



# Construcción del pensamiento computacional mediante la incorporación de la educación STEM en el currículo de secundaria del departamento del Quindío (Colombia)

## Building computational thinking through the incorporation of STEM education into the secondary curriculum in the Quindío department (Colombia)

Jameson Leonardo Jiménez Gómez<sup>1</sup>  , Edgar Javier Carmona Suarez<sup>1</sup>  

### RESUMEN

En la actualidad, se hace necesario la creación de modelos teórico-prácticos que, a partir de los aportes conceptuales existentes, faciliten la literacidad informacional y tecnológica de las nuevas generaciones. En el caso de los estudiantes de secundaria, la incorporación de la Educación STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en el currículo ha probado ser de ayuda en tal propósito. El estudio realizado estuvo dirigido a la generación de una primera aproximación a un modelo para la comprensión del pensamiento computacional (CT) desde el enfoque STEM. Este artículo muestra el resultado de una revisión conceptual de los temas relacionados con el objeto de estudio en los últimos cinco años y el análisis crítico de las investigaciones halladas. Los principales resultados encontrados apuntan a la importancia de lograr el balance entre los aspectos técnicos, educativos y pedagógicos. Además, se proponen componentes claves para el diseño del modelo. Se concluye que, aunque es vital el logro de un esquema conceptual que guíe la educación STEM con carácter conceptual, este debe ser actualizado y revisado con frecuencia, de manera que se puedan incorporar disciplinas y procesos emergentes.

**Palabras clave:** análisis documental, difusión de tecnologías, estrategia de búsqueda, ciencia y sociedad, tecnología educacional

**Clasificación JEL:** I25; O52

**Recibido:** 12-09-2022

**Revisado:** 10-12-2022

**Aceptado:** 15-12-2022

**Publicado:** 15-01-2023

**Editor:** Carlos Alberto Gómez Cano 

<sup>1</sup>Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.

### ABSTRACT

There is a need to create theoretical-practical models that, based on existing conceptual contributions, facilitate the informational and technological literacy of new generations. Incorporating STEM Education (science, technology, engineering, and mathematics) into the curriculum has proven helpful for secondary school students. The study aimed to generate the first approach to a model for understanding computational thinking (CT) from a STEM approach. This article displays the results of a conceptual review of topics related to the object of study in the last five years and the critical analysis of the found research. The main results highlight the importance of balancing technical, educational, and pedagogical aspects. Furthermore, critical components for model design are proposed. It is concluded that while achieving a conceptual scheme to guide STEM education is vital, it must be updated and reviewed frequently so that emerging disciplines and processes can be incorporated.

**Keywords:** documentary analysis, technology diffusion, search strategy, science and society, educational technology.

**JEL classification:** I25; O52

**Citar como:** 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), 202326. <https://doi.org/10.58763/rc202326>



## INTRODUCCIÓN

La educación de los futuros miembros de la sociedad ha sido y es un punto sensible en las agendas políticas, educativas e internacionales. Cuestiones relacionadas con el contenido dicha educación, su organización y aspectos insoslayables como los valores, el acceso y la sostenibilidad, son parte inseparable del discurso (Ramírez-Montoya et al., 2023). Brindar una educación de calidad y fácil acceso, constituye un requerimiento en la preparación de las nuevas generaciones para promover el desarrollo de los países (Ho et al., 2020). Una de las alternativas que ha cobrado relevancia ha sido la educación STEM, que también puede aparecer como STEAM al incorporar una “a” para señalar que las artes han sido incluidas, cuyos resultados han sido significativos en diferentes niveles educativos y áreas geográficas (Bui et al., 2023; Mutambara y Bayaga, 2021; Yalçın y Erden, 2021).

El enfoque STEM hace referencia a una educación especialmente diseñada para que currículo ofrezca contenidos o materias organizadas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Sin embargo, múltiples investigaciones señalan que se trata de una posición que va más allá de sumar cuatro disciplinas de manera aislada, sino que deben ser vistas en el marco de sus relaciones comunes y referencia a las futuras disciplinas a incorporar (Yalçın y Erden, 2021).

Otra dificultad asociada al enfoque STEM tiene que ver con las variadas resistencias académicas, políticas y culturales asociadas (Alonso et al., 2019). Debido a su origen como forma particular de contrarrestar el avance tecnológico soviético y su posible supremacía, el enfoque STEM surge como resultado de la guerra fría y es asociado a corrientes neoliberales. Otras limitaciones asociadas a las mencionadas resistencias son la transmisión intergeneracional y la relación entre padres e hijos en la educación STEM (Gutfleisch y Kogan, 2022), la brecha de género en el uso y literacidad tecnológica (Delaney y Devereux, 2019; Sevilla et al., 2023; Siddiq y Scherer, 2019), el desarrollo local y la disponibilidad de recursos materiales en contextos rurales o áreas en desarrollo (Ho et al., 2020; Mutambara y Bayaga, 2021).

Aunque resulta vital reconocer estas limitaciones y falencias atribuidas o existentes en el enfoque STEM, es necesario destacar que también ha contribuido a canalizar asuntos de capital preeminencia en los escenarios presentes y futuros de la educación para el desarrollo individual y social. Entre otros aportes, se identificó en la literatura el uso de diseños avanzados para el desarrollo sostenible y el uso responsable de la tecnología a partir del enfoque STEM (Jeong Y González-Gómez, 2020; Zizka et al., 2021); la atención al emprendimiento como vocación y su soporte mediante la incorporación de prácticas de empresariales (Eltanahy y Forawi, 2020); la educación personalizada en el marco de ambientes colaborativos de aprendizaje y su contribución al logro de diseño interdisciplinarios (Zheng et al., 2020); la atención a la creatividad (van Broekhoven et al., 2020; Thuneberg et al., 2018).

En contexto histórico con mayor tendencia a la interconexión y la construcción de escenarios digitales para la vida social y la educación (Gonzales et al., 2023), el desarrollo del pensamiento computacional constituye un requerimiento para la educación del futuro (Kafai y Proctor, 2022). Esta afirmación, aunque en apariencia obvia, por la relevancia de las ciencias de la computación en la sociedad actual y prospectivamente futura, ha sido evaluada bajo el lente de la escasa importancia que algunos currículos internacionales le atribuyen (Kafai y Proctor, 2022). Son varias las problemáticas que se han asociado a estas dificultades. Una de las más llamativas y acuciadas fue la llamada “unplugged pedagogy”, en referencia a la tendencia de enseñar ciencias de la computación como un contenido tradicional, o sea, sin computadores (Huang y Looi, 2021).

Esta problemática apunta hacia una necesidad inaplazable, dada por la separación entre los aspectos pedagógicos y educativos que envuelven el desarrollo del pensamiento computacional y el skillset que a este se asocia. Por tanto, es cardinal entender que para satisfacer esta necesidad no debe limitarse la concepción del pensamiento computacional a la codificación, sino que debe extenderse al proceso de literacidad informacional y tecnológica. Estas ideas, avaladas por diferentes estudios, implican asumir que el pensamiento computacional debe estar contextualmente condicionado, y por tanto pedagógicamente diseñado su desarrollo, por aspectos esenciales como desarrollo de la identidad, participación y activismo, desarrollo vocacional, entre otros (Huang y Looi, 2021; Kafai y Proctor, 2022). Es así, que se pudiera revertir gradualmente la naturaleza código-céntrica del pensamiento computacional y la fractura pedagógica que guía tendenciosamente su enseñanza (Kite et al., 2021).

El presente artículo parte de un proyecto de investigación doctoral, cuya génesis se encuentra en las reflexiones sobre el auge de la educación STEM a nivel mundial, en Latinoamérica, en Colombia y en el Eje Cafetero. A partir de la revisión literaria se pudo identificar que en el ámbito del pensamiento computacional la restricción

a experiencias prácticas ha restado importancia a los aspectos teóricos que fundamentan epistémica, ontológica y metodológicamente la incorporación de la educación STEM en el currículo. Además, se aprecia que un logro fundamental debe ser involucrar las dimensiones humanas, ética e histórica de la incursión de las tecnologías de la información y la comunicación en la escuela, para que la educación STEM sea sostenible (Campbell y Speldewinde, 2022; Ma, 2021). El currículo, entonces, debe actuar como el eje articulador de la teoría que sustenta el enfoque STEM y el pensamiento computacional, de manera que regule los aspectos esenciales de su educación.

Finalmente, se concluye que a través de la Educación STEM, se puede asumir el proceso educativo más allá de lo económico, técnico o empresarial, y se puede fomentar la convivencia, el fortalecimiento de lo público y de la democracia. Así no solo se tiene en cuenta lo técnico, sino que la educación STEM permite una visión educativa más amplia y da lugar al trabajo colaborativo y a la construcción de materiales (Acosta, 2020).

En consideración a lo anteriormente planteado, se valora pertinente plantear una interrogante que oriente el proceso de investigación y cuya respuesta facilitará el cumplimiento de los objetivos propuestos. Esta pregunta es: ¿Cómo identificar las experiencias prácticas en el ámbito del pensamiento computacional de tal manera que permitan la fundamentación epistémica, ontológica y metodológica para la incorporación de la educación STEM en el currículo?

## METODOLOGÍA

### Planteamiento del problema.

En esta sección se describe el punto de partida y el contexto que orientó el desarrollo de la propuesta, además se expone la pregunta de investigación. Se establecieron las preguntas que funcionaron como eje conductor u orientador de la investigación y los argumentos que sustentan la necesidad de atender la incorporación de la educación STEM en el currículo de secundaria para el desarrollo pensamiento computacional en los estudiantes.

En tal sentido, el estudio centró su atención en los aportes conceptuales en las dimensiones currículo, educación STEM y pensamiento computacional desde sus orígenes. De tal manera, se persiguió evidenciar la articulación entre teoría y práctica fundamentados en la construcción de conocimiento científico. Para encontrar esta articulación fue necesario identificar no solo desde lo histórico, sino también las políticas que han implementado los gobiernos y la importancia que le han dado a este objeto de estudio en la sociedad.

### Preguntas de investigación

En consideración a lo anterior, es pertinente plantear algunos interrogantes que orienten este proceso de investigación cuyas respuestas facilitarán el cumplimiento de los objetivos propuestos. Estas preguntas son: ¿Cómo identificar las experiencias prácticas en el ámbito del pensamiento computacional de tal manera que permitan la fundamentación epistémica, ontológica y metodológica para la incorporación de la educación STEM en el currículo? ¿Cómo puede la educación STEM ser incorporada en el currículo de secundaria para potenciar la construcción de pensamiento computacional? ¿Qué relación existe entre la educación STEM y el desarrollo de competencias para la resolución de problemas en las áreas transversales del conocimiento? ¿Cómo diseñar un modelo educativo que permita la incorporación de la educación STEM de tal manera que propicie la generación de pensamiento computacional?

### Objetivo general

Construir un modelo teórico-práctico que a partir de los aportes conceptuales existentes que permita la generación de pensamiento computacional en estudiantes de secundaria mediante la incorporación de la Educación STEM en el currículo.

### Objetivos Específicos

- Elaborar un análisis conceptual de literatura relacionada con la educación STEM, el currículo y la generación de pensamiento computacional.
- Diseñar un modelo educativo que permita la incorporación de la educación STEM de tal manera que propicie la generación de pensamiento computacional.

### Selección de la muestra

Por tanto, se buscó el diseño de las vías para incorporar en el currículo de secundaria la educación STEM en el departamento del Quindío (Colombia) para la comprensión del pensamiento computacional. Se partió de considerar cómo se ha incorporado educación STEM en el currículo a nivel mundial teniendo en cuenta investigaciones en el período entre los años 2018 y 2023.

Al asumir la propia lógica contextual e histórica, se tomó la decisión de explorar la literatura en países en vías de desarrollo o estudios en escenarios similares al del estudio, lo cual llevó a la identificación inicial de dos grupos:

**Grupo 1:** Arlinwibowo et al., (2021) (Indonesia); Nugroho et al., (2021) (Indonesia); Burbaite et al., (2018) (Lituania); con Dilekci y Karatay (2023) (Turquía); Ma, Y. (2021) (China); Vargas y García (2021) (Colombia); Velázquez y Martín (2021) (España).

**Grupo 2:** Costin y Pontual (2020) (Brasil), Tovar (2019) (México); Roncoroni y Bailón (2020) (Perú); Chaves (2020) (Costa Rica); Santillán et al., (2019) (Ecuador); Perales y Aguilera (2020) (España); Celis y González (2021) (Colombia).

## RESULTADOS

Del análisis realizado emergieron dos categorías fundamentales, las cuales permitieron comprender mejor los datos obtenidos. Estas categorías fueron Educación STEM y diseño curricular (1) y La educación STEM en contextos no convencionales (2). A partir de ambas se presentan los resultados más relevantes.

### Educación STEM y diseño curricular

En Ecuador se encontró el trabajo documental realizado por Santillán et al. (2019), cuyo objetivo principal fue elaborar una base teórica para la educación STEM. Con tal cometido, se realizó una revisión bibliográfica de cuatro tesis doctorales desarrolladas entre el 2016 y el 2017. En los resultados se evidenció que la metodología STEM permite una visión educativa más amplia y da lugar al trabajo colaborativo y a la construcción de materiales. Finalmente, los autores concluyeron que los estudiantes tienen un rol principal en la construcción de su conocimiento de manera transversal y contextualizada. Este trabajo aporta a la investigación porque amplía el panorama teórico y puntualiza aspectos sobre el impacto de esta metodología en el currículo.

En Costa Rica, Chaves (2020) realizó un acercamiento a la metodología STEM como una posibilidad para la resolución de problemas complejos y para estimular la creatividad en los ambientes tecnológicos. El autor plantea que la Universidad Fidélitas lo ha asumido como estrategia para la construcción de un currículo que responda a las necesidades actuales. Este trabajo se orientó a develar las relaciones producidas por la práctica de la metodología STEM, principalmente la base que ofrecen las ciencias y las operaciones matemáticas a la investigación, el diseño y la innovación. Al igual que en otros estudios, este autor destacó el carácter creador de la metodología en tanto favorece el surgimiento de verdaderos productos tecnológicos y sociales como parte del proceso de solución de problemas presentes en la realidad. No obstante, el principal aporte de este trabajo es el enfoque donde se integra el conocimiento y la práctica de manera ética.

En su tesis doctoral Acosta (2020), plantea varias metodologías basadas en el aprendizaje colaborativo y las TIC, las cuales van dirigidas tanto a los estudiantes como a los profesores de secundaria, en instituciones educativas de República Dominicana. La metodología fue mixta, con un diseño cuasiexperimental que tomó como muestra a 542 profesores a los que se les aplicó una encuesta, para la posterior implementación de una prueba piloto. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en aspectos pedagógicos y motivacionales, los cuales llevaron a un aumento en el aprendizaje. Para concluir plantea que después de la pandemia del COVID-19, el manejo de las TIC cambió, pero, debido a su naturaleza abrupta y obligatoria, algunas de estas modificaciones fueron improvisadas por diversos motivos como la conectividad, la falta de capacitación y de recursos.

En este escenario, la autora destaca un aspecto crucial compartido en el estudio que se presenta, referido a la necesidad de fortalecer aspectos técnicos, pero también pedagógicos. Esta investigación difiere del estudio que se presenta al evidenciar una representación limitada de la tecnología, pero aporta en la actualización de la temática y ofrece una concepción de las TIC estrechamente ligadas al currículo, aspecto clave en la integración tecnológica y el desarrollo del pensamiento computacional.

En la Universidad de Granada, España, Perales y Aguilera (2020) realizaron un trabajo investigativo dirigido a explorar la interrelación entre las metodologías STEM (Ciencia-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas) y CTS

(Ciencia- Tecnología-Sociedad). Como resultado, explican que la metodología STEM no se puede asumir de manera superficial, es decir, no se trata solo de la utilización o introducción de artefactos para que sean rentables, sino de transformaciones profundas en el currículo. En cuanto a sus resultados, los autores asumen un enfoque crítico en el análisis del movimiento CTS y señalan las diferencias en el origen de ambos enfoques.

Mientras que el movimiento CTS surgió para cualificar el currículo, es decir con fines educativos, el enfoque STEM con fines políticos (Perales y Aguilera, 2020), resultados que comparten con otros estudiosos del tema y que resalta la importancia de no descontextualizar la educación STEM (Alonso et al., 2019; Takeuchi et al., 2020). Esta diferencia hace que en ocasiones se asuma el STEM de manera superficial. Por tanto, se identifica el trabajo de Perales y Aguilera (2020) como relevante porque resalta la importancia de la profundización en este tema desde la academia para lograr cambios profundos que contribuyan desarraigar la enseñanza de la ciencia de enfoques pedagógicos arcaicos.

En el análisis de contenido realizado en Indonesia por Nugroho et al. (2021), se resalta el STEM como una posibilidad para potencializar las prácticas integradoras en los niveles de primaria y secundaria. Los autores plantean que su desarrollo ha sido más fácil en la primaria y su implementación en el currículo ha permitido proponer soluciones a problemas reales y significativos para la comunidad educativa y fomentar el pensamiento crítico. Otro aspecto destacado por estos autores es el afectivo, el cual se desarrolla mediante el trabajo en equipo, el aprendizaje colaborativo y la disciplina (Nugroho et al., 2021). Esta investigación es importante para este estudio realizado porque hace énfasis en la formación de los profesores y de la comunidad en general, por lo que la preparación y capacitación no deben producirse exclusivamente en el ámbito o dimensión teórica, es relevante que se incluya la praxis profesional en el aprendizaje. Además, se deben incorporar aspectos técnicos que deben impartirse por parte de expertos.

En Colombia, los profesores Celis y González (2021) realizaron una revisión de la literatura sobre la incidencia en el currículo de la educación STEM, con una muestra de cincuenta artículos. Al analizar los documentos se obtuvo que de acuerdo con la cantidad que se han publicado, es un tema que aún sigue en vigencia y que se caracteriza por su “flexibilidad, interdisciplinariedad e integralidad” (Celis y González, 2021, p. 285). Estas tres características se tuvieron en cuenta al establecer las categorías de esta investigación, además este trabajo aporta un minucioso análisis bibliográfico que resulta útil para la construcción de los antecedentes y el marco teórico de futuras aproximaciones a la temática. Finalmente, se concluye que la metodología STEM se puede abordar desde el aprendizaje cooperativo, basado en proyectos, en problemas, la etnomatemática lo cual establece diversos enfoques y marcos de aplicación.

Siguiendo con los aportes desde Colombia, Vargas y García (2021) realizaron un análisis bibliométrico sobre la educación STEM y las ciencias naturales a partir de trabajos publicados en la década comprendida entre 2010 y 2020, en el que se establecieron un hilo conductor que hace referencia a las líneas de investigación. Dentro de los resultados más destacados obtuvieron datos que demuestran que la educación STEM ha adquirido un protagonismo en el ámbito educativo.

El análisis geográfico realizado mostró en la distribución que los países que más han publicado sobre el tema son: Estados Unidos, España e Indonesia, mientras que en Latinoamérica es un proceso que apenas comienza. Las líneas de investigación más destacadas son: “STEM y herramientas tecnológicas e informáticas, diseño de actividades STEM en la clase de ciencias, STEM y minorías; STEM y diseño curricular” (Vargas y García, 2021, p. 217). De lo anterior se dedujo que se requiere más exploración en esta línea referida al desarrollo curricular, en específico lo referido al pensamiento computacional.

En España se identificó un artículo resultado de la investigación llevada a cabo por Velázquez y Martín (2021), quienes desarrollan un análisis de contenido sobre el pensamiento computacional y su influencia en la educación. Dentro de los hallazgos se tiene que se hace referencia a una actividad mental que incluye la programación, pero los autores plantean que se debe hacer referencia los constructos educativos. Como conclusión se tiene que en este debate se debe incluir los últimos avances en didáctica e informática y debe haber más precisión en los términos utilizados.

En México, Tovar (2019) desarrolló una investigación sobre educación STEM en Latinoamérica, para ello realizó un acercamiento a distintas experiencias en Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay, Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. En los resultados, el autor expresa que, en este contexto, aunque se cuenta con los referentes de Norteamérica, Corea y Europa, existe un desarrollo insuficiente porque no se han hecho consensos que estandaricen la manera de asumir la educación STEM (Tovar, 2019). Además, se evaluó que los proyectos han sido aplicados en poblaciones muy reducidas y concluye que existen diversas propuestas desde el ámbito educativo, pero también del

sector privado, quienes incluyen fines comerciales, pero que pueden ser aprovechadas. Este trabajo contribuye a dar una visión panorámica en Latinoamérica y deja claro que en educación STEM es importante no perder de vista el enfoque desde el cual se asuma la integración de las diferentes disciplinas.

Por último, Ma (2021) invita a una reconceptualización del currículo desde la praxis, agregando la A (artes) y formar el nuevo concepto STEAM. Por lo tanto, la educación STEM hay que abordarla desde una visión ética y de formación de valores en el contexto social que se promueve, de manera que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico y orientado al desarrollo social. Como resultado de estos análisis, los autores de este estudio afirman que también se debe acudir a la historia, puesto que esta proporciona un sentido de identidad e invita a recrear el pasado en el presente para entender el significado de la tecnología. Es así como la educación STEM navega entre la teoría y la práctica para su sostenibilidad.

### La educación STEM en contextos no convencionales

En su tesis doctoral, González (2020) presenta una metodología que interrelaciona la robótica y el pensamiento computacional en el contexto educativo infantil. El trabajo se divide en tres fases, en la primera se diagnostica el estado del arte, con énfasis en tareas relacionados con el diseño de códigos, la actividad de programar y su impacto en el desarrollo del pensamiento computacional. En la segunda se analizan las tecnologías y estrategias, mientras que en la tercera se lleva a cabo una propuesta inclusiva con una población de 172 estudiantes (3 a 5 años) con síndrome de Down y hospitalizados.

El estudio se fundamenta “en el movimiento maker, el marco de Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD), la educación inclusiva y el aprendizaje a través del juego, utilizando un robot tangible (KIBO)” (González, 2020, p. 122). Los resultados demuestran que, a través de esta estrategia, no solo se obtienen logros académicos, sino también, emocionales. Finalmente, se concluye que es necesario iniciar el pensamiento computacional desde los primeros años de vida y se debe integrar al currículo. Este trabajo representa un aporte teórico, conceptual y práctico, además de que demuestra que se pueden trabajar estos temas en ámbitos no convencionales y prescindiendo de los aparatos tecnológicos, lo cual es muy apropiado para el contexto latinoamericano, fundamentalmente en territorios con problemas de accesibilidad o en situación de vulnerabilidad.

En la Universidad de Lima, Roncoroni y Bailón (2020) realizaron una investigación que buscó ampliar el concepto de pensamiento computacional, es decir vincularlo con las ciencias humanas y el arte. Primero realizaron una conceptualización donde se crítica el neopositivismo y el tecnocentrismo, después se contextualizan las influencias de ambas tendencias en el campo educativo. Los autores concluyen que desde el pensamiento computacional se puede propiciar la creatividad, sin prescindir de elementos analógicos (Roncoroni y Bailón, 2020). Un aporte fundamental de este estudio es que señala la posibilidad de prescindir de los aparatos tecnológicos y construir pensamiento computacional. Los autores lo definen a partir de una propuesta basada en construir una cultura de lo digital y lo virtual sin que queda directamente limitada por el computador.

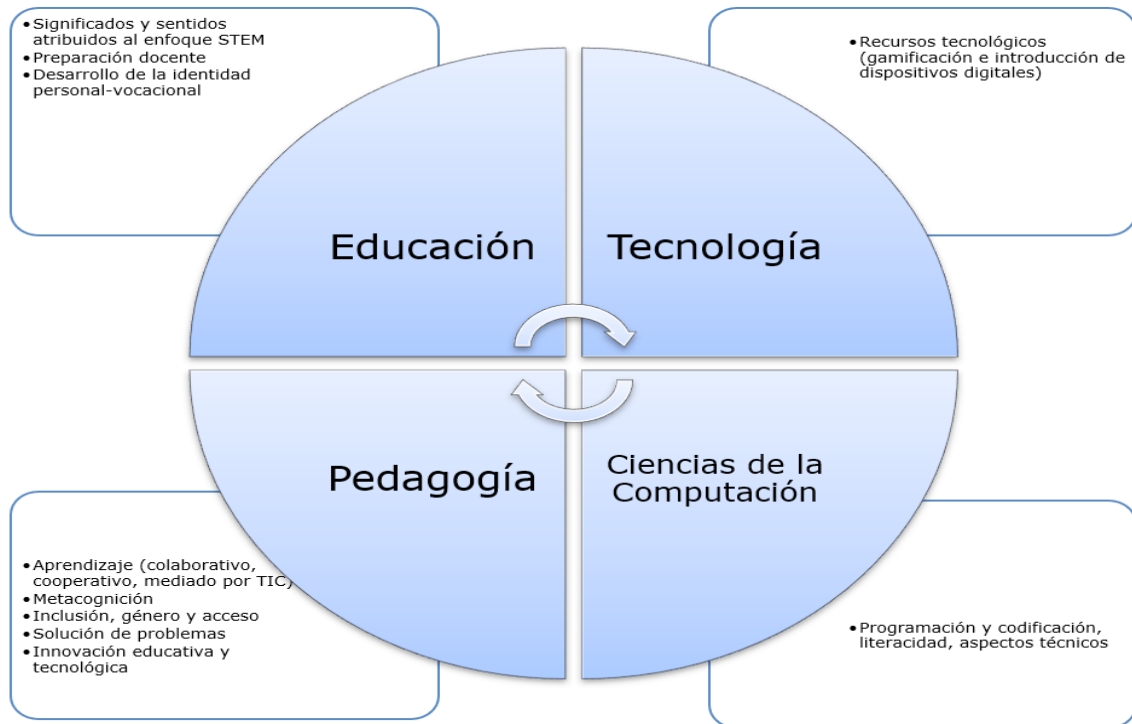
Como se dilucidó en la introducción, esta afirmación apunta hacia los riesgos de una pedagogía analógica (*unplugged pedagogy*) o una digitalización acrítica, si el diseño no se realiza de manera consciente e intencionada. Por tanto, los docentes deben capacitarse para explorar y construir aparatos de crítica que guíen a los estudiantes en el logro de los desempeños esperados en estos contextos, pero descentralizando los aparatos tecnológicos y sin promover su dependencia. En educación, de acuerdo con estudios recientes, el concepto de Ciencias de la Computación está ligado al pensamiento computacional y la resolución de problemas, donde se promueve el uso de nuevas herramientas, métodos, actividades y recursos educativos que se incorporan en el paradigma STEM (Li et al., 2020; Lyon y Magana, 2020; Sen et al., 2021; Wang et al., 2022).

Un ejemplo destacado identificado fue la aplicación de guías prácticas en un plan de estudios de secundaria (Burbaité et al., 2018). En esta investigación los autores se proponen implementar la transformación curricular a partir de la introducción de tecnologías. Para cumplir su propósito, fundamentan los conceptos de la informática educativa y plantean que para desarrollar el pensamiento computacional se requiere de herramientas como la robótica e impactar la educación STEM a través de la programación, también sugieren usar juguetes tecnológicos, sumado a unas actividades pedagógicas impulsadas por tecnología y la programación (Burbaité et al., 2018).

A partir de los resultados alcanzados y la síntesis de estos realizada, se logró un esbozo inicial de los componentes básicos y aspectos a considerar en la elaboración de un modelo educativo que permita la incorporación de la educación STEM de tal manera que propicie la generación de pensamiento computacional. Aunque este esbozo dista de ser el esquema final del modelo, ayuda a discernir los elementos imprescindibles del mismo y los futuros

aportes a considerar (ver Figura 1).

**Figura 1.**  
*Esquema básico del modelo educativo*



Fuente: Elaboración propia

### Valoración final de los resultados

A pesar de que el análisis meticuloso de la literatura seleccionada permitió la elucidación de los aspectos básicos y de las principales limitaciones a abordar en el contexto del modelo propuesto, es imperativo reconocer que el desarrollo íntegro y eficaz del mismo demanda la incorporación de diversas metodologías adicionales que proporcionen un soporte robusto y multidimensional a su diseño y aplicación práctica. En este sentido, es vital asegurar que, tanto el esbozo conceptual presentado en este documento como en las iteraciones futuras del modelo, se conceda un margen suficientemente amplio y flexible para la revisión periódica y la integración de avances significativos en las dimensiones clave del mismo. Este enfoque permitirá no solo adaptar el modelo a los cambios y evoluciones del contexto educativo y tecnológico, sino también garantizar que las estrategias y componentes del modelo se mantengan alineados con las tendencias más recientes y las prácticas óptimas en el campo, contribuyendo así a su relevancia y aplicabilidad a largo plazo en el entorno educativo y tecnológico en constante evolución.

Esto se debe no solo a la emergencia en la literatura de nuevos enfoques o posturas, sino la tendencia que ha experimentado en tiempos recientes la educación STEM con respecto a la integración de disciplinas, procesos y preocupaciones, que, si bien muchas no son nuevas, condicionan la manera en que se produce. Aspectos como el liderazgo educativo y su vínculo con el enfoque STEM (Hatisaru et al., 2023), el vínculo entre niveles educativos y las implicaciones de la selección temprana de los programas STEM (Dixon et al., 2020), la gamificación y el uso innovador de dispositivos electrónicos (Chu et al., 2021; Hu et al., 2023), la motivación por el aprendizaje y el logro de los objetivos educativos (Arievitch, 2020; Markandan et al., 2022), así como la preparación docente y su compromiso con el mejoramiento de la educación STEM (Çiftçi y Topçu, 2022; Yang et al., 2021).

### CONCLUSIONES

En el intrincado panorama actual y proyectando hacia el futuro desarrollo societal, la educación STEM emerge como un enfoque de indudable valor. Esto no solo se debe a su orientación hacia aspectos tecnológicos, sino también porque se erige como una herramienta y modelo esencial para alcanzar objetivos críticos en las agendas educativas, tales como la mejora de la accesibilidad, la promoción de la inclusión, la reducción de la brecha de género y la

estimulación del pensamiento creativo.

La investigación llevada a cabo se aprecia como notablemente valiosa, en tanto que respalda aspectos cruciales en la construcción del pensamiento computacional a través de la educación STEM. Además, los resultados subrayan la necesidad imperante de fortalecer los fundamentos desde las ciencias de la educación, especialmente en su integración en el currículo de secundaria, lo que hace patente la necesidad de desarrollar un modelo integrador.

Por lo tanto, se concluye que el enfoque STEM debe ser diseñado de manera intencional, centrandose una atención meticulosa en los aspectos tecnológicos, educativos y pedagógicos que fundamentan la transformación curricular. Esta intencionalidad debe ser mediada y adaptada al contexto histórico y sociocultural en el que se pretende implementar, así como estar alineada de manera precisa con las metas preestablecidas

## REFERENCIAS

- Acosta, R. (2020). Metodologías de aprendizaje colaborativo mediado por las TIC en educación secundaria. [Tesis de Doctorado, Universidad de Salamanca] GREDOS. <https://gredos.usal.es/handle/10366/145256>
- Alonso, G., Thumlert, K., de Castell, S. y Jenson, J. (2019). Pathways to sustainable futures: A “production pedagogy” model for STEM education. *Futures*, 108, 27-36. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.02.021>
- Arievitch, I. (2020). The vision of Developmental Teaching and Learning and Bloom's Taxonomy of educational objectives. *Learning, Culture and Social Interaction*, 25, 100274. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.01.007>
- 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” (IV), 18-25. <https://doi.org/10.31643/2021.03>
- Bui, T.-L., Tran, T.-T., Nguyen, T.-H., Luyen, N.-T., Tran, V.-N., Dang, U., . . . Hoang, A.-D. (2023). Dataset of Vietnamese preschool teachers' readiness towards implementing STEAM activities and projects. *Data in Brief*, 46, 108821. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108821>
- Burbaitė, R., Drašutė, V. y Štukaiš, V. (2018). Integration of computational thinking skills in STEM-driven computer science education. 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Tenerife: IEEE Xplore. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363456>
- Campbell, C. y Speldewinde, C. (2022). Early Childhood STEM Education for Sustainable Development. *Sustainability*, 14(6), 3524. <https://doi.org/10.3390/su14063524>
- Celis, D. y González, R. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 279-302. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1405>
- Chaves, M. (2020). Didáctica disruptiva STEM. Cambiando el paradigma de la docencia tradicional a la docencia coaching. *Revista Fidelitas*, 1(2), 41-48. [https://doi.org/10.46450/revista\\_fidelitas.v1i2.24](https://doi.org/10.46450/revista_fidelitas.v1i2.24)
- Chu, W., Ong, E., Ayop, S., Azmi, M., Abdullah, A., Karim, N. y Tho, S. (2021). The innovative use of smartphone for sound STEM practical kit: a pilot implementation for secondary classroom. *Research in Science & Technological Education*, 41(3), 1-23. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1978963>
- Çiftçi, A. y Topçu, M. (2022). Improving early childhood pre-service teachers' computational thinking teaching self-efficacy beliefs in a STEM course. *Research in Science & Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2036117>
- Costin, C. y Pontual, T. (2020). Curriculum Reform in Brazil to Develop Skills for the Twenty-First Century. In F. M. Reimers (Ed.), *Audacious Education Purposes* (pp. 47-64). SpringerOpen. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-41882-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41882-3_2)
- Delaney, J. y Devereux, P. (2019). Understanding gender differences in STEM: Evidence from college applications. *Economics of Education Review*, 72, 219-238. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2019.06.002>



- 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, 101229. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101229>
- Dixon, L., Dugger, S. y Hsu, H.-Y. (2020). STEM Magnet High Schools and Student Intent to Declare a STEM Major. *The Educational Forum*. <https://doi.org/10.1080/00131725.2020.1843746>
- Eltanahy, M. y Forawi, S. (2020). Incorporating Entrepreneurial Practices into STEM Education: Development of Interdisciplinary E-STEM Model in High School in the United Arab Emirates. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100697. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100697>
- Gonzales, Y., Quintanilla, L. y Pérez, A. (2023). Metaverse and education: a complex space for the next educational revolution. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2, 56-56. <https://doi.org/10.56294/mr202356>
- González, C. (2020). Pensamiento computacional y robótica en educación infantiluna propuesta metodológica inclusiva. [Tesis de Doctorado, Universidad de Huelva] Repositorio Arias Montano. <http://hdl.handle.net/10272/19545>
- Gutfleisch, T. y Kogan, I. (2022). Parental occupation and students' STEM achievements by gender and ethnic origin: Evidence from Germany. *Research in Social Stratification and Mobility*, 82, 100735. <https://doi.org/10.1016/j.rssm.2022.100735>
- Hatisaru, V., Falloon, G., Seen, A., Fraser, S., Powling, M. y Beswick, K. (2023). Educational leaders' perceptions of STEM education revealed by their drawings and texts. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(3) 1437-1457. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2170290>
- Ho, M.-T., La, V.-P., Nguyen, M.-H., Pham, T.-H., Vuong, T.-T., Vuong, H.-M., . . . Vuong, Q.-H. (2020). An analytical view on STEM education and outcomes: Examples of the social gap and gender disparity in Vietnam. *Children and Youth Services Review*, 119, 105650. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105650>
- Hu, C.-C., Yang, Y.-F., Cheng, Y.-W. y Chen, N.-S. (2023). Integrating educational robot and low-cost self-made toys to enhance STEM learning performance for primary school students. *Behaviour & Information Technology*. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2222308>
- Huang, W. y Looi, C.-K. (2021). A critical review of literature on “unplugged” pedagogies in K-12 computer science and computational thinking education. *Computer Science Education*, 31(1), 83-111. <https://doi.org/10.1080/08993408.2020.1789411>
- Jeong, J. y González-Gómez, D. (2020). A web-based tool framing a collective method for optimizing the location of a renewable energy facility and its possible application to sustainable STEM education. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119747. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119747>
- Kafai, Y. y Proctor, C. (2022). A Reevaluation of Computational Thinking in K-12 Education: Moving Toward Computational Literacies. *Educational Researcher*, 51(2), 146-151. <https://doi.org/10.3102/0013189X211057904>
- Kite, V., Park, S. y Wiebe, E. (2021). The Code-Centric Nature of Computational Thinking Education: A Review of Trends and Issues in Computational Thinking Education Research. *SAGE Open*, 11(2). <https://doi.org/10.1177/21582440211016418>
- Li, Y., Schoenfeld, A., diSessa, A., Graesser, A., Benson, L., English, L. y Duschl, R. (2020). On Computational Thinking and STEM Education. *Journal for STEM Education Research*, 3, 147-166. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00044-w>
- Lyon, J. y Magana, A. (2020). Computational thinking in higher education: A review of the literature. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(5), 1174-1189. <https://doi.org/10.1002/cae.22295>
- Ma, Y. (2021). Reconceptualizing STEM Education in China as Praxis: A Curriculum Turn. *Sustainability*, 13(9), 4691. <https://doi.org/10.3390/su13094961>
- Markandan, N., Osman, K. y Halim, L. (2022). Integrating Computational Thinking and Empowering Metacognitive

Awareness in Stem Education. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.872593>

- Mutambara, D. y Bayaga, A. (2021). Determinants of mobile learning acceptance for STEM education in rural areas. *Computers & Education*, 160, 104010. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104010>
- Nugroho, O., Permanasari, A., Firman, H. y Riandi, R. (2021). The Importance of Stem Based Education in Indonesia Curriculum. *Curriculum. Pedagonal: Journal Ilmiah Pendidikan*, 5(2), 56-61. <https://doi.org/10.33751/pedagonal.v5i2.3779>
- Perales, F. y Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Ramírez-Montoya, M., Rodríguez-Abitia, G., Hernández-Montoya, D., López-Caudana, E. y González-González, C. (2023). Open education for sustainable development: Contributions from emerging technologies and educational innovation. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1131022>
- Roncoroni, U., & Bailón, J. (2020). Pensamiento computacional. Alfabetización digital sin computadoras. *ICONO* 14, 18(2), 379-40. <https://doi.org/10.7195/ri14.v18i2.1570>
- Santillán, J., Cadena, V. y Cadena, M. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3(3.4), 212-227. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847>
- Sen, C., Ay, Z. y Kiray, S. (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>
- Sevilla, M., Bordón, P. y Ramirez-Espinoza, F. (2023). Reinforcing the STEM pipeline in vocational-technical high schools: The effect of female teachers. *Economics of Education Review*, 95, 102428. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2023.102428>
- Siddiq, F. y Scherer, R. (2019). Is there a gender gap? A meta-analysis of the gender differences in students' ICT literacy. *Educational Research Review*, 27, 205-217. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.03.007>
- Takeuchi, M., Sengupta, P., Shanahan, M.-C., Adams, J. y Hachem, M. (2020). Transdisciplinarity in STEM education: a critical review. *Studies in Science Education*, 56(2), 213-253. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755802>
- Thuneberg, H., Salmi, H. y Bogner, F. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.003>
- Tovar, D. (2019). Educación STEM en la Sudamérica hispanohablante. *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(3), 3308-1-3308-7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7553951>
- van Broekhoven, K., Copley, D. y Seegers, P. (2020). Differences in creativity across Art and STEM students: We are more alike than unlike. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100707. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100707>
- Vargas, D. y García, A. (2021). EDUCACIÓN STEM, UN CAMPO DE INVESTIGACIÓN EMERGENTE: ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO ENTRE 2010 – 2020. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 26(3), 195-219. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n3p195>
- Velázquez, J. y Martín, M. (2021). Análisis del “pensamiento computacional” desde una perspectiva educativa. *Revista de Educación a Distancia*, 21(68), 1-18. <https://doi.org/10.6018/red.484811>
- Wang, C., Shen, J. y Chao, J. (2022). Integrating Computational Thinking in STEM Education: A Literature Review. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20, 1949-1972. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10227-5>

- Yalçın, V. y Erden, Ş. (2021). The Effect of STEM Activities Prepared According to the Design Thinking Model on Preschool Children's Creativity and Problem-Solving Skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100864. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100864>
- Yang, K.-L., Wu, H.-K., Yeh, Y.-F., Lin, K.-Y., Wu, J.-Y. y Hsu, Y.-S. (2021). Implementers, designers, and disseminators of integrated STEM activities: self-efficacy and commitment. *Research in Science & Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.2008343>
- Zheng, J., Xing, W., Zhu, G., Chen, G., Zhao, H. y Xie, C. (2020). Profiling self-regulation behaviors in STEM learning of engineering design. *Computers & Education*, 143, 103669. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103669>
- Zizka, L., McGunagle, D. y Clark, P. (2021). Sustainability in science, technology, engineering and mathematics (STEM) programs: Authentic engagement through a community-based approach. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123715. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123715>

#### **FINANCIACIÓN**

Ninguna

#### **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

Ninguno

#### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a la Universidad del Quindío por el apoyo recibido.

#### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA:**

1. Conceptualización: Jameson Leonardo Jiménez Gómez y Edgar Javier Carmona Suarez
2. Investigación: Jameson Leonardo Jiménez Gómez y Edgar Javier Carmona Suarez
3. Metodología: Jameson Leonardo Jiménez Gómez y Edgar Javier Carmona Suarez
4. Validación: Jameson Leonardo Jiménez Gómez y Edgar Javier Carmona Suarez
5. Redacción – borrador original: Jameson Leonardo Jiménez Gómez y Edgar Javier Carmona Suarez
6. Redacción – revisión y edición: Jameson Leonardo Jiménez Gómez y Edgar Javier Carmona Suarez