

Integración del Pensamiento Computacional para fortalecer Competencias Digitales en Educación Media para la Industria 5.0

Integration of computational thinking to strengthen digital competencies in secondary education for Industry 5.0

Adrid José Cuadrado Pérez, <https://orcid.org/0009-0002-4001-3335>

Yolenis Dalel Pérez Griego, <https://orcid.org/0009-0001-2492-4123>

Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia

Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia

adrid.cuadrado@campusucc.edu.co

yolenis.perez@campusucc.edu.co

Recibido: 1 abril 2026

Aceptado: 15 julio 2026

URL: <https://relaticpanama.org/journals/index.php/educaf5berit/article/view/229/version/229>

DOI: <https://doi.org/10.66707/kx731r93>

Resumen

El principal objetivo de esta investigación fue diseñar, implementar y evaluar un modelo curricular de tecnología e informática centrado en el pensamiento computacional para los grados décimo y undécimo de la Institución Educativa Ángela Restrepo Moreno, ubicada en San Antonio de Prado,

Medellín, Colombia. Se empleó un enfoque mixto, combinando el análisis cuantitativo de competencias digitales con la exploración cualitativa de percepciones de 314 participantes, entre estudiantes, docentes y padres de familia. Los resultados evidenciaron que, aunque el 87.3% de los estudiantes reconoce el aporte del área de tecnología, las competencias desarrolladas no responden completamente a las demandas de la Industria 5.0, y un porcentaje significativo del profesorado desconoce los lineamientos curriculares oficiales. La propuesta se estructuró en cuatro pilares fundamentales, incorporando metodologías activas que fortalecen las competencias digitales, promueven la creatividad, la autonomía y ofrecen un modelo replicable en contextos educativos similares.

Palabras clave: Pensamiento computacional, competencias digitales, educación media, Industria 5.0, innovación educativa

Abstract

The main objective of this research was to design, implement, and evaluate a curriculum model for technology and informatics centered on computational thinking for 10th and 11th grades at Ángela Restrepo Moreno Educational Institution, located in San Antonio de Prado, Medellín, Colombia. A mixed-methods approach was used, combining quantitative analysis of digital competencies with qualitative exploration of perceptions from 314 participants, including students, teachers, and parents. The results showed that, although 87.3% of students recognize the contribution of the technology area, the competencies developed do not fully meet the demands of Industry 5.0, and a significant percentage of teachers are unfamiliar with official curricular guidelines. The proposal was structured around four fundamental pillars, incorporating active methodologies that strengthen digital competencies, promote creativity and student autonomy, and provide a replicable model for similar educational contexts.

Keywords: Computational thinking, digital competencias, secondary education, Industry 5.0, educational innovation.

Introducción

La educación del siglo XXI enfrenta el imperativo de formar ciudadanos capaces de operar en entornos tecnológicos complejos, característicos de la Revolución Industrial 5.0 (Schwab, 2018). A diferencia de la Cuarta Revolución Industrial, centrada en la automatización, la Industria 5.0 pone al ser humano en el centro de la relación con las máquinas, exigiendo habilidades cognitivas superiores como el pensamiento computacional, la creatividad y la resolución colaborativa de problemas (Wing, 2006; Brennan & Resnick, 2012).

En Colombia, la iniciativa "Valle del Software" en Medellín ha subrayado la urgente necesidad de fortalecer las competencias digitales desde la educación media. Sin embargo, persiste una brecha crítica entre los currículos escolares y las demandas del sector tecnológico (Alcaldía de Medellín, 2020). Esta situación se agudiza en territorios periféricos donde, a pesar de contar con infraestructura básica, los planes de estudio permanecen anclados en modelos de alfabetización digital instrumental que no desarrollan capacidades como la programación, el diseño algorítmico o el análisis de datos.

El presente artículo reporta los resultados de una investigación realizada en la Institución Educativa Ángela Restrepo Moreno (IEARM), ubicada en el corregimiento de San Antonio de Prado, Medellín. El trabajo se propuso diseñar, implementar y evaluar un modelo curricular de tecnología e informática centrado en el pensamiento computacional para los grados décimo y undécimo, coherente con los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional (MEN), el marco internacional DigComp (Vuorikari et al., 2016) y las necesidades del entorno productivo local.

Planteamiento del Problema

La IEARM presenta condiciones diferenciales respecto a otros contextos rurales colombianos: cuenta con conectividad a internet, equipos de cómputo funcionales y docentes

cualificados. No obstante, el análisis exhaustivo del plan de estudios de tecnología e informática reveló tres problemas estructurales que limitan severamente la formación de los estudiantes:

Ausencia del pensamiento computacional como eje central: El currículo vigente se limita al manejo técnico de herramientas ofimáticas, sin desarrollar habilidades fundamentales como la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño algorítmico.

Desarticulación con el sector tecnológico: Ninguna de las medias técnicas responde a las demandas del sector de desarrollo de software, ni genera competencias en programación, análisis de datos o soluciones digitales, afectando la competitividad de los egresados.

Ausencia de secuencia didáctica progresiva: No existe articulación entre los grados de básica secundaria (6° a 9°) y los de educación media (10° y 11°), generando brechas cognitivas que dificultan la apropiación de conceptos complejos.

Pregunta de investigación: ¿Cómo diseñar e implementar un modelo curricular de tecnología e informática centrado en pensamiento computacional para los grados 10° y 11° de la IEARM que potencie las competencias digitales de los estudiantes frente a los desafíos de la Revolución Industrial 5.0?

Marco Teórico

Estado del Arte

En los últimos años, el pensamiento computacional ha cobrado relevancia creciente en el ámbito académico, consolidándose como una nueva alfabetización y como un campo de revisión crítica en la educación básica (Adell et al., 2019; Zapata-Ros, 2015).

Téllez Ramírez (2019) subraya que el pensamiento computacional es una competencia estratégica del siglo XXI que facilita enfrentar desafíos profesionales y sociales de alta

complejidad. En el contexto local, Molano (2024) reportó en la Tecnoacademia del Oriente Antioqueño un aprendizaje del 70% en competencias asociadas, con avances no solo técnicos sino también en razonamiento crítico y confianza para resolver problemas complejos.

El Plan de Desarrollo Medellín Futuro 2020-2023 (Alcaldía de Medellín, 2020) respalda institucionalmente la integración del pensamiento computacional como mecanismo de modernización educativa, generando un entorno propicio para propuestas pedagógicas innovadoras.

Pensamiento Computacional

Es una capacidad cognitiva que permite resolver problemas de manera sistemática y efectiva, utilizando principios de la informática como la abstracción, el reconocimiento de patrones y la creación de algoritmos (Polanco Padrón, 2021). Pedagógicamente, aprender a pensar computacionalmente no equivale a aprender a programar: implica desarrollar una manera de pensar que capacita para analizar situaciones lógicamente, encontrar soluciones posibles y utilizar procesos sistemáticos para la toma de decisiones (Téllez Ramírez, 2019). Desde enfoques centrados en la creatividad, la programación puede funcionar además como un medio para aprender mediante proyectos, exploración y construcción de soluciones (Bers, 2018; Resnick, 2017).

Competencias Digitales y Marco DigComp

Las competencias digitales implican el uso seguro, crítico y creativo de las TIC, trascendiendo el simple manejo de dispositivos hacia habilidades complejas de comunicación, creación de contenido digital, resolución de problemas técnicos y comportamiento ético en línea (Monjolat, 2019). El marco DigComp 2.0 de la Comisión Europea (Vuorikari et al., 2016) organiza estas competencias en cinco áreas: alfabetización informacional, comunicación y colaboración, creación de contenidos digitales, seguridad y resolución de problemas.

Objetivos de la Investigación

Tabla 1. *Objetivos específicos, descripción y acciones*

Objetivos	Descripción	Acciones / Productos
Obj. Específico 1	Analizar el estado actual del plan de estudios de tecnología e informática en la IEARM, identificando fortalezas y debilidades respecto a las competencias digitales y el pensamiento computacional.	Diagnóstico mixto: encuestas a 197 estudiantes, 34 docentes y 83 padres. Matriz FODA institucional. Análisis documental del plan de estudios vigente.
Obj. Específico 2	Integrar las competencias digitales y el pensamiento computacional desde los lineamientos del MEN, aplicándolos en los planes de estudio para apoyar el aprendizaje de tecnologías emergentes.	Propuesta curricular de 4 ejes articulada con MEN, STEM y DigComp 2.0. Mallas curriculares renovadas, secuencias didácticas por período y banco de proyectos integradores.
Obj. Específico 3	Proponer un programa piloto con herramientas y metodologías innovadoras para fortalecer las competencias digitales y el pensamiento computacional alineado con la Revolución Industrial 5.0.	Programa piloto con ABP, gamificación, robótica y Design Thinking. Formación docente continua. Evaluación formativa multidimensional con rúbricas analíticas.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo y diseño de investigación: Estudio de caso mixto con metodología ágil para el diseño curricular. Se combinó el análisis cuantitativo de competencias digitales (encuestas estructuradas con escalas Likert) con la exploración cualitativa de percepciones, experiencias y sugerencias de mejora de los actores educativos (grupos focales y análisis documental), siguiendo los lineamientos de Hernández et al. (2006).

Población y muestra Participaron 314 actores educativos de la IEARM, distribuidos de la siguiente manera:

197 estudiantes de los grados 10° y 11° (75.8% de la población total de 260 estudiantes).

34 docentes de la institución (54.84% de la población total de 62 docentes).

83 padres de familia del grado 11° (59.29% de la población total de 140 padres).

Normas/estándares aplicados:

Marco DigComp 2.0 (Comisión Europea, Vuorikari et al., 2016)

Lineamientos curriculares del MEN y orientaciones STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)

Manual de implementación de TIC del MEN

ISO/IEC/IEEE 12207 como referencia metodológica para el proceso de desarrollo curricular.

Técnicas de recolección de datos: Encuestas estructuradas, grupos de discusión y análisis documental del plan de estudios.

Técnicas de análisis de datos: Análisis descriptivo para resultados cuantitativos y análisis temático para datos cualitativos.

Resultados

El diagnóstico inicial arrojó datos cuantitativos contundentes que evidencian tanto las fortalezas institucionales como las brechas estructurales del currículo vigente:

87.3% de los estudiantes valoran el aporte del área de tecnología, pero las competencias adquiridas no corresponden con las demandas actuales.

47.1% de los docentes no conoce los lineamientos curriculares oficiales.

Se detectaron debilidades en la articulación progresiva del currículo y ausencia de pensamiento computacional como eje central.

Se diseñó un currículo con cuatro ejes fundamentales: pensamiento computacional, programación, tecnologías emergentes y competencias digitales transversales.

La implementación piloto evidencia mejoras en la motivación de los estudiantes y en el uso de metodologías activas.

Matriz de Fortalezas y Debilidades: El diagnóstico mixto desde perspectivas pedagógica, técnica y contextual permitió construir la siguiente matriz de análisis integral:

Tabla 2. *Matriz de Comparación Fortalezas y Debilidades*

Perspectiva	Fortalezas Identificadas	Debilidades Detectadas	Implicaciones/ Recomendaciones
Competencias estudiantiles	Estudiantes dominan herramientas básicas (procesadores de texto, hojas de cálculo).	Enfoque excesivo en manejo instrumental; faltan habilidades como programación o pensamiento computacional.	Actualizar currículo para incluir resolución de problemas, programación y tecnologías emergentes.
Infraestructura tecnológica	Laboratorios de informática disponibles y conectividad a internet (aunque limitada).	Inequidad en acceso a dispositivos y conectividad; baja implementación de tecnologías emergentes (VR, IoT).	Reducir brechas con estrategias institucionales; mejorar infraestructura y dotación tecnológica.
Formación docente	Algunos docentes integran tecnología con otras disciplinas.	Carencia de formación en metodologías activas, pensamiento computacional y tecnologías emergentes, así como necesidad de integrar de manera articulada el	Implementar programas de capacitación docente continua en estas áreas.

		conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar (Mishra & Koehler, 2006).	
Alineación curricular	Reconocimiento del área por parte de estudiantes y familias.	Desfase con estándares internacionales; desconocimiento de lineamientos del MEN.	Revisar y alinear el currículo con marcos internacionales y necesidades socioeducativas actuales.
Participación comunitaria	Apoyo unánime de familias a iniciativas de transformación curricular.	Apropiación heterogénea de lineamientos oficiales por parte de docentes.	Sensibilizar a docentes sobre políticas del MEN; involucrar a familias en proyectos innovadores.

Fuente:

Elaboración

Propia

Propuesta Curricular: Los Cuatro Ejes Fundamentales: La reestructuración curricular se fundamentó en tres principios esenciales: coherencia con las políticas educativas nacionales (MEN, STEM, DigComp), pertinencia contextual y proyección hacia las demandas de la sociedad digital. Los cuatro ejes propuestos son:

Tabla 3. *Ejes curriculares de la propuesta*

Eje Curricular	Descripción	Contenidos Clave	Herramientas / Secuencia
Pensamiento Computacional	Análisis de problemas, reconocimiento de patrones, abstracción, diseño algorítmico y evaluación. Base cognitiva transversal.	Descomposición, patrones, abstracción, algoritmos, depuración de errores.	Scratch, Code.org, unplugged activities, retos lógicos.

Programación y Desarrollo Software	Desde lenguajes visuales hasta textuales. Lógica, estructuras de datos, desarrollo web y aplicaciones móviles.	Python, Scratch, App Inventor, HTML/CSS básico, estructuras de control.	Grado 10º: lenguajes visuales + Python intro. Grado 11º: Python avanzado, App Inventor, web.
Tecnologías Emergentes	Inteligencia Artificial, análisis de datos, robótica educativa e Internet de las Cosas con enfoque crítico y ético.	Machine Learning básico, IoT, robótica, análisis y visualización de datos.	VEXcode VR, Arduino, Teachable Machine, hojas de cálculo para datos.
Competencias Digitales Transversales	Alfabetización informacional, colaboración digital, creación de contenidos y ciudadanía digital responsable (DigComp 2.0).	Comunicación digital, seguridad en línea, derechos digitales, trabajo colaborativo.	Google Workspace, plataformas colaborativas, proyectos interdisciplinarios.

Fuente: Elaboración Propia

Metodologías Activas Implementadas: La propuesta metodológica priorizó el aprendizaje en experiencias significativas y contextualizadas, posicionando al estudiante como agente activo de su proceso formativo:

Tabla 4. *Metodologías Activas del programa piloto*

Metodología	Descripción de Implementación	Impacto Pedagógico
Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)	Estudiantes resuelven problemas reales de su comunidad con impacto social y ambiental concreto.	Fomenta pensamiento crítico, creatividad, trabajo en equipo e innovación responsable.

Gamificación Educativa	Elementos del juego (puntos, retos, niveles) integrados en actividades de programación y robótica.	Incrementa motivación intrínseca, perseverancia y participación activa ante desafíos complejos.
Design Thinking	Ciclo iterativo: empatizar, definir, idear, prototipar y testear soluciones tecnológicas	Desarrolla capacidad innovadora, tolerancia a la ambigüedad y habilidades de diseño centrado en el usuario.
Flipped Classroom (Aula Invertida)	Contenidos teóricos accedidos fuera del aula; tiempo presencial dedicado a práctica y proyectos.	Maximiza el tiempo de aprendizaje activo y permite al docente actuar como mediador experto.
Aprendizaje Colaborativo	Equipos con perfiles variados para el diseño y construcción de prototipos tecnológicos.	Fortalece habilidades interpersonales, liderazgo distribuido e intercambio dialógico de saberes

Fuente: Elaboración Propia

Articulación Interdisciplinaria: Un elemento distintivo de la propuesta es la articulación intencional entre tecnología e informática y otras áreas del currículo: Matemáticas (resolución de problemas, modelación, pensamiento lógico), Ciencias Naturales (método científico, análisis de datos), Lenguaje (alfabetización digital, comunicación multimodal), Ciencias Sociales (impacto social de la tecnología, ética digital) y Artes (diseño, creatividad digital, narrativa transmedia).

Principios de la Revolución Industrial 5.0: El programa piloto se guió por tres principios esenciales:

Centrado en el ser humano: las tecnologías al servicio del bienestar humano y el desarrollo cognitivo-socioemocional.

Sostenibilidad: análisis del impacto ambiental de las tecnologías y fomento de soluciones responsables.

Resiliencia: habilidades flexibles para solucionar problemas complejos y cambiantes.

Discusión

Los hallazgos confirman la hipótesis inicial: existe una desconexión estructural entre el currículo de tecnología e informática en educación media y las competencias digitales requeridas por la Revolución Industrial 5.0. Esta conclusión se alinea con los planteamientos de Basogain et al. (2017) y Monjelat (2019), quienes señalan que la alfabetización digital instrumental es insuficiente para formar ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos tecnológicos contemporáneos.

La alta valoración del área por parte de los estudiantes (87.3%) contrasta significativamente con el desconocimiento de los lineamientos curriculares del profesorado (47.1%), evidenciando una brecha formativa documentada también por Voogt et al. (2015) como obstáculo recurrente en la integración del pensamiento computacional. Este hallazgo es especialmente relevante porque sugiere que la mejora curricular debe ir acompañada de procesos sistemáticos de desarrollo profesional docente.

En comparación con el estudio de Molano (2024) en el Oriente Antioqueño, los resultados muestran similitudes en el impacto positivo del pensamiento computacional sobre el razonamiento crítico y la confianza para resolver problemas. Sin embargo, se identifican diferencias importantes en la articulación curricular progresiva: la IEARM carece de una secuencia didáctica desde los grados inferiores, lo que limita la apropiación de conceptos complejos en educación media.

Entre las limitaciones metodológicas se reconoce la aplicación en un único contexto institucional, lo que restringe la generalización directa de los hallazgos. No obstante, la metodología ágil adoptada y la triangulación de múltiples fuentes de datos otorgan validez interna suficiente para que los resultados sirvan como referente para contextos similares en América Latina. Hernández et al. (2006) advierten que los diseños mixtos requieren planificación rigurosa para evitar sesgos en la triangulación, aspecto que fue gestionado mediante la revisión experta de los instrumentos.

Conclusiones

El diagnóstico evidenció una contradicción estructural: el 87.3% de estudiantes reconoce el valor formativo del área, pero las competencias desarrolladas no responden a las demandas de la Industria 5.0. La causa principal es la formación docente insuficiente, con el 47.1% del profesorado desconociendo los lineamientos oficiales del MEN.

La propuesta curricular de cuatro ejes, pensamiento computacional, programación, tecnologías emergentes y competencias digitales transversales articulada con MEN, STEM y DigComp 2.0, constituye un modelo sistemático, coherente y replicable para otras instituciones educativas de Colombia y América Latina.

La implementación del programa piloto con metodologías activas (ABP, gamificación, Design Thinking, Flipped Classroom) demostró ser pedagógicamente viable y generó transformaciones positivas en la motivación estudiantil, las prácticas de aula y la apropiación de herramientas digitales avanzadas.

La sostenibilidad del modelo depende de tres dimensiones simultáneas e interdependientes: actualización curricular permanente mediante ciclos de mejora basados en evidencias; formación docente continua en competencias emergentes; y garantía de equidad en el acceso a recursos tecnológicos de calidad para todos los estudiantes.

Los estudiantes deben ser formados no como usuarios pasivos de tecnología, sino como creadores críticos y conscientes capaces de diseñar soluciones innovadoras y contribuir a una sociedad más justa, inclusiva y sostenible, en coherencia con los principios humanistas de la Revolución Industrial 5.0 y con una visión de la educación orientada al bien común (UNESCO, 2015).

Esta investigación abre futuras líneas de indagación sobre: el impacto a mediano y largo plazo de la integración curricular del pensamiento computacional en los perfiles de egreso; la efectividad comparativa de estrategias pedagógicas en contextos educativos diversos de Colombia; y los mecanismos institucionales que favorecen la sostenibilidad de innovaciones educativas en sistemas formales.

Referencias

- Adell, J., Castañeda, L., & Esteve, F. (2019). Pensamiento computacional en la educación básica: una revisión crítica. *Revista de Educación a Distancia*, 19(59), 1–21.
- Alcaldía de Medellín. (2020). Plan de Desarrollo Medellín Futuro 2020–2023. Secretaría de Planeación. <https://www.medellin.gov.co>
- Basogain, X., Olabe, M. Á., & Olabe, J. C. (2017). Pensamiento computacional en la educación básica: una experiencia en Colombia. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (19), 1–10.
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom*. Routledge.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)*, Vancouver, Canada.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4ª ed.). McGraw-Hill.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Molano, J. (2024). Pensamiento computacional en la Tecnoacademia del Oriente Antioqueño: Un estudio de caso. Universidad de Antioquia.
- Monjelat, N. (2019). Pensamiento computacional y competencias digitales: una mirada desde la formación docente. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(1), 45–60.
- Polanco Padrón, J. (2021). El pensamiento computacional como estrategia transversal en la educación. *Revista Educación y Tecnología*, 12(2), 33–47.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT Press.
- Schwab, K. (2018). La Cuarta Revolución Industrial. *Debate*.
- Téllez Ramírez, F. (2019). Pensamiento computacional: una competencia estratégica para el siglo XXI. *Revista Colombiana de Educación*, 76, 123–140.
- UNESCO. (2015). *Replantear la educación: ¿Hacia un bien común mundial?* Ediciones UNESCO.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715–728.
- Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero, S., & Van den Brande, G. (2016). *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens*. Publications Office of the European Union.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización. Revista de Educación a Distancia, 46, 1–32.