallejo, 2022).

Integración del pensamiento computacional y STEM en el currículo: hacia una educación para el futuro digital

El tercer eje agrupa las investigaciones que interrelacionan el pensamiento computacional, el enfoque STEM y su implementación en el currículo. Estos trabajos destacan el rol crucial de este conjunto en la formación de estudiantes competentes en un mundo cada vez más digitalizado. Así, se propone la creación de modelos teórico-prácticos para propiciar la literacidad informacional y tecnológica entre las nuevas generaciones (Jiménez y Carmona, 2023).

En este sentido, los autores plantean la necesidad de ofrecer experiencias prácticas que estén soportadas por una sólida fundamentación teórica (Jiménez y Carmona, 2023). Por lo tanto, se propone diseñar e implementar una serie de intervenciones, programas, herramientas o plataformas educativas enfocados en la resolución de problemas, el desarrollo del pensamiento creativo, entre otros. Estos contenidos deben articularse y reflejarse en aprendizajes profundos para los estudiantes (Li *et al*., 2020).

Otro llamado importante dentro de este eje es el de apoyar a los docentes en el desarrollo de las actividades propuestas e integrarlas en los planes de estudio. Para dicho fin, se requiere que el educador conozca las tecnologías emergentes de modo que pueda integrarlas con el saber disciplinar y sus estrategias pedagógicas. La dificultad, en este caso, radica en que el pensamiento computacional y el enfoque STEM se han integrado mayormente en ámbitos universitarios, pero la idea es abarcar todos los niveles de escolaridad.

Debido a lo anterior, los autores recomiendan replantear los métodos, los programas y las prácticas pedagógicas en este campo de manera tal que se avance por etapas y niveles, activando los conocimientos previos para llegar a aprendizajes significativos. Para lograrlo, se propone acudir a los principios de activación con el diseño instruccional, potenciando así una formación que incluya el aprendizaje del pensamiento computacional, la educación STEM y las matemáticas. Estas habilidades, entonces, se irán adquiriendo de forma progresiva, desde lo más simple a lo complejo.

El principio de activación y el diseño instruccional se fundamentan en dos claves: las bases del enfoque STEM y los postulados de aprendizaje. Estas propuestas conectan la teoría y la práctica para elaborar el currículo desde una postura constructivista donde cobran valor los aprendizajes previos, las experiencias vividas, el perfil del estudiante y los contextos. Es decir, se trata de trabajar de manera transdisciplinar en diferentes áreas del conocimiento. Para este fin, se proponen cuatro procesos que permiten desarrollar las habilidades del pensamiento computacional: "descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño algorítmico" (Tripon, 2022, p. 3), asociadas a la solución de problemas y a la creatividad. De este modo se contempla la computación como una nueva competencia para aprovechar los contextos de aprendizaje.

Los autores argumentan que las instituciones educativas deben adaptarse y proponer cambios que impacten positivamente en la educación, eliminando barreras de acceso y promoviendo la equidad como un derecho fundamental (Buitrago *et al*., 2022). Otro aspecto que se observa es la presencia de una profunda brecha de género en las esferas laboral, educativa y familiar, especialmente en el momento de usar tecnologías STEM (Cruz-Rincón *et al*., 2025).

Además, aún persisten desafíos en la formulación de políticas claras que faciliten la integración del pensamiento computacional y la educación STEM en las aulas. Para abordar estos retos, Buitrago *et al*. (2022) plantean un proceso de tres fases: diálogo con los docentes sobre pensamiento computacional y educación STEM, identificación de herramientas y actividades prácticas por utilizar y, por último, la implementación.

Finalmente, los estudios en esta categoría enfatizan la necesidad de asumir el pensamiento computacional como una habilidad que trasciende la programación, integrándose en todas las áreas del conocimiento. Por lo tanto, se considera como una destreza que promueve la autonomía en el aprendizaje, fortalece la autoestima y el interés de los estudiantes por alcanzar sus logros académicos. Además, se afirma que la capacitación continua de los docentes es crucial para lograr una educación inclusiva (Robles *et al*., 2024).

Implicaciones prácticas

La educación STEM debe adoptar un enfoque interdisciplinario para abordar problemas contextualizados. Así pues, los docentes pueden diseñar proyectos que conecten conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con desafíos reales como el cambio climático o la sostenibilidad. Asimismo, incorporar elementos de artes y humanidades, como la fenomenología o la ética, fomenta el pensamiento crítico y la reflexión sobre el impacto social de la tecnología, enriqueciendo las experiencias de aprendizaje.

Para promover competencias clave del siglo XXI, se deben priorizar metodologías activas como el ABP, el PBL y el aprendizaje colaborativo. Estas estrategias permiten a los estudiantes trabajar en equipo para resolver problemas auténticos utilizando herramientas como Scratch o robótica para estimular la creatividad, el pensamiento lógico y la colaboración.

En entornos con recursos limitados, especialmente en escuelas de contextos vulnerables, se pueden implementar actividades lúdicas y manuales, como juegos de rol, rompecabezas o dinámicas grupales. Estas prácticas resultan útiles para introducir conceptos de programación, como secuenciación y bucles, de manera accesible y sin necesidad de tecnología, fomentando el aprendizaje inclusivo.

Igualmente, es fundamental implementar programas de formación continua para docentes que combinen

el desarrollo de competencias digitales y pedagógicas. Estas capacitaciones deben incluir talleres sobre herramientas como Scratch, Micro:bit y Arduino, así como metodologías activas. Es preciso además que estos esfuerzos se centren en la creación de entornos de aprendizaje constructivistas, adaptados al contexto cultural e institucional de cada comunidad educativa.

Por otro lado, para garantizar la inclusión, se recomienda diseñar actividades y planes de estudio que eliminen barreras de acceso y promuevan la participación de mujeres y grupos vulnerables. Iniciativas como talleres de programación para niñas o proyectos comunitarios que integren saberes locales pueden fomentar la diversidad y la equidad en la educación STEM.

En concreto, la integración transversal del pensamiento computacional puede lograrse introduciendo conceptos básicos, como algoritmos y secuenciación, a través de actividades desconectadas y herramientas como Scratch. Por lo demás, para desarrollar habilidades avanzadas, como abstracción y depuración, se pueden implementar proyectos de programación y robótica. También se sugiere diseñar un plan de estudios secuencial que desarrolle competencias cognitivas y prácticas de forma progresiva, alineado con estándares internacionales como los de la Computer Science Teachers Association (CSTA).

El PEI debe incluir actividades específicas, como la creación de prototipos o simulaciones, que conecten los contenidos STEM con problemas contextualizados. Estas actividades pueden apoyarse en herramientas como los LMS para facilitar la implementación y el seguimiento. Asimismo, es posible evaluar el desempeño mediante rúbricas que consideren criterios como la originalidad, la aplicación de conceptos y la capacidad de reflexión crítica. Así, por ejemplo, un proyecto en Scratch puede valorarse según la complejidad del algoritmo, la claridad de la presentación y la creatividad demostrada.

Finalmente, para garantizar el acceso a recursos tecnológicos, es necesario establecer alianzas público-privadas que financien la adquisición de equipos y la capacitación docente, dándoles prelación a instituciones en áreas rurales o de bajos recursos. Estas iniciativas son esenciales para reducir la brecha digital y promover la equidad. Al mismo tiempo, la formulación de políticas educativas debe priorizar la integración de la educación STEM en todos los niveles del sistema educativo, asegurando recursos, formación de los profesores y un enfoque inclusivo. También es clave que estas medidas se adapten a las necesidades locales y promuevan la colaboración entre Gobiernos, instituciones educativas y el sector privado para garantizar su sostenibilidad.

CONCLUSIÓN

A partir de esta revisión, se observa que el pensamiento computacional y el enfoque STEM influyen de manera significativa en la formación, aunque están condicionados al entorno educativo y los recursos disponibles. Ahora bien, varios autores insisten en que el razonamiento humano no se puede subordinar a los procedimientos mecánicos. Por el contrario, los educadores pueden ayudar a los estudiantes a analizar y reflexionar de manera crítica sobre la influencia de los medios digitales en su vida cotidiana, en sus relaciones y en la forma en que consumen y crean contenidos. En ese orden de ideas, se considera necesario desnaturalizar el uso de esas tecnologías que crean dependencia y ver la escuela como un lugar que genere nuevos vínculos personales activos y creativos. Sin embargo, no se trata de excluir los aparatos tecnológicos, sino de encontrar formas alternativas para el trabajo en el aula.

En términos generales, muchos investigadores sugieren promover programas sobre pensamiento computacional, fomentar el uso de la metodología STEM y dotar de recursos digitales y TIC a las

instituciones públicas para reforzar las competencias digitales en los educandos. De igual manera, recomiendan incluir en el currículo las metodologías y pedagogías activas.

Por ejemplo, el uso de la gamificación con enfoque STEM es una estrategia destacada en la literatura analizada porque impacta positivamente a un alto porcentaje de estudiantes. En esa línea, se recalca la preparación de estrategias didácticas que promuevan entornos virtuales e interactivos y el trabajo colaborativo, tal como lo hacen los objetos virtuales de aprendizaje (OVA). Asimismo, se reconoce el potencial de aplicar herramientas para realizar actividades de depuración, programación y resolución de problemas y adquirir conceptos como creación de arte con código, condicionales, funciones y bucles, que potencian el pensamiento computacional.

Otro punto esencial que se ha establecido de cara a la integración del pensamiento computacional en el currículo es la implementación de normas y políticas educativas con directrices para su praxis dentro —y fuera— del aula, e incluso de manera transversal en diferentes áreas. Esta gestión debe ir de la mano con la adquisición de dispositivos tecnológicos y herramientas propios de las aulas STEM como Micro:bit, Arduino, Raspberry o *kits* de robótica, que son mediadores para el aprendizaje de la programación. A su vez, conviene acompañar estas medidas de una cualificación especializada de docentes.

La integración del pensamiento computacional a las prácticas pedagógicas y curriculares también se reconoce por su capacidad de fomentar la disolución de brechas digitales, sociales y culturales para acceder al conocimiento. Sin embargo, se requieren estrategias que fomenten las competencias digitales en ciertos grupos sociales que enfrentan desigualdades en el mundo académico y laboral. Tal es el caso, por ejemplo, de las mujeres, que necesitan fortalecer sus habilidades computacionales de tal manera que puedan tener más oportunidades con respecto a los hombres en la escogencia de carreras universitarias.

Las investigaciones también han destacado el uso de pedagogías activas, como el ABP, el PBL, el trabajo colaborativo o el experiencial y el *flipped classroom*, que fomentan las actividades grupales, la comunicación asertiva, el juego de roles y el liderazgo. Estos elementos fortalecen la adaptabilidad, la inteligencia social y emocional, y el pensamiento crítico y reflexivo. Asimismo, se valora de buena forma la flexibilidad de estas estrategias de enseñanza para acoplarse a los diferentes ritmos y niveles de aprendizaje.

Por último, cabe anotar que algunas estrategias innovadoras, como el diseño de juegos y de aplicaciones digitales, se han considerado valiosas en tanto posibilitan la creación y modificación de programas, desarrollando así el pensamiento computacional en entornos colaborativos en los que a su vez se promueven la igualdad y la inclusión de género. Sin embargo, para incorporar el enfoque STEM al currículo siempre es preciso considerar aspectos como la limitación de recursos tecnológicos y de innovación, deficiencias en la conectividad y la formación del maestro para la implementación de estrategias institucionales significativas.

DECLARACIÓN SOBRE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores manifiestan que durante la ejecución del trabajo o la redacción del artículo no han incidido intereses personales o ajenos a su voluntad, incluyendo malas conductas y valores distintos a los que usual y éticamente tiene la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abichandani P., Sivakumar V., Lobo D., Iaboni C. y Shekhar P. (2022). Internet-of-Things Curriculum, Pedagogy, and Assessment for STEM Education: A Review of Literature. Ieee Access, (10), 38351-38369. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3164709

2. Acendra-Pertuz, J. y Conde-Carmona, R. (2024). STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático: una revisión documental. *Praxis, 20* (2), Universidad del Atlántico. http://dx.doi.org/10.21676/23897856.5783

3. Almeida, M., Muños, J., Liliana, C., Coral, K. y Castro, J. (2024). Promoción del aprendizaje STEM en escenarios híbridos para estudiantes de educación básica secundaria en la Institución Educativa Municipal Ciudadela de la Paz, Pasto, Colombia. *Transdigital, 5*(9). https://doi.org/10.56162/transdigital295

4. Arabit, J. y Prendes, P. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades. *Pixel-Bit Revista de Medios y Educación,* (57), 107-128. https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04

5. Arastoopour Irgens, G., Dabholkar, S., Bain, C., Woods, P., Hall, K., Swanson, H. y Wilensky, U. (2020). Modeling and measuring high school students' computational thinking practices in science. *Journal of Science Education and Technology, 29*, 137-161 DOI:10.1007/s10956-020-09811-1

6. Arlinwibowo, J. Retnawati, H. y Kartowagiran, B. (2021). How to Integrate STEM Education in The Indonesian Curriculum? A Systematic Review. Materials of International Practical Internet Conference "Challenges of Science". https://doi.org/10.31643/2021.03

7. Basogain, X. y Olmedo, M. (2020). Integración de Pensamiento Computacional en Educación Básica. Dos experiencias pedagógicas de aprendizaje colaborativo online. *RED Revista de Educación a Distancia, 20*(63). http://dx.doi.org/10.6018/red.409481

8. Brailovsky, D. y Silva, S. (2022). Apuntes sobre el pensamiento computacional en la educación infantil saberes y prácticas. *Revista de Filosofía y Educación, 7*(2). https://doi.org/10.48162/rev.36.066

9. Buitrago, L. M, Laverde, G. M, Amaya, L. Y. y Hernández, S. I. (2022). Pensamiento computacional y educación STEM: reflexiones para una educación inclusiva desde las prácticas pedagógicas. *Panorama, 16*(30). https://doi.org/10.15765/pnrm.v16i30.3134

10. Bustamante, L., Torres, S. y Salcedo, J. (2022). Desarrollo de habilidades STEM para docentes de educación infantil. *Praxis, 18*(2), 344-363. http://dx.doi.org/10.21676/23897856.3755

11. Cabezas, M. (2021). Pensamiento computacional, educación STEM y la educación informática: cuestiones pendientes. *Revista Sudamericana de Educación Universidad y Sociedad,* (1), 45-59. https//doi.org/10.48163/rseus.2021.9145-59

12. Cabrera, J., Peñuela, D. y Castillo, D. (2024). Recursos pedagógicos digitales: una mirada al desarrollo del pensamiento computacional en educandos del nivel secundario. *Revista Científica Arbitrada de*

Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa Reicomunicar, 7(13), 73-93. https://doi.org/10.46296/rc.v7i13edespab.0240

13. Celis, D. y González, R. (2021). Aporte de la metodología STEAM en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe 8*(10). https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1405

14. Chaves-Duarte, M. (2020). Didáctica disruptiva STEM. Cambiando el paradigma de la docencia tradicional a la docencia coaching. *Revista Fidélitas, 1*(2).

15. Chytas, C., Van Borkulo, S., Drijvers, P., Barendsen, E.T. y Tolboom, J. (2024). Computational Thinking in Secondary Mathematics Education with GeoGebra: Insights from an Intervention in Calculus Lessons. *Digital Experiences in Mathematics Education*, (10), 228–259. https://doi.org/10.1007/s40751-024-00141-0

16. Coronel, E. y Lima, G. (2020) El pensamiento computacional. Nuevos retos para la educación del siglo XXI. En: *Virtualidad, Educación y Ciencia, 11*(20), 115-137.

17. Cruz-Rincón, B., García-Holgado, A. y García-Peñalvo, F. (2025). Ambientes coeducativos STEM que combinan Robótica Educativa y Pensamiento Computacional. *Campus Virtuales, 14*(1), 215-241. https://doi.org/10.54988/cv.2025.1.1599

18. Días-Vieira, K. y Arce-Hai, A. (2023). Computational thinking in education for a curriculum integrated with digital world and culture, Acta Scientiarum. *Education, 45*.

19. Díaz Barriga Á. (2003). Currículum. Tensiones conceptuales y prácticas. *Revista Electrónica de Investigación y Educativa Vol. 5,* No. 2, 81-93. E-ISSN: 1607-4041

20. Dilekçi, A. y Karatay, H. (2023). The effects of the 21st century skills curriculum on the development of students' creative thinking skills. *Thinking Skills and Creativity. 47*, 101-229. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101229

21. Echeverria B. y Velasco A. (2024). Metodologías Activas: Cómo Implementar el Aprendizaje Basado en Proyectos. GRUPO EDITORIAL SAGA, ISBN: 978-9942-48-453-6.

22. Fajar, O., Permanasaria, A. y Firmana, R. (2021). The Importance of STEM Based Education in Indonesia Curriculum. *Pedagonal: Journal Ilmiah Pendidikan, 5*(2), 56~61.

23. Felizzola, L. D., Licona, J. L., Vásquez, M. H. y Hanine, A. (2023). Pensamiento computacional en la política pública educativa de Colombia. *DialoguS, 6*(11), 1-16.

24. Glancy, A. y Moore, T. (2013). Theoretical Foundations for Effective STEM Learning Environments. School of Engineering Education Working Papers. http://docs.lib.purdue.edu/enewp/1

25. Hernández, I. y Espuny, C. (2022). Estudios STEM y la brecha digital de género en bachillerato: la influencia de la competencia digital en el futuro académico. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa, (81)*, 55-71. https://doi.org/10.21556/edutec.2022.81.2601

26. Iglesias, A. y Bordignon, F. (2021). Taxonomía de actividades desconectadas para el desarrollo de pensamiento computacional. *Virtualidad, Educación y Ciencia, 12*(22), 119-135.

27. Jiménez, J. y Carmona, E. (2023). Construcción del pensamiento computacional mediante la incorporación de la educación STEM en el currículo de secundaria del departamento del Quindío (Colombia). Región Científica, 2(1).

28. Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D. y Duschl, R. A. (2020). On computational thinking and STEM education. Journal for STEM Education Research, 3, 147-166. https://doi.org/10.1007/s41979-020-00044-w

29. Lodi, M. y Martini, S. (2021). Computational thinking, between Papert and Wing. *Science and education, 30*(4), 883-908. https://doi.org/10.1007/s11191-021-00202-5

30. Ma, Y. (2021) Reconceptualizing STEM Education in China as Praxis: A Curriculum Turn. *Sustainability, 13*, 49-61. https://doi.org/10.3390/su13094961

31. Melgar-Segovia, A. (2020). El pensamiento: una definición interconductual. *Revista de Investigación en Psicología, 3*(1).

32. Mendieta, L. (2024), La metodología STEAM y el ABP en la integración de saberes y desarrollo de competencias Matemáticas. *Revista Torreón Universitario, (38).* 83-108.

33. Molina, A., Adamuz, N. y Bracho, R. (2020). La resolución de problemas basada en el método de Polya usando el pensamiento computacional y Scratch con estudiantes de Educación Secundaria. *Aula Abierta, 49*(1), 83-90. https://doi.org/10.17811/rifie

34. Nordby, S. K., Bjerke, A. H. y Mifsud, L. (2022). Computational thinking in the primary mathematics classroom: A systematic review. *Digital Experiences in Mathematics Education, 8*(1), 27-49. https://doi.org/10.1007/s40751-022-00102-5

35. Obando, J., Valencia, M., Romero, C. y Reyes, S. (2024). Categorías y prácticas implicadas con el pensamiento computacional para la mejora de las habilidades en la resolución de problemas matemáticos en secundaria. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería, 12*(2), 173-181.

36. Olivar, S. y Flores, W. (2024). Desafíos de la Educación STEM en la resignificación de saberes y prácticas comunitarias. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas, 7*(1), 90-109. https://doi.org/10.5377/recsp.v7i1.19363

37. Organización de las Naciones Unidas. (2023). Informe de los objetivos de desarrollo sostenible 2023, Edición Especial, Naciones Unidas. ONU.

38. Ortega, P. (2025). PISA 2022. Predictores del rendimiento en pensamiento computacional en Educación Secundaria en España. RED. *Revista de Educación a Distancia, 25*(81). http://dx.doi.org/10.6018/red.600641

39. Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. Basic Books.

40. Parra-Vallejo, M. (2022). Aplicación de las TIC, b-Learning y Pensamiento Computacional para el Fortalecimiento de las Competencias Matemáticas. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 14(2), 29-41. https://doi.org/10.37843/rted.v14i2.312

41. Perales, J., y Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? Ápice. *Revista de Educación Científica, 4* (1). https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826

42. Patiño-Cuervo, D., Pineda-Caro, D., Torres-Torres, A. y Pulido-Cortés, O. (2022). Producción científica sobre educación STEM en Latinoamérica: un estudio bibliométrico. *Praxis, 18*(2), 278-304.

43. Polanco, N. y Fernández, M. (2023). Correspondencia entre los contenidos del diseño curricular de primaria y pensamiento computacional. Revista Científica Electrónica de negocios. https://doi.org/10.5281/zenodo.7808886

44. Polanco, N., Ferrer, S. y Fernández, M. (2021). Aproximación a una definición de pensamiento computacional. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 55-76.

45. Quevedo-Sarmiento, J., Lijó-Sánchez, R. y Quevedo-Gutiérrez, E. (2023). El pensamiento computacional en el currículo de matemáticas de la enseñanza básica y la formación del profesorado: ¡Una segunda oportunidad! Formación del profesorado e investigación en educación matemática, 203-226.

46. Ramón, J. y Vílchez, J. (2023). Proceso del pensamiento crítico y computacional en el aprendizaje de la matemática en educación secundaria. *Prisma Social, 41*, 194-211

47. Ramos. J. y Núñez, L. (2024). Enfoque STEM para desarrollar habilidades de resolución de problemas y su impacto en la gestión académica. *REVISTA INVECOM, Estudios transdisciplinarios en comunicación y sociedad,4*(2), 1-20).

48. Robles, E., Giraldo, J., Vergara, J. y Madera, D. (2024). Enfoque STEM + y gamificación para desarrollar el pensamiento computacional en educación básica. Acta Scientiæ Informaticæ, 8(8), 23-28. https://doi.org/10.21897/26192659.3642

49. Rojas-Mesa, J. E., Martín-Perico, J. Y., Garibello-Suan, B., García-Murillo, P., Franco- Ortega J. A. y Manrique-Torres, C. (2023). Avances de la vinculación de los modelos STEM y STEAM en el sistema educativo español, estadounidense y colombiano. Una revisión sistemática de literatura. *Revista Española de Educación Comparada, (42)*, 318-336.

50. Roncoroni, U., Lavín, E. y Bailón, J. (2020). Pensamiento computacional. Alfabetización digital sin computadoras, *Icono 14, 18* (2), 379-405. doi:10.7195/ri14.v18i2.1570

51. Sacristán, G. (2007). El curriculum: una reflexión sobre la práctica. Ediciones Morata.

52. Salazar, J. (2023). Pensamiento computacional y dispositivos tecnológicos en la educación rural ¿estudiantes conectados o desconectados en ruralidad? municipio de pasto, departamento de Nariño, república de Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(2), 1258-1272. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5394

53. Tripon, C. (2022). Supporting Future Teachers to Promote Computational Thinking Skills in Teaching STEM—A Case Study. *Sustainability, 14*, 12663. https://doi.org/10.3390/su141912663

54. Vargas, D. y García-Martínez, Á. (2021). Educación STEM, un campo de investigación emergente: análisis bibliométrico entre 2010 – 2020. Investigaciones en Enseñanza de Ciencias, 26(3), 195-219. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n3p195

55. Vera, O. (2009). Cómo escribir artículos de revisión. *Revista Médica La Paz, 15*(1), 63-69.

56. Velásquez, J. y Martín, M. (2021). Análisis del "pensamiento computacional": una perspectiva educativa. Revista de Educación a Distancia, 68(21). https://doi.org/10.6018/red.484811

57. Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33.

58. Weintrop, D., Beheshti, E., Horn,M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. and Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology, 25*(1), 127–147. https://doi.org/10.1007/s10956-015- 9581-5

59. Xing D. y Zeng Y. (2024) Exploring the effects of secondary school student's information and communication technology literacy on computational thinking skills in the smart classroom environment. Education and Information Technologies. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13179-9

60. Zapata, J., Jameson, E., Zapata-Ros, M. y Merrill, M. (2021). El Principio de Activación en el Pensamiento Computacional, las Matemáticas y el STEM. RED. Revista de Educación a Distancia, (68). http://dx.doi.org/10.6018/red.498531

61. Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. *Education in the Knowledge Society (EKS), 20*, 29. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18