

Categoría: International Congress on Education, Technology and Science - CIETyC2023

REVISIÓN

Construction of computational thinking through the incorporation of STEM education in the secondary school curriculum in the department of Quindío (Colombia)

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

Jamesón Jimenez¹, Edgar Javier Carmona¹

¹Universidad del Quindío. Colombia.

Citar como: Jimenez J, Carmona EJ. Construcción del pensamiento computacional mediante la incorporación de la educación STEM en el currículo de secundaria del departamento del Quindío (Colombia). *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias 2023; 2:571*. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023571>

Recibido: 20-06-2023

Revisado: 19-08-2023

Aceptado: 22-10-2023

Publicado: 23-10-2023

ABSTRACT

The main objective of this research is to build a theoretical-practical model that from the existing conceptual contributions allows the generation of computational thinking in high school students through the incorporation of STEM Education (science, technology, engineering and mathematics) in the curriculum. In this sense, STEM education enters to qualify the curriculum and becomes a methodology that gives entry to the understanding of phenomena. Through this research, a model is proposed for the understanding of computational thinking (CT). With and without the use of digital mediation. This article shows the result of a conceptual review of the topics related to the object of study in the last 5 years and the critical analysis of the investigations found. For this reason, it is not a finished project, but rather an advance in the state of the art.

Keywords: Curriculum; Methodology as a Subject; Thinking; Education.

RESUMEN

El principal objetivo de esta investigación es construir un modelo teórico-práctico que a partir de los aportes conceptuales existentes permita la generación de pensamiento computacional en estudiantes de secundaria mediante la incorporación de la Educación STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en el currículo. En este sentido, la educación STEM entra a cualificar el currículo y se convierte en una metodología que da entrada a la comprensión de los fenómenos. A través de esta investigación se propone un modelo, para la comprensión del pensamiento computacional (CT). Con y sin el uso de mediación digital. Este artículo muestra el resultado de una revisión conceptual de los temas relacionados con el objeto de estudio en los últimos 5 años y el análisis crítico de las investigaciones halladas. Por tal razón, no obedece a un proyecto terminado, sino al avance del estado del arte.

Palabras clave: Currículum; Metodología como un Tema; Pensamiento; Educación.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación doctoral, parte de considerar la incursión que ha tenido la educación STEM a nivel mundial, en Latinoamérica, en Colombia y en el Eje Cafetero. A partir de la revisión literaria se ha podido identificar que en el ámbito del pensamiento computacional se ha restringido a experiencias prácticas, restando importancia al aspecto teórico que fundamenta epistémica, ontológica y metodológicamente la incorporación de la educación STEM en el currículo, además involucrando la dimensión humana, 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 (Ma, Y. 2021). El currículo se entiende como el “puente entre la teoría y la acción, entre intenciones o proyectos y realidad, como una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo” (Stenhouse, como se cita en Rangel, 2015). En consideración a lo anterior es pertinente plantear un interrogante que oriente este proceso de investigación 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?

Finalmente, se concluye que a través de la Educación STEM, se puede asumir el proceso educativo más allá de lo económico o empresarial y se puede fomentar la convivencia y 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).

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 parte de considerar la incursión que ha tenido la educación STEM a nivel mundial, en Latinoamérica, en Colombia y en el Eje Cafetero. Se establecen las preguntas que sirven de eje conductor u orientador de la investigación y los argumentos que sustentarán la necesidad de atender la incorporación de la educación STEM en el currículo de secundaria para el desarrollo pensamiento computacional en los estudiantes.

A partir de la revisión literaria se ha podido identificar que en el ámbito del pensamiento computacional se ha restringido a experiencias prácticas, restando importancia al aspecto teórico que fundamenta epistémica, ontológica y metodológicamente la incorporación de la educación STEM en el currículo, llegando al reduccionismo de unas guías. Por tal motivo, este artículo centra la atención en los aportes conceptuales en currículo, educación STEM y pensamiento computacional desde sus orígenes, de tal manera que evidencien una articulación entre teoría y práctica fundamentados en la construcción de conocimiento científico. Para encontrar esta articulación es 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.

En esta investigación se busca incorporar en el currículo de secundaria la educación STEM en el departamento del Quindío (Colombia) para la comprensión del pensamiento computacional. Se parte de considerar como se ha incorporado educación STEM en el currículo a nivel mundial teniendo en cuenta investigaciones en el período entre los años 2018 y 2023 en países como

Indonesia con Arlinwibowo, J., Retnawati, H., & Kartowagiran, B. (2021), Fajar et al

(2021), Lituania con Burbaite, Drasute y Stuikeys (2018), Turquía con Dilekci y Karatay (2022), China con Ma, Y. (2021), entre otros. Para luego seguir en el ámbito latinoamericano en Brasil con Claudia Costin y Teresa Pontual (2020),

México con Tovar Rodríguez (2019), Perú con Roncoroni y Bailón (2020), Costa Rica con Chaves Duarte (2020), Ecuador con Santillán, Cadena y Cadena (2019), entre otros. A nivel de Colombia tenemos investigaciones como “Aportes de la metodología STEAM en los procesos curriculares” de Celis y González (2021).

En un análisis inicial se encuentra que a nivel internacional existen investigaciones relevantes sobre el tema donde se trata de incorporar la educación STEM en el sistema educativo, pero son casos aislados, además cuando se reduce el espectro a Latinoamérica de igual forma se disminuyen los referentes de consulta, especialmente en las búsquedas a nivel nacional en el período comprendido entre 2018 y 2023, en diferentes bases de datos como google académico, SCOPUS, Dialnet, entre otros y teniendo en cuenta las palabras claves como STEM, currículo, educación secundaria y pensamiento computacional. De esta manera se han encontrado hasta la fecha dos artículos relacionados con el objeto de estudio, uno en la Universidad Antonio Nariño y el otro de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas ambas de Bogotá. Celis y González (2021). A nivel regional en el eje cafetero e Ibagué sigue la consulta, con lo cual se busca determinar lo relevante de la investigación, como dice su título Construcción de pensamiento computacional mediante la incorporación de la Educación STEM en el currículo de secundaria, debido a la falta de fuentes que verifiquen que el tema ha sido ampliamente investigado.

El presente artículo se realizó con el objetivo de elaborar un análisis conceptual de literatura relacionada con la educación STEM, el currículo y la generación de pensamiento computacional. (Estado Actual de la 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?

Educación STEM y diseño curricular

En Ecuador se encuentra el trabajo documental de Santillán et al. (2019), su objetivo principal fue elaborar una base teórica para la educación STEM, para ello se realizó una revisión bibliográfica de cuatro tesis doctorales desarrolladas entre el 2016 y el 2017. En los resultados se evidenció que esta metodología permite una visión educativa más amplia y da lugar al trabajo colaborativo y a la construcción de materiales. Finalmente, se concluye 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) realiza 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, así: “la ciencia (S) y la matemática (M) aportan la investigación y la medición, para que la ingeniería (E) diseñe e innove en la búsqueda de la solución de problemas reales y como resultado, se obtiene la tecnología (T)” (p.1). 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, la muestra fue de 542 profesores a los que se les aplicó una encuesta. Posteriormente, se implementó 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 como fue una situación obligada, algunas de estas modificaciones fueron improvisadas por diversos motivos como la conectividad, la falta de capacitación y de recursos. En este escenario es necesario fortalecer aspectos técnicos, pero también pedagógicos. Esta investigación difiere un poco de la presente tesis doctoral en su percepción un poco limitada con respecto a la tecnología, pero aporta en la actualización de la temática y en la concepción de las TIC estrechamente ligadas al currículo.

En la Universidad de Granada, España Perales & Aguilera (2020) realizaron un trabajo investigativo en el que se exploran la interrelación entre las metodologías STEM (Ciencia-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas) y CTS (CienciaTecnología-Sociedad) y explican que la metodología STEM no se puede asumir de manera superficial, es decir, no se trata solo de la utilización de artefactos para que sean rentables, sino de transformaciones profundas en el currículo. En los resultados los autores asumen un enfoque crítico donde el movimiento CTS surge para cualificar el currículo, es decir con fines educativos, en cambio el STEM con fines políticos. Esta diferencia hace que en ocasiones se asuma el STEM de manera superficial. Este trabajo es 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 una “visión anclada y unos métodos de enseñanza arcaicos” (p.12).

En el análisis de contenido realizado en Indonesia por Fajar 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 es el afectivo el cual se desarrolla mediante el trabajo en equipo, el aprendizaje colaborativo y la disciplina.

Esta investigación es importante para este trabajo porque hace énfasis en la formación de los profesores y de la comunidad en general, esta capacitación debe darse no solo desde lo teórico, es relevante que se incluya lo práctico y debe abordar aspectos técnicos que deben impartirse por parte de expertos.

En Bogotá, los profesores Celis y González (2021) realizaron una revisión de la literatura sobre la incidencia en el currículo de la educación STEM, se hizo una selección 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” (p. 285). Estas tres características se tendrán en cuenta al establecer las categorías de esta investigación, además este trabajo aporta un minucioso análisis bibliográfico que puede resultar útil para la construcción de los antecedentes y el marco teórico. 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.

En su tesis doctoral de la Universidad Complutense de Madrid, España Sáez (2021) desarrolla un estudio pragmático con un enfoque mixto sobre la incidencia de las tecnologías sobre el currículo de artes visuales en secundaria, para ello se seleccionaron 3 profesores y 247 estudiantes. Para la recolección de la información se utilizó una encuesta en la que se evaluaron 5 variables: “instalación, software libre, vectorial, tutorial, dibujo” (p. 170). Con respecto a la estadística se usó el test de Kruskal-Wallis. Los resultados mostraron que no existen barreras en el aspecto cultural, ni tecnológico en cuanto al uso de los medios, también se observa una potenciación de la motivación y la autonomía. Finalmente se concluye que la inclusión en el currículo de “softwares de edición de imagen vectorial” es fundamental en este escenario. Este trabajo aporta una mirada sobre la tecnología como algo inherente a los tiempos actuales y el internet como un servicio básico, además se observa que las tecnologías son mediadoras en la adquisición del conocimiento.

En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, Vargas & García (2021), realizaron un análisis bibliométrico sobre la educación STEM y las ciencias naturales de la década comprendida entre 2010 y 2020 en el que se estableció un hilo conductor que hace referencia a las líneas de investigación. Dentro de los resultados se tiene que la educación STEM ha adquirido un protagonismo en el ámbito educativo, los países que más han publicado sobre el tema son: Estados Unidos, España e Indonesia, 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” (p. 217) se encuentra en cuarto lugar, de lo anterior se deduce que se requiere más exploración en esta línea que es de la que se ocupa la presente investigación.

En España se encuentra el artículo resultado de la investigación llevada a cabo por Velásquez & Martín (2021), allí se desarrolla 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 se hace 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, además de que los proyectos han sido aplicados en poblaciones muy reducidas. Para concluir se plantea que existen diversas propuestas desde el ámbito educativo, pero también del sector privado, quienes tienen fines comerciales, pero que puede ser aprovechado. 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.

Ma, Y. invita a una reconceptualización del currículo desde la praxis, agregando la A (artes) y formar el nuevo concepto STEAM, para lo cual cita a Aoki, quien expresa que la ciencia debe hacerse con humanidad (pág. 5), por lo tanto, la educación STEM hay que abordarla desde una visión ética para la formación de valores en el contexto social que se promueve para que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico. Para eso también debemos 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. Retomando constantemente la pregunta “qué vale más el currículo vivido o el currículo planeado” (Pág. 8). Es así como STEM navega entre la teoría y la práctica para una educación STEM sostenible.

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 realiza el estado del arte, que hace énfasis en “la codificación, programación y pensamiento computacional” (p. 23), en la metodología utilizada y su integración curricular. En la segunda se analizan las tecnologías y estrategias y 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)” (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 en el que se desarrolla esta tesis.

En la Universidad de Lima Roncoroni et al. (2020) realizaron una investigación que busca ampliar el concepto de pensamiento computacional, es decir vincularlo con las ciencias humanas y el arte. Primero se hace una conceptualización donde se hace una crítica al neopositivismo y al tecnocentrismo, después se contextualizan en el campo educativo, para ello se propone “la máquina de Turing y las shape grammars” (p. 384). Los autores concluyen que desde el pensamiento computacional se pueden propiciar la creatividad, sin prescindir de lo analógico. Un aporte fundamental que hace este estudio es que se puede prescindir de los aparatos tecnológicos y construir pensamiento computacional, los autores lo plantean como: cultura digital, sin computadoras” (p. 395) y los docentes deben capacitarse para explorar y construir aparatos de crítica para que los estudiantes puedan desempeñarse en estos contextos, descentralizando los aparatos tecnológicos.

En educación 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 aplicado a un plan de estudios de un colegio en Lituania por Burbaite et al. (2018), en esta investigación los autores se proponen implementar unas guías prácticas en un plan de estudios de secundaria. Para cumplir con su propósito el autor se fundamenta en los conceptos de la informática y considera 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. Para evaluar las habilidades de pensamiento computacional adquiridas utilizan una taxonomía de Bloom (1832-1833) basados en los procesos cognitivos. Esta investigación es valiosa para la tesis porque respalda algunos aspectos importantes en la construcción de CT mediante la educación STEM, se observa que su mayor fortaleza está en las practicas basadas en la tecnología, además, falta más fundamentación desde las ciencias de la educación y sobre todo su incorporación en el currículo de secundaria, lo cual indica que su mayor enfoque es desde la técnica de la programación.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera contar con un modelo teórico-práctico que propicie la generación de pensamiento computacional en estudiantes de secundaria del departamento del Quindío y que sea incorporado en el currículo.

REFERENCIAS

Acosta, R. (2020). Metodologías de aprendizaje colaborativo mediado por las TIC en educación secundaria [Tesis doctoral]. Universidad de Salamanca. <https://gredos.usal.es/handle/10366/145256>

Altamira, M. (2021). Impacto de la tecnología digital en el currículo de Artes Visuales en la Educación Secundaria Obligatoria [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid.

Arabit, J. & Prendes, P. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades. PIXEL-BIT REVISTA DE MEDIOS Y EDUCACIÓN <https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/index>

Arlinwibowo, J. Retnawati, H., & Kartowagiran, B. (2021). How to Integrate STEM Education in The Indonesian Curriculum? A Systematic Review. Materials of International Practical Internet Conference “Challenges of Science”, Issue IV, 2021 <https://doi.org/10.31643/2021.03>

Atila Dilekçi a,* , Halit Karatay (2023) The effects of the 21st century skills curriculum on the development of students' creative thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, journal homepage: www.elsevier.com/locate/tsc <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101229>

Burbaite R. Drašute V. y Štuikys V. (2018) Integration of computational thinking skills in STEM-driven computer science education. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain. <https://www.researchgate.net/publication/325355310>. DOI:10.1109/EDUCON.2018.8363456

Celis, D. & González, R. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe* (10)8

Chaves (2020). Didáctica disruptiva STEM. Cambiando el paradigma de la docencia tradicional a la docencia coaching. *Revista Fidelitas*, Vol.1 (2). Octubre 2020 http://revistas.ufidelitas.ac.cr/index.php/revista_fidelitas

Fajar, O., Permanasaria, A., & Firmana, R. (2021). The Importance of STEM Based Education in Indonesia Curriculum. *Pedagonal : Journal Ilmiah Pendidikan*, 5(2), 56-61 DOI: 10.33751/pedagonal.v5i2.3779.

González, C. (2020) Pensamiento computacional y robótica en educación infantil: una propuesta metodológica inclusiva [Tesis doctoral]. Universidad de Huelva.

Ma, Y. (2021) Reconceptualizing STEM Education in China as Praxis: A Curriculum Turn. *Sustainability*, 13, 4961. <https://doi.org/10.3390/su13094961>. <https://www.mdpi.com/journal/sustainability>.

Perales, J. & 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>

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

Santillán, J., 1 , Cadena, V. & Cadena, M.(2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia digital*. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..847>

Tovar, D. (2019). Educación STEM en la Sudamérica hispanohablante. *Latin American Journal of Physics Education*, 13, (3)

Vargas, D. & García, A. (2021). Educación STEM, un campo de investigación emergente: Análisis bibliométrico entre 2010 - 2020. *Arquivos / v. 26 n. 3 Dezembro de 2021 / Artigos* <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n3p195>

Velásquez & Martín (2021). Análisis del “pensamiento computacional”: una perspectiva educativa. *Revista de Educación a Distancia* (68) 21 DOI: <https://doi.org/10.6018/red.484811>

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Jamesón Jimenez, Edgar Javier Carmona.

Redacción - borrador original: Jamesón Jimenez, Edgar Javier Carmona.

Redacción - revisión y edición: Jamesón Jimenez, Edgar Javier Carmona.