

IMPACTO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EL FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS ACADÉMICAS

Yolanda Zulay Cárdenas Pinto

UMECIT – Universidad Metropolitana de Ciencia y Tecnología
Panamá

yolandacardenas.est@umecit.edu.pa¹

ORCID: 0000-0003-0350-7854

Recibido: 15/04/2025

Aprobado: 20/06/2025

RESUMEN

Este artículo presenta los hallazgos de una investigación que exploró el impacto del pensamiento computacional en el fortalecimiento de las competencias científicas, matemáticas y de lectura crítica en estudiantes de educación media. A través de la implementación de actividades basadas en la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos, se evidenció una mejora significativa en el desempeño académico de los estudiantes, especialmente en áreas que requieren razonamiento lógico, análisis estructurado y modelado de situaciones complejas. Los resultados muestran que al integrar el pensamiento computacional en el aula, los estudiantes adquieren herramientas para abordar fenómenos científicos con mayor claridad, interpretar datos en física, biología y química, y aplicar conceptos matemáticos con precisión. Asimismo, se identificó un efecto positivo en la lectura crítica, particularmente en la interpretación de textos con componentes lógicos y argumentativos. Más allá del conocimiento técnico, esta experiencia formativa despertó en los estudiantes una actitud reflexiva frente a los desafíos, motivándolos a buscar soluciones y a cuestionar los caminos que toman al resolver un problema. En conjunto, los hallazgos permiten afirmar que el pensamiento computacional no solo potencia habilidades específicas, sino que contribuye a una transformación más profunda

¹ Ingeniera de Sistemas de la UDES, Colombia. Especialista en Administración de la Informática Educativa de la UDES, Colombia. Magistra en Educación de la UNAB, Colombia. Estudiante de Doctorado en Ciencias de la Educación con énfasis en Investigación, Evaluación y Formulación de Proyectos Educativos de la UMECIT, Panamá. Docente en la Institución Educativa Monseñor Jaime Prieto Amaya, Colombia.

en la manera en que los estudiantes aprenden, piensan y se relacionan con el conocimiento.

Palabras clave: Pensamiento Computacional, Competencias Científicas, Matemáticas, Lectura Crítica.

IMPACT OF COMPUTATIONAL THINKING ON STRENGTHENING ACADEMIC COMPETENCIES

ABSTRACT

This article presents the findings of a research study that explored the impact of computational thinking on the development of scientific, mathematical, and critical reading competencies in upper secondary school students. Through the implementation of activities based on problem decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithm design, a significant improvement was observed in students' academic performance, particularly in areas requiring logical reasoning, structured analysis, and the modeling of complex situations. The results indicate that integrating computational thinking into the classroom equips students with tools to better understand scientific phenomena, interpret data in physics, biology, and chemistry, and apply mathematical concepts more accurately. Additionally, a positive effect was identified in critical reading, especially when interpreting texts with logical and argumentative components. Beyond technical knowledge, this formative experience fostered a reflective attitude among students, encouraging them to seek solutions and question their approaches when solving problems. Overall, the findings suggest that computational thinking not only enhances specific skills but also contributes to a deeper transformation in the way students learn, think, and engage with knowledge.

Keywords: Computational Thinking, Scientific Competencies, Mathematics, Critical Reading.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los entornos sociales, laborales y educativos exigen cada vez más el desarrollo de competencias que permitan a los individuos adaptarse, resolver problemas complejos y comunicarse de manera efectiva en un mundo digitalizado. En este contexto, el pensamiento computacional ha emergido como una competencia clave para el siglo XXI, al facilitar habilidades como la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos, que resultan aplicables más allá de la programación y la informática, que no es solo útil para resolver problemas técnicos, sino que tiene un impacto significativo en el fortalecimiento de competencias científicas, matemáticas y lingüísticas.

Por ende, este artículo nace de una investigación que se planteó como propósito evaluar el impacto del pensamiento computacional en la educación. La pregunta central fue: ¿cómo influye el pensamiento computacional en el desarrollo de las competencias científicas, matemáticas y de lectura crítica? Para responder a este interrogante, se utilizó un enfoque metodológico basado en el positivismo, con diseño cuantitativo, de corte evaluativo y cuasiexperimental, que permitió observar cambios antes y después de una intervención pedagógica enfocada en desarrollar el Pensamiento Computacional. Por lo tanto, el presente artículo está estructurado en tres secciones principales: en la primera, se establece un vínculo teórico entre el pensamiento computacional y la manera en que el ser humano procesa la información, además de contextualizar cómo se evalúa a los

estudiantes en el sistema educativo colombiano y estas competencias cómo están relacionadas con el pensamiento computacional; la segunda sección presenta los resultados obtenidos antes de la intervención pedagógica y el después de la implementación, mostrando el impacto del pensamiento computacional en las competencias evaluadas; finalmente, la tercera sección propone una construcción teórica basada en los hallazgos, que redefine el pensamiento computacional desde una perspectiva multidimensional, integradora y pedagógica.

EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA EDUCACIÓN

Para iniciar, el pensamiento computacional (PC), definido por Wing (2006) como "la habilidad para resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano a partir de los conceptos fundamentales de la computación", ha evolucionado significativamente en las últimas décadas. Autores como Papert (1980) y Resnick (2014) destacan cómo este pensamiento fomenta otros como el crítico y el creativo, proponiéndolo como un pilar esencial en los sistemas educativos modernos.

La integración del pensamiento computacional en la formación educativa de los estudiantes aborda múltiples necesidades críticas. En primer lugar, el PC se alinea con las competencias científicas, matemáticas y lingüísticas que constituyen el eje central de las pruebas estandarizadas en Colombia, proporcionando herramientas para mejorar el

rendimiento académico. Además, fomenta habilidades cognitivas esenciales como la abstracción, la resolución de problemas y el razonamiento lógico, que son

fundamentales para el desarrollo integral de los estudiantes. (Barr et al, 2011)

Por otro lado, el pensamiento computacional tiene un impacto significativo en la preparación para el futuro laboral. En un contexto global donde la economía digital demanda habilidades como la programación, el análisis de datos y el diseño de algoritmos, el PC emerge como una competencia transversal indispensable. Esto se complementa con los esfuerzos nacionales e internacionales para promover la alfabetización digital desde edades tempranas, lo que refuerza su pertinencia en el currículo escolar.

La implementación del pensamiento computacional puede servir como una estrategia transformadora, no solo para mejorar el desempeño académico, sino también para ampliar las perspectivas de los estudiantes hacia el diseño de proyectos de vida sostenibles. Esta iniciativa también contribuye a cerrar brechas de aprendizaje y equidad educativa, permitiendo que estudiantes de contextos vulnerables accedan a oportunidades que anteriormente parecían inalcanzables.

En ese orden de ideas, se presenta a continuación las principales teorías que se enlazan con el resultado de desarrollar el pensamiento computacional en los estudiantes

desde temprana edad. En primera medida están las Teorías de la Cognición, que permiten conocer cómo los estudiantes procesan, almacenan y recuperan información durante el aprendizaje.

Aquí, Piaget (2016) con su teoría del desarrollo cognitivo resalta cómo los niños adquieren habilidades de lógica y razonamiento en etapas. Los estudios de Vygotsky, sobre la zona de desarrollo próximo (ZDP) son esenciales para entender cómo el pensamiento computacional puede ser mediado por la interacción con otros compañeros o por la orientación de adultos que lo guíe (Baquero, 1996). Asimismo, el modelo de procesamiento de la información, describe cómo el cerebro funciona como un sistema computacional al recibir y procesar datos, vinculándose directamente con los principios de pensamiento computacional. (Doorey, 2018; Pinker, 2012).

Estas teorías proveen fundamentos esenciales para entender cómo el pensamiento computacional fomenta habilidades de análisis y resolución de problemas. Por ejemplo, la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget refuerza la importancia de diseñar actividades acordes con la etapa evolutiva del estudiante, mientras que los planteamientos de Vygotsky sobre la ZDP subrayan la relevancia del acompañamiento de un mediador, ya sea un adulto o un compañero más avanzado, para potenciar estas habilidades. Finalmente, el modelo de procesamiento de la información permite vincular directamente los principios del pensamiento computacional con el funcionamiento cognitivo, destacando la importancia de estructurar tareas que promuevan la recepción, el procesamiento y la utilización de la información de manera eficiente.

En segundo lugar, se consideran las Teorías del Aprendizaje, tomando el constructivismo como eje principal. Esta perspectiva establece que el aprendizaje ocurre cuando los estudiantes construyen nuevos conocimientos a partir de sus experiencias (Martínez, 2005), enfoque que se implementó con el Grupo Experimental. Además, se tuvo en cuenta el estudio de Papert (1980), quien desarrolló el construccionismo como una extensión del constructivismo de Jean Piaget. El construccionismo introduce el aprendizaje mediante el uso de herramientas tecnológicas como Lego Mindstorms y Scratch, las cuales fueron empleadas en esta investigación.

Por otra parte, se integró el enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que prioriza actividades prácticas y colaborativas, permitiendo a los estudiantes aplicar el pensamiento computacional en contextos reales (Krajcik et al., 1998). Asimismo, se utilizó el Aprendizaje Basado en Juegos, con herramientas como BEBRAS y Scratch, que han demostrado ser efectivas para motivar y desarrollar competencias computacionales (Pérez, 2017).

Estas teorías guiaron la selección y adecuación de las actividades desarrolladas durante la intervención, diseñadas para incorporar tanto tecnología como métodos análogos. Además, se priorizó el trabajo en equipo como un elemento clave del proceso.

Como tercera medida, se encuentran las Teorías del Pensamiento Computacional, cuyo origen se remonta a Jeannette Wing (2006), quien lo define como una habilidad esencial para resolver problemas de manera lógica y estructurada. Más adelante, en

2010, amplía su definición afirmando que “el Pensamiento Computacional son los procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas y sus soluciones para que estas últimas estén representadas de forma que puedan llevarse a cabo de manera efectiva por un procesador de información”.

Por su parte, The Royal Society (2012) describe el pensamiento computacional como “el proceso de reconocer aspectos de la computación en el mundo que nos rodea y de aplicar las herramientas y técnicas de la computación para entender y razonar los sistemas naturales y artificiales y los procesos”. Este enfoque integra el pensamiento computacional no solo como una habilidad técnica, sino como una competencia interdisciplinaria.

Barr, Harrison y Conery (2011) detallan los componentes fundamentales del pensamiento computacional, a saber: descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones y creación de algoritmos. Estos elementos constituyen la base para desarrollar la capacidad de abordar problemas complejos desde una perspectiva computacional.

Asimismo, Shute, Sun y Asbell-Clarke (2017) consideran el pensamiento computacional como un conjunto de habilidades cognitivas y disposiciones que incluyen resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y la capacidad de depurar procesos o algoritmos. Para ellos, el PC no solo está vinculado a la informática, sino que tiene aplicaciones significativas en contextos educativos y profesionales diversos.

Denning (2009), por otro lado, enmarca el pensamiento computacional como un “modo de pensar universal”, resaltando su capacidad para redefinir problemas complejos a través de modelos computacionales. Según él, el PC no solo se limita al ámbito técnico, sino que abarca habilidades generales de resolución de problemas y diseño de sistemas.

Finalmente, Grover y Pea (2013) destacan la importancia del pensamiento computacional en la educación, señalándolo como un puente que conecta conceptos informáticos con otros dominios de conocimiento. En su análisis, enfatizan la necesidad de enseñar habilidades como la simulación, automatización y evaluación de sistemas, todas ellas esenciales para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

Cada una de estas definiciones ayuda a entender cómo, al potenciar el pensamiento computacional, también se están fortaleciendo otros pensamientos, tales como el científico, el crítico y, por supuesto, el matemático.

Para que el desarrollo del pensamiento computacional sea una realidad en el aula, es fundamental tener en cuenta estrategias de aprendizaje efectivas, es decir, cómo trabajar este pensamiento con los estudiantes. En el contexto tecnológico actual, existen diversas herramientas y recursos que pueden facilitar este proceso, uno de ellos es: Scratch, que es una plataforma que favorece el aprendizaje de programación básica y conceptos computacionales de forma visual e interactiva (Resnick, 2009).

También está BEBRAS, que es la competencia internacional diseñada para desarrollar habilidades de resolución de problemas mediante desafíos computacionales (Dagiene, 2008). Programamos, que ofrece una amplia recopilación de actividades

desenchufadas para trabajar el pensamiento computacional sin necesidad de dispositivos electrónicos (programamos.es). PBS KIDS para Padres, que proporciona actividades cotidianas que integran el pensamiento computacional en la rutina diaria de los niños (pbs.org). Educación 3.0, que presenta una selección de actividades desenchufadas que permiten trabajar el pensamiento computacional sin utilizar ordenadores (educaciontrespuntocero.com). Kit de Pedagogía y TIC del Gobierno de Canarias, el cual, proporciona propuestas de actividades desconectadas, con dispositivos y de robótica, para desarrollar el pensamiento computacional en el aula (gobiernodecanarias.org). y Red Académica que ofrece actividades y estrategias prácticas para el aula (redacademica.edu.co).

Además, hay plataformas en inglés ampliamente reconocidas que también ofrecen recursos valiosos, como: Code.org, que proporciona recursos y actividades para aprender programación y desarrollar el pensamiento computacional (code.org), Hour of Code, que es una iniciativa global con tutoriales gratuitos de una hora para introducir a los estudiantes en la informática, CS Unplugged que reúne actividades gratuitas que enseñan conceptos de ciencias de la computación sin necesidad de usar ordenadores, Khan Academy – Computer Science, el cual, ofrece cursos gratuitos en línea sobre programación y pensamiento computacional, y Exploring Computational Thinking by Google, que incluye planes de lecciones y videos que facilitan la comprensión del pensamiento computacional (edu.google.com), entre otros.

Todo este material, bajo la dirección de un docente que diseñe clases dinámicas e innovadoras, puede cautivar a los estudiantes y motivarlos a explorar más sobre este tema. Ya sea mediante herramientas tecnológicas o análogas, lo importante es que los estudiantes sientan que son capaces de enfrentar, resolver y superar situaciones que demanden abstracción, lógica e identificación de patrones. De este modo, se fortalece su pensamiento computacional, abriendo las puertas a un aprendizaje significativo y a competencias aplicables en diversos contextos.

Y como última teoría necesaria para hacer el engranaje, están los Estándares Básicos de Competencia (EBC) definidos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia que establecen los lineamientos fundamentales para el desarrollo de habilidades en áreas clave como matemáticas, lenguaje y ciencias. Su objetivo es el de garantizar que los estudiantes adquieran competencias esenciales para enfrentar los desafíos del mundo actual (MEN, 2006). Por su parte, el PC emerge como un conjunto de competencias fundamentales para la resolución de problemas complejos, basado en habilidades como la descomposición, la abstracción, el reconocimiento de patrones y la construcción de algoritmos (Barr, Harrison y Conery, 2011).

El análisis de los EBC y las competencias del PC revela un fuerte empalme conceptual. Ambas propuestas buscan fomentar en los estudiantes la capacidad de analizar problemas, abstraer información relevante y proponer soluciones estructuradas, evidenciando un enfoque complementario para el desarrollo de competencias transversales y específicas.

Quien evalúa si estos estándares se cumplieron y que los estudiantes adquirieron estos conocimientos y competencias son las pruebas estandarizadas SABER 11, aplicadas a los estudiantes de grado 11 en Colombia, la cuales, tienen como objetivo evaluar las competencias fundamentales desarrolladas a lo largo de la educación básica y media. Estas competencias incluyen el razonamiento lógico, la capacidad de análisis crítico, la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento en áreas como matemáticas, lenguaje, ciencias naturales, competencias ciudadanas e inglés. Más allá de medir la memorización de contenidos, esta evaluación se enfoca en cómo los estudiantes aplican sus conocimientos para interpretar, argumentar y proponer soluciones en diversos contextos.

Es por ello que a continuación, se muestra la matriz de referencia dada por el MEN con los aprendizajes que evalúa y al frente se muestra cómo el PC ayuda, apoya, fortalece, estas competencias en los estudiantes.

Tabla 1

Relación entre la Matriz de Referencia (Pruebas SABER) y el PC

“Comprende y transforma la información cuantitativa y esquemática presentada en distintos formatos”.

Abstracción: Abstraer permite centrarse en la información relevante y dejar de lado los detalles innecesarios. Esto es fundamental en la creación de modelos matemáticos. Ejemplo: Abstraer las características de un problema real para representarlo mediante una ecuación o gráfica.

<p>“Valida procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas”.</p>	<p>Descomposición: Descomponer problemas complejos en partes manejables es esencial. Por ejemplo, la resolución de problemas algebraicos o geométricos se beneficia al dividir las tareas en pasos más pequeños y estructurados. Ejemplo: Resolver un sistema de ecuaciones implica separar las variables, encontrar patrones, y trabajar paso a paso.</p>
<p>Matemáticas Matriz de Referencia – Aprendizaje Pensamiento Computacional</p>	
<p>“Frente a un problema que involucre información cuantitativa, plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas”.</p>	<p>Reconocimiento de patrones: Identificar regularidades es clave en temas como sucesiones, geometría y probabilidad. Esta competencia ayuda a los estudiantes a anticipar resultados y encontrar soluciones eficientes. Ejemplo: Reconocer patrones en una secuencia numérica para formular reglas generales.</p>
<p>“Identifica y entiende los contenidos locales que conforman un texto”.</p>	<p>Descomposición: La descomposición se alinea con la comprensión lectora al dividir textos en partes significativas, al identificar las ideas principales y secundarias de un texto.</p>
<p>“Comprende cómo se articulan las partes de un texto para darle un sentido global”.</p>	<p>Reconocimiento de patrones: En el análisis literario y lingüístico, reconocer patrones en la estructura de un texto (como metáforas recurrentes, esquemas narrativos o argumentos) fortalece la interpretación. Ejemplo: Identificar patrones temáticos en un poema o novela.</p>
<p>“Reflexiona a partir de un texto y evalúa su contenido”.</p>	<p>Abstracción: Implica extraer los conceptos clave o ideas centrales de un discurso o texto, dejando de lado detalles irrelevantes. Ejemplo: Resumir un artículo de opinión conservando solo los argumentos principales.</p>
<p>Lenguaje</p>	
<p>Ciencias Naturales</p>	
<p>“Asociar fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico.” “Identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico.”</p>	<p>Descomposición: Permite analizar fenómenos complejos, como la fotosíntesis o el ciclo del agua, en componentes más simples. Esto facilita el estudio de interacciones específicas. Ejemplo: Dividir el ciclo del carbono en pasos como fotosíntesis, respiración y descomposición.</p>
<p>“Modelar fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento”</p>	<p>Reconocimiento de patrones: Es esencial para identificar regularidades en datos experimentales o fenómenos naturales. Ejemplo:</p>

científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas.”

Observar patrones en la relación entre temperatura y presión en gases.

“Identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico.”

Abstracción: Ayuda a simplificar problemas científicos dejando de lado variables irrelevantes y centrándose en factores clave. Ejemplo: Modelar el movimiento de un objeto en caída libre ignorando la resistencia del aire.

Nota: Los aprendizajes que se presentan fueron tomados de la matriz de referencia del MEN ubicados en la página:

https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-400938_recurso_8.pdf

Entonces, ya se desplegaron las teorías necesarias para la investigación, ahora, se presentan dos aspectos que al modo de parecer de la investigadora no han sido abordados a profundidad por la comunidad científica.

En primer lugar, la mayoría de los estudios disponibles se centran en proponer estrategias para fomentar, fortalecer y activar el pensamiento computacional en los estudiantes. Sin embargo, aún persisten vacíos en cuanto a la evaluación de su efectividad. Las propuestas revisadas son evaluaciones que suelen limitarse a replicar actividades diseñadas específicamente para promover el pensamiento computacional, tales como: programación, diseño de sistemas, entre otros, sin profundizar en cómo este pensamiento puede influir o potenciar otros tipos de pensamiento. Asimismo, se evidencia una carencia de análisis sobre cómo el desarrollo de estas habilidades propias del PC impactan de manera positiva en otros ámbitos de la educación, enriqueciendo la formación integral de los estudiantes.

Y en segundo lugar, aunque el pensamiento computacional está relacionado con disciplinas como las matemáticas y las ciencias, la comunidad científica ha profundizado muy poco en cómo este pensamiento fortalece también las competencias de lectura crítica. Esto deja sin explorar a profundidad cómo el pensamiento computacional puede ser una herramienta transversal en todas las áreas del conocimiento.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

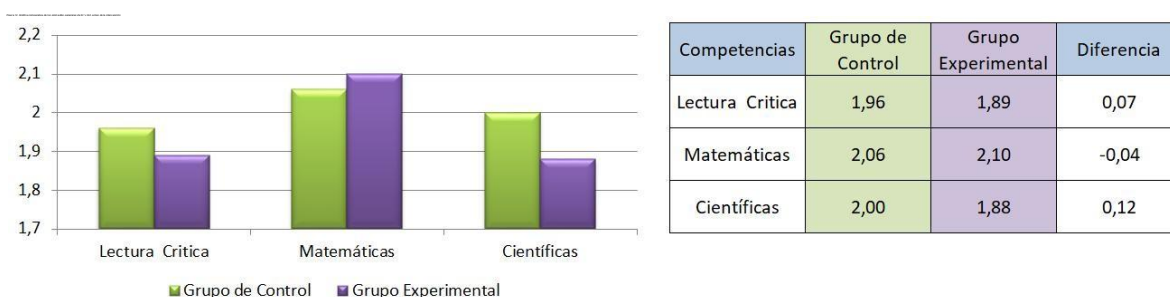
Para comenzar, es importante señalar que el enfoque metodológico de esta investigación se basa en el positivismo. Auguste Comte, considerado el padre de esta corriente, sostiene que “únicamente son reales los conocimientos que reposan sobre hechos observados” (Ocaño, 2010, como se citó en Barrera, 2023). Esta perspectiva fundamenta la elección de un diseño cuasiexperimental. En cuanto a la selección de los sujetos a estudiar, se sigue lo planteado por Hernández-Sampieri (2018), quien aclara que “los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos”. En este sentido, la conformación de los grupos de control y experimental no obedece a una asignación aleatoria, lo cual no afecta la validez del estudio dentro de este tipo de diseño.

Adicionalmente, la investigación tiene un enfoque cuantitativo, por lo que se diseñaron dos instrumentos de evaluación: un test diagnóstico y un test final. Ambos se

estructuraron en tres secciones que evalúan las áreas de matemáticas, lectura crítica y ciencias naturales. Estos fueron los resultados de ese primer test:

Figura 1

Gráfica comparativa de los promedios generales de los grupos, antes de la intervención



Fuente: Elaboración propia a partir de los instrumentos.

Al observar los promedios obtenidos por los grupos de control y experimental en las pruebas diagnósticas, se evidencia una homogeneidad significativa entre ambos en las distintas dimensiones evaluadas: competencias científicas, matemáticas y de lectura crítica. Los promedios en cada dimensión muestran una correspondencia estrecha, lo cual sugiere que ambos grupos partían de un nivel de desempeño similar antes de la intervención pedagógica. Para confirmar estadísticamente esta homogeneidad, se aplicaron la prueba t de Student y el análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados corroboraron que no existían diferencias significativas entre los grupos en el momento inicial. Por tanto, cualquier variación en los resultados posteriores podría atribuirse al

impacto de la intervención pedagógica que tendría como objetivo desarrollar el pensamiento computacional en los estudiantes.

En cuanto a los resultados de la prueba diagnóstica, en lectura crítica, los estudiantes obtuvieron un promedio de 1,96 sobre 5,00 puntos posibles, ubicándose en una escala de desempeño bajo. Este resultado evidencia dificultades en la comprensión y el análisis crítico de textos, lo que refleja la necesidad de fortalecer las estrategias pedagógicas orientadas a mejorar dichas habilidades. Se identifican debilidades específicas en la interpretación, evaluación y síntesis de información textual.

En la dimensión matemática, el grupo de control alcanzó un promedio de 2,06 puntos sobre 5,00 posibles, ubicándose en un nivel de desempeño medio-bajo. Aunque se percibe un grado aceptable de dominio, los resultados indican que las competencias matemáticas no están suficientemente consolidadas, lo que sugiere la existencia de amplias oportunidades para su mejora. Asimismo, en las competencias científicas, los estudiantes del grupo de control obtuvieron un promedio de 2,00 puntos sobre 5,00, lo que también representa un desempeño bajo. Este resultado revela una limitada comprensión de los conceptos científicos y sus aplicaciones, así como la necesidad de fortalecer habilidades asociadas a la exploración, el análisis y la resolución de problemas en contextos científicos.

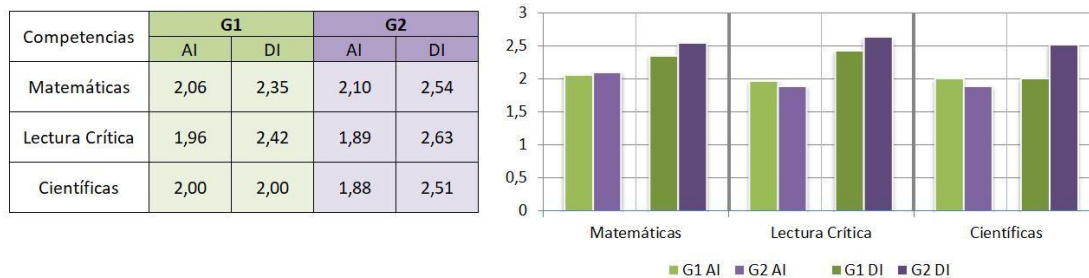
En el grupo experimental, los resultados reflejan una situación similar a la del grupo control. Los promedios obtenidos fueron de 1,89 en lectura crítica, 2,10 en matemáticas y 1,88 en competencias científicas, sobre un total de 5,00 puntos en cada área. Estos

puntajes indican que los estudiantes se encontraban, en su mayoría, en niveles de desempeño bajos o medio-bajos en todas las competencias evaluadas, lo que evidencia la necesidad de una intervención pedagógica innovadora, pertinente y alineada con los retos actuales de la educación.

La intervención tuvo como propósito fortalecer el pensamiento computacional en los estudiantes mediante la implementación de diversas estrategias. Para ello, se tomaron como referencia estudios previos, tales como las pruebas liberadas por el concurso BEBRAS, que promueven la resolución de problemas mediante el razonamiento lógico y la descomposición; la creación de algoritmos con herramientas visuales como Scratch, que permite a los estudiantes desarrollar habilidades de secuenciación, abstracción y depuración; y la formulación de retos que exigen modelar soluciones paso a paso. Asimismo, se incluyeron actividades como la construcción de rompecabezas tridimensionales, la resolución de acertijos, ejercicios de razonamiento abstracto, sudokus, ajedrez, entre otros. Después de la aplicación de dichas estrategias, se realizó una evaluación final con el fin de determinar si el desarrollo del pensamiento computacional impactó positivamente las competencias científicas, matemáticas y de lectura crítica en los estudiantes. A continuación, se presentan los resultados:

Figura 2

Comparativo entre el antes y el después de la intervención.



Fuente: Elaboración propia a partir de los instrumentos.

El gráfico compara el promedio general del grupo de control (G1, color verde) y el grupo experimental (G2, color morado) en las competencias matemáticas, científicas y de lectura crítica, tanto antes (AI) como después de la intervención (DI). Ahora observa la primera columna del gráfico de barras, el cual, muestra los resultados en matemáticas antes de la intervención para ambos grupos y la segunda columna refleja los resultados en matemáticas después de la intervención para ambos grupos. De igual manera, para las otras competencias, primero se presentan los resultados AI de G1 y G2, luego los DI.

Ahora, los datos muestran una mejora en ambos grupos, tanto en el de control como en el experimental, pero la diferencia radica en el grado de incremento en cada uno. Es decir, en las competencias matemáticas, antes de la intervención, el grupo de control tenía un puntaje promedio de 1.96, mientras que el grupo experimental alcanzaba un promedio de 2.1. Esto sitúa al grupo de control en un nivel de desempeño bajo, y al grupo experimental en un nivel medio-bajo. Después de la intervención, ambos grupos mejoraron sus promedios: el grupo de control pasó a 2.35 y el grupo experimental subió a 2.54, éste último refleja una mejora notable en el área de matemáticas. Aunque ambos grupos siguen en un nivel de desempeño medio, no en alto o superior, se sugiere que

una exposición prolongada a la enseñanza del pensamiento computacional podría mejorar aún más los resultados.

En lectura crítica, antes de la intervención, el grupo de control superaba ligeramente al grupo experimental. Sin embargo, después de la intervención, el grupo experimental experimentó un aumento significativo de más 0.6 puntos, superando los resultados del grupo de control, que también aumentó pero no tanto como el grupo experimental. Del mismo modo, en las competencias científicas, se observa que el grupo de control, después de un año con el enfoque de educación tradicional, no mostró mejora en su promedio, manteniéndose estancado. Por otro lado, el grupo experimental registró un aumento considerable de más de 0.6 puntos.

En conclusión, existe una diferencia notoria entre ambos grupos, a pesar de haber compartido el mismo docente y las mismas prácticas pedagógicas en el aula. La única variación fue que al grupo experimental se le aplicaron actividades destinadas a fortalecer el pensamiento computacional, lo que parece haber marcado la diferencia en los resultados. Al observar el tipo de actividades que se desarrollan en este pensamiento, se puede observar que proporciona un enfoque estructurado y analítico para descomponer problemas complejos, generar modelos y simular fenómenos, lo que potencia el aprendizaje y el desempeño en el campo de las ciencias.

Por lo que no es raro que el pensamiento computacional y las matemáticas estén profundamente interrelacionados, ya que ambos comparten habilidades fundamentales

como el análisis, la resolución de problemas y la capacidad de abstraer. Al desarrollar actividades que fomentan el pensamiento computacional, los estudiantes aplican conceptos matemáticos de manera más eficaz y estructurada, lo que fortalece su comprensión y rendimiento en esta área. La enseñanza del pensamiento computacional implica descomponer problemas complejos, identificar patrones y crear algoritmos, habilidades que son esenciales en la matemática. Por lo tanto, al integrar estrategias pedagógicas basadas en el pensamiento computacional, no solo se mejora la capacidad de los estudiantes para abordar problemas lógicos, sino que también se potencia su desempeño matemático, creando una relación sinérgica donde el progreso en una habilidad impulsa el desarrollo de la otra.

En ese mismo orden de ideas, el pensamiento computacional juega un papel crucial en el fortalecimiento de las competencias científicas, ya que las habilidades que promueve, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la abstracción y el modelado, son fundamentales en el desarrollo del conocimiento científico. A través del pensamiento computacional, los estudiantes aprenden a descomponer problemas complejos, identificar patrones y generar modelos que les permiten comprender y predecir fenómenos. Esto no solo mejora su capacidad para abordar situaciones científicas de manera estructurada, sino que también incrementa su habilidad para interpretar datos, diseñar experimentos y aplicar el razonamiento lógico a desafíos en biología, química y física, lo que refuerza su desempeño en estas áreas.

A pesar de que el pensamiento computacional parece enfocarse más en el desarrollo de habilidades procedimentales que en las críticas, el estudio demuestra que, si bien no impacta directamente en el vocabulario u otros aspectos de las competencias lectoras tradicionales, sí tiene un efecto positivo cuando se trata de lectura crítica con componentes lógicos. En este contexto, el pensamiento computacional potencia la interpretación del texto, fomenta la formulación de preguntas para lograr una comprensión profunda, y facilita la creación de un mapa mental que antes no existía, el cual se va formando con el uso de diagramas de flujo y algoritmos.

El pensamiento computacional, presentado como un reto, impulsa al estudiante a esforzarse en buscar soluciones lógicas. Aunque al principio puede generar apatía, la motivación y satisfacción de algunos estudiantes al encontrar soluciones incentiva a otros a seguir el mismo camino. Este enfoque no solo enseña a pensar, sino también a razonar y a cuestionar si el camino que se está tomando es el correcto, lo que lleva a los estudiantes a abrir nuevas puertas en su forma de pensar. Como resultado, logran mejorar sus competencias en áreas científicas, matemáticas y en la lectura crítica.

APORTE, RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Con los dos aspectos nombrados anteriormente, presento el siguiente enunciado o aporte teórico: “El Pensamiento Computacional contribuye en la formación multidimensional del estudiante”, esta afirmación está basada en que el desarrollo del PC

fortalece otros tipos de pensamiento, tales como: el pensamiento crítico, definido por Robert Ennis, ya que para los procesos de reconocimiento de patrones es necesario para analizar, evaluar y sintetizar información de manera lógica y razonada; además, activa el pensamiento creativo, definido por De Bono en el 92, ya que involucra la generación de ideas nuevas y originales, buscando soluciones fuera de lo convencional.

Por otra parte, múltiples investigaciones, confirman que el PC fortalece el Pensamiento Lógico-Matemático, porque permite la resolución de problemas de manera secuencial y deductiva, asimismo, el pensamiento sistémico, definido por Peter Senge o también llamada "La Quinta Disciplina", porque al programar o codificar se activa la capacidad de entender las partes de un sistema y cómo estas interactúan entre sí. Y por supuesto, otro de los pensamientos es el científico, descrito por Karl Popper en el 59, ya que en ocasiones para darle solución a la actividad planteada, el estudiante sin saberlo, pero con la guía del docente, aplica el método científico al observar, formular hipótesis y realizar experimentos, para dar respuesta a la situación planteada.

De igual manera se activa el pensamiento divergente y convergente, explicado por Guilford, en el 56, ya que el estudiante genera múltiples ideas posibles, y escucha las ideas de sus compañeros y usa el convergente al seleccionar la mejor opción. Al mismo tiempo, estimula pensamiento abstracto y concreto (Vygotsky), al manejar conceptos no tangibles propios de la programación, mientras que hace uso del pensamiento concreto al basarse en la experiencia directa o vivida., y por último, el pensamiento reflexivo,

descrito por John Dewey en 1910, al evaluar experiencias pasadas para aprender y tomar decisiones futuras.

Este planteamiento se fundamenta en una construcción teórica que integra dos pilares principales. Por un lado, el pensamiento computacional (PC) se reconoce como una habilidad transversal, trascendiendo su tradicional asociación con las áreas STEM y ampliando su impacto en los estudiantes al fomentar otros tipos de pensamiento. Por otro lado, dado que el desarrollo de esta habilidad incide en diversas áreas del conocimiento, se propone la incorporación de evaluaciones estandarizadas que prioricen la medición de competencias sobre el simple dominio de contenidos. Estas evaluaciones deberían centrarse en analizar cómo los estudiantes procesan la información, evaluando su capacidad para abstraer conocimientos, identificar patrones y plantear soluciones efectivas a los problemas, independientemente de la materia.

Para tener una mayor claridad del enunciado, se presenta la definición del Pensamiento Computacional Multidimensional (PCM), el cual, hace referencia a una concepción ampliada del pensamiento computacional que no solo abarca las habilidades técnicas propias de las áreas STEM, sino que también integra y potencia diversos tipos de pensamiento, permitiendo un impacto transversal en múltiples dimensiones del conocimiento. Este enfoque reconoce que el desarrollo del PC no ocurre en aislamiento, sino que interactúa y fortalece habilidades como el pensamiento crítico, creativo, lógico-matemático, sistémico, científico, divergente, convergente, abstracto, concreto y reflexivo.

El PCM, por tanto, enfatiza la interconexión de estas capacidades, mostrando cómo su desarrollo en los estudiantes contribuye a una formación integral que trasciende las barreras disciplinarias, promoviendo un aprendizaje significativo que les prepara para enfrentar desafíos complejos en cualquier contexto educativo o social.

Se llegó a esta conclusión al evidenciar una mejora significativa en los resultados del grupo experimental en comparación con el grupo de control. Aunque ambos grupos mostraron avances, las estrategias pedagógicas diseñadas para fomentar el pensamiento computacional (PC) marcaron una diferencia más notable en el grupo intervenido. Esto confirma que el PC es una herramienta valiosa para desarrollar competencias críticas en lenguaje, desafiando la noción de que su impacto se limita exclusivamente al ámbito STEM. Además, esta propuesta tiene un enfoque innovador al proponer un marco teórico que integra el PC con competencias transversales, fomentando una visión educativa inclusiva y orientada al desarrollo de habilidades

globales.

Dicho de otro modo, el PC ha sido ampliamente estudiado como una herramienta pedagógica para disciplinas STEM, pero su implementación en contextos educativos con recursos limitados y su impacto en competencias no STEM sigue siendo un desafío. Esta propuesta, enfocada en el contexto colombiano, aporta un marco adaptado que amplía el alcance del pensamiento computacional hacia una formación integral.

Cabe señalar que en el campo de formación científica y matemática, el pensamiento computacional fortalece habilidades clave como la resolución de problemas, el pensamiento lógico y el modelado, todas esenciales para el desarrollo de competencias científicas. Estas habilidades permiten a los estudiantes abordar desafíos complejos de manera estructurada, fomentando un aprendizaje significativo y aplicable en diversos contextos.

A ello, se le añade que en el campo de formación lingüística, el pensamiento computacional estimula el razonamiento estructurado y crítico, lo que se traduce en un impacto positivo en habilidades como la interpretación, el análisis crítico y la construcción textual. Al organizar y descomponer problemas lingüísticos, los estudiantes desarrollan competencias que mejoran tanto su comprensión como su capacidad de expresión.

Por lo tanto, Este constructo redefine el papel del pensamiento computacional en la educación al demostrar su potencial como una herramienta para el aprendizaje integral. Más allá de promover competencias técnicas, fomenta habilidades críticas y reflexivas en los estudiantes, consolidando su papel en la formación de ciudadanos globales y preparados para los retos del siglo XXI.

Por otra parte, las estrategias desarrolladas ofrecen un marco práctico y accesible para ser implementado en instituciones educativas públicas con recursos limitados. Esto contribuye a cerrar brechas educativas y tecnológicas, ya que los instrumentos de evaluación utilizados, como las pruebas estandarizadas, permiten medir de manera

eficiente el impacto del pensamiento computacional en competencias transversales. Al ser accesibles para todo tipo de público, estos instrumentos permiten a las instituciones educativas monitorear y ajustar su implementación, promoviendo así una mejora continua en el aprendizaje.

En última instancia, este trabajo puede servir como base para que los gobiernos locales y regionales diseñen políticas públicas que promuevan la adopción del pensamiento computacional como un área obligatoria en las instituciones educativas. Este enfoque garantiza no solo el fortalecimiento de competencias técnicas, sino también el desarrollo de habilidades críticas que preparan a los estudiantes para contribuir al progreso social y económico de sus comunidades.

A manera de conclusión, en este capítulo se han consolidado los aportes teóricos-argumentativos de la investigación, estableciendo al pensamiento computacional como una herramienta multidimensional y transversal para el fortalecimiento de competencias científicas, matemáticas y lingüísticas en estudiantes. A través de un marco teórico fundamentado en las principales teorías del aprendizaje, la cognición y el pensamiento computacional, se ha demostrado cómo esta habilidad trasciende el ámbito técnico para integrarse en la formación integral de los estudiantes, fomentando habilidades críticas, creativas y reflexivas.

Los resultados evidencian que la implementación del pensamiento computacional en la educación no solo mejora el desempeño en áreas STEM, sino que también tiene un impacto significativo en la formación lingüística, ampliando las posibilidades de aplicación

en contextos diversos. Esto representa un avance importante en la búsqueda de estrategias pedagógicas que respondan a las necesidades de los estudiantes en instituciones educativas públicas con recursos limitados.

Finalmente, este trabajo ofrece una base para el diseño de políticas públicas que integren el pensamiento computacional como una competencia esencial en el currículo educativo, garantizando un enfoque inclusivo y equitativo para el desarrollo de habilidades críticas en el siglo XXI.

Como sugerencias para investigaciones futuras se pueden plantear algunas, tales como: la evaluación del impacto a largo plazo, ya que el estudio se desarrolló con los estudiantes de último grado, después de implementar estrategias pedagógicas, pero no evalúan el impacto a largo plazo en el rendimiento académico, por ejemplo, si se hubiera durante tres años consecutivos teniendo en cuenta los mismos grupos de control y experimental. Esto limita la comprensión de cómo el pensamiento computacional influye en competencias críticas a lo largo del tiempo. A modo personal, se propone que se realicen estudios longitudinales que analicen el impacto del pensamiento computacional en la trayectoria de la Educación Secundaria y no solo en la Media.

Otro aspecto importante son las estrategias inclusivas y de equidad, porque aunque en estos tiempos se habla de inclusión, pocos estudios abordan estrategias específicas para cerrar brechas en la parte de discapacidad o socioeconómicas en la enseñanza del pensamiento computacional. Esto podría perpetuar desigualdades en el

acceso a oportunidades educativas y tecnológicas. A modo personal la investigadora propone que para futuras investigaciones se diseñen estrategias pedagógicas que consideren estas desigualdades, promoviendo un enfoque más equitativo.

Y el último aspecto es la carencia de modelos para la formación docente, pues existe poca orientación sobre cómo formar a los docentes en pensamiento computacional para que puedan implementarlo de manera efectiva en el aula. Esto limita la capacidad de los educadores para enseñar estas habilidades de manera sostenible.

REFERENCIAS

- Baquero, R. (1996). *Vigotsky y el aprendizaje escolar* (Vol. 4). Buenos Aires: Aique.
- Barr, D., Harrison, J. y Conery, L. (marzo a abril, 2011). *Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone*. *Learning & Leading with Technology*. Disponible el 19 de agosto de 2011 en http://www.iste.org/Libraries/Leading_and_Learning_Docs/March-2011-Computational_Thinking-LL386.sflb.ashx
- Barr, V., Stephenson, C. (2011). *Bringing computational thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community?* *ACM Inroads*, 2(1), 48-54
- Barrera Preliasco, J. (2023). *Augusto Comte, el padre del positivismo. Ideas y antecedentes*. Medio Mundo. Otra cara de la Información. <http://repositorio.cfe.edu.uy/handle/123456789/2367>
- Dagiene, V. (2008). *The bebras contest on informatics and computer literacy—students' drive to science education*. In *Joint Open and Working IFIP Conference. ICT and Learning for the Net Generation* (pp. 214-223).
- Denning, P. J. (2009). *The profession of IT: Beyond computational thinking*. *Communications of the ACM*, 52(6), 28–30. <https://doi.org/10.1145/1516046.1516054>
- Doorey, M. (2018). *George A. Miller*. *Encyclopedia Britannica*. Recuperado 08 de octubre de 2023. Disponible en <https://www.britannica.com/biography/George-A-Miller>.

- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 313-350.
- Martínez, F. G. (2005). Teorías del desarrollo cognitivo. McGraw-Hill.
- MEN (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Ministerio de Educación Nacional. Colombia. Ministerio de Educación Nacional.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc. https://worrydream.com/refs/Papert_1980_-_Mindstorms,_1st_ed.pdf
- Pérez, H. (2017). Uso de Scratch como herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional en programación y de la carrera de Informática de la Universidad Central del Ecuador. Tesis doctoral Universidad de Alicante. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=121416>
- Piaget, J., & Inhelder, B. (2016). Psicología del niño (ed. renovada). Ediciones Morata.
- Pinker, S. (2012). George A. Miller (1920-2012). Obituaries. American Psychological Association. Recuperado 08 de octubre de 2023. Disponible en http://stevenpinker.com/files/pinker/files/miller_obituary.pdf.
- Resnick, M (2014). Give P's a chance: Projects, Peers, Passion, Play. <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/constructionism-2014.pdf>
- Resnick, M. (2009). *Aprendiendo con Scratch*. 01 de Junio de 2022, de Eduteka. Sitio web: <http://www.eduteka.org/articulos/ScratchAprendiendo>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- The Royal Society (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. London: The Royal Society. http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/education/policy/computing-in-schools/2012-01-12-Computing-in-Schools.pdf.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2010). Computational thinking: What and why?. The link-The Magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science.