



Pensamiento computacional (PC) en la educación: aprendizajes y desempeño académico

Computational Thinking (CT) in Education: Learning and Academic Performance

Sigifredo Rojas Lopera

JesusRojasL1204@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3521-6296>

Universidad Metropolitana de Educación Ciencia
y Tecnología, ciudad de Panamá, Panamá

Marcela Aravena Domich

Domich2@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0002-6951-0960>

Universidad Metropolitana de Educación Ciencia y
Tecnología, Ciudad de Panamá, Panamá

Recibido octubre 2023 / Arbitrado febrero 2023 / Aceptado marzo 2023 / Publicado mayo 2023

Resumen

Esta investigación analiza la relación entre el pensamiento computacional y el desempeño académico de los estudiantes. Aborda la definición, componentes, enfoques pedagógicos efectivos, el impacto en el aprendizaje de matemáticas, ciencias y otras áreas del currículo, así como los factores influyentes en su enseñanza y aprendizaje. Metodológicamente el estudio es bibliográfico, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos especializadas en educación seleccionando las investigaciones más relevantes, influyentes y recientes. El análisis crítico y sistemático de la bibliografía trajo como resultado la identificación de los principales hallazgos y conclusiones en este campo de estudio. Se concluye que el pensamiento computacional es una habilidad esencial para el siglo XXI, permite a los estudiantes comprender y utilizar la tecnología en su vida diaria y en el desempeño de sus futuros trabajos. Se recomienda que la enseñanza se integre en otras áreas del currículo utilizando enfoques pedagógicos basados en proyectos y resolución de problemas, así como en lenguajes de programación.

Palabras clave:

Educación;
Pensamiento
computacional
(PC); aprendizajes;
desempeño
académico

Abstract

This research analyzes the relationship between computational thinking and student academic performance. It addresses the definition, components, effective pedagogical approaches, the impact on learning of mathematics, science and other areas of the curriculum, as well as the factors influencing their teaching and learning. Methodologically, the study is bibliographic, an exhaustive search was carried out in databases specialized in education, selecting the most relevant, influential and recent research. The critical and systematic analysis of the bibliography resulted in the identification of the main findings and conclusions in this field of study. It is concluded that computational thinking is an essential skill for the 21st century, enabling students to understand and use technology in their daily lives and future jobs. It is recommended that teaching be integrated into other areas of the curriculum using pedagogical approaches based on projects and problem-solving, as well as programming languages.

Keywords:

Education;
Computational
Thinking (CT);
Learning; Academic
performance



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la sociedad se encuentra inmersa en una era digital en la que la tecnología es un elemento fundamental en la vida cotidiana y en el ámbito laboral. Por esta razón, es cada vez más importante que los estudiantes desarrollen habilidades que les permitan comprender y utilizar de manera efectiva la tecnología en su vida diaria y en el desempeño de sus futuros trabajos. En este contexto, el Pensamiento computacional (PC) se presenta como una habilidad esencial para el siglo XXI.

Además, el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas es fundamental en la educación para preparar a los estudiantes para enfrentar los retos del siglo de este siglo (UNESCO, 2017). La incorporación del Pensamiento computacional (PC) en el ámbito educativo, se convierte en una estrategia necesaria para que los estudiantes comprendan y utilicen eficazmente la tecnología en su vida diaria y en su futuro desempeño laboral (Grover & Pea, 2018). Es por ello, que se requiere una educación que prepare a los estudiantes para el mundo digital y para el uso de tecnologías emergentes (UNESCO, 2019).

Bajo estas necesidades, los docentes deben estar formados y dispuestos a enseñar habilidades digitales, incluyendo el Pensamiento computacional (PC), para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y su desempeño académico (UNESCO, 2017). Además, los estudiantes del siglo XXI ya son nativos digitales y requieren de un aprendizaje adaptado a sus necesidades y a su entorno (Prensky, 2001).

Asimismo, el aprendizaje del Pensamiento computacional (PC) puede aplicarse en diferentes disciplinas del conocimiento, lo que aumenta la importancia de su incorporación en la educación (Wing, 2006). Por ejemplo, se ha demostrado que su enseñanza mejora el aprendizaje de matemáticas y ciencias, así como el desarrollo de habilidades de resolución de problemas (Voogt, Fisser, Good, Mishra, & Yadav, 2015).

En definitiva, la incorporación del Pensamiento computacional (PC) en la educación es fundamental en la sociedad actual, en la que la tecnología es un elemento esencial en la vida cotidiana y en el ámbito laboral. Es importante contar con docentes formados y dispuestos a enseñar habilidades digitales a estudiantes nativos digitales, para prepararlos adecuadamente para el mundo digital. La enseñanza del PC puede aplicarse en diferentes disciplinas del

conocimiento, lo que lo convierte en una herramienta importante para mejorar el aprendizaje y el desempeño académico de los estudiantes.

A partir de este contexto y justificación, el objetivo principal de este artículo investigativo es analizar la relación entre el Pensamiento computacional (PC) y el desempeño académico de los estudiantes. Para alcanzar este objetivo, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la definición y los componentes del Pensamiento computacional (PC)?, ¿Cuáles son los enfoques pedagógicos más efectivos para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC)?, ¿Cuál es el impacto del Pensamiento computacional (PC) en el desempeño académico de los estudiantes?, ¿Qué factores influyen en la enseñanza y el aprendizaje del Pensamiento computacional (PC)?

MÉTODO

Para realizar esta investigación, a partir de las referencias más relevantes, influyentes y recientes en el campo del Pensamiento computacional (PC) en la educación, se realizó una búsqueda en bases de datos especializadas en educación como ERIC, Scopus y Web of Science. Algunas palabras clave utilizadas para la búsqueda fueron “computational thinking”, “education”, “learning”, “teaching”, “programming”, “curriculum”, “STEM”, entre otras. También, se tuvo en cuenta la calidad y la relevancia de las publicaciones, así como la diversidad de las perspectivas y enfoques en el campo del PC en la educación.

Se dio prioridad a las que abordaran las categorías principales del artículo, a saber: fundamentos teóricos del pensamiento computacional, enfoques pedagógicos para la enseñanza del pensamiento computacional, impacto del pensamiento computacional en el desempeño académico y factores que influyen en la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento computacional. Luego, se llevó a cabo un análisis crítico y sistemático de la bibliografía seleccionada, con el objetivo de identificar los principales hallazgos y conclusiones en este campo de estudio.

En suma, se trabajó una investigación con enfoque cualitativo de corte comprensivo, con el uso de la técnica de recolección de información de análisis documental en relación a las categorías

de análisis: Pensamiento computacional (PC), componentes del Pensamiento computacional (PC), Pensamiento computacional (PC) y desempeño académico, Pensamiento computacional (PC) y aprendizaje. Todo ello, a partir de los textos de los autores más relevantes en el área.

RESULTADOS

Fundamentos teóricos del Pensamiento computacional (PC)

En esta sección se abordarán los fundamentos teóricos del PC, una habilidad esencial para el siglo XXI. En primer lugar, se definirán sus componentes y se explicará su importancia en la actualidad. Luego, se examinarán los orígenes y la evolución del concepto para entender cómo se ha ido consolidando como una competencia fundamental. Finalmente, se analizará su relación con otras habilidades y competencias, destacando su complementariedad y relevancia en el mundo digital.

Definición y componentes del Pensamiento computacional (PC)

En cuanto a su definición y componentes; el PC se refiere a un conjunto de habilidades mentales que permiten resolver problemas de manera efectiva y eficiente, utilizando estrategias y herramientas propias de la ciencia de la computación (Barr & Stephenson, 2011). Esta habilidad se enfoca en la capacidad de descomponer problemas complejos en tareas más simples y manejables, identificar patrones y regularidades, diseñar algoritmos y procesos de solución, y representar y manipular información en forma digital (Wing, 2006).

Según Wing (2006), el PC consta de cuatro componentes principales: la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y la capacidad de algoritmos. La descomposición se refiere a la habilidad de dividir un problema en partes más pequeñas y manejables. El reconocimiento de patrones implica identificar similitudes y regularidades en los datos o información. La abstracción se refiere a la capacidad de enfocarse en los aspectos

relevantes de un problema y omitir los detalles irrelevantes. La capacidad de algoritmos implica la habilidad de diseñar y seguir un conjunto de pasos lógicos para resolver un problema.

Orígenes y evolución del concepto

Con respecto a los orígenes y evolución del concepto, el término Pensamiento computacional (PC) fue acuñado por primera vez por Seymour Papert en la década de 1980 para describir la habilidad de pensar como un programador de computadoras (Papert, 1993). Sin embargo, fue Jeanette Wing quien popularizó el término en 2006 con su artículo “Computational thinking” publicado en la revista *Communications of the ACM*. Desde entonces, el PC ha sido reconocido como una habilidad clave para el siglo XXI y ha sido incluido en los planes de estudio de muchas instituciones educativas en todo el mundo (Bocconi et al., 2019).

Relación con otras habilidades y competencias

En cuanto a su relación con otras habilidades y competencias, el Pensamiento computacional (PC) está estrechamente relacionado con otras habilidades y competencias, como la resolución de problemas, la creatividad, la toma de decisiones, la colaboración y la comunicación (Grover & Pea, 2013). Además, se ha demostrado que la enseñanza del PC puede mejorar el rendimiento académico en áreas como matemáticas, ciencias y lectura, así como en habilidades de resolución de problemas (Huffaker et al., 2021). Por lo tanto, se considera que el PC es una habilidad transversal que es esencial para el éxito en la era digital actual.

Enfoques pedagógicos para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC)

En esta sección se abordarán los diferentes enfoques pedagógicos que se pueden utilizar para enseñar el PC en el aula. Estos enfoques están orientados a fomentar el desarrollo de habilidades y competencias relacionadas con la programación, la resolución de problemas y la creatividad. Se presentarán tres enfoques principales: basados en proyectos y resolución de

problemas, basados en lenguajes de programación y enfoques integrados en otras áreas del currículo. Cada uno de ellos tiene sus propias características y beneficios, y se adaptan a diferentes necesidades y objetivos de enseñanza.

Enfoques basados en proyectos y resolución de problemas

En primer lugar, los enfoques basados en proyectos y resolución de problemas son una de las metodologías más utilizadas para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC). Según Yin et al. (2020), estos enfoques se enfocan en involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas del mundo real utilizando habilidades y herramientas de la informática. Esta metodología fomenta el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración entre los estudiantes. En este sentido, se pueden identificar diferentes categorías dentro de los enfoques basados en proyectos y resolución de problemas, tales como proyectos de programación, robótica e interdisciplinarios.

Proyectos de programación

En cuanto a los proyectos de programación, son una de las formas más comunes de enseñanza del Pensamiento computacional (PC). Estos proyectos se enfocan en la resolución de problemas utilizando lenguajes de programación como Python o Scratch (Romero-Molina & Ramírez-Montoya, 2020). Los estudiantes deben aplicar los conceptos de la programación y el PC para diseñar soluciones creativas e innovadoras.

Proyectos de robótica

Por otro lado, los proyectos de robótica son otra de las metodologías más utilizadas para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC). En estos proyectos, los estudiantes construyen y programan robots para resolver problemas del mundo real (Aguilar et al., 2021). Esta metodología fomenta la creatividad y el pensamiento crítico, ya que los estudiantes deben diseñar soluciones a problemas complejos utilizando diferentes herramientas de programación y electrónica.

Proyectos interdisciplinarios

En cuanto a los proyectos interdisciplinarios, son otra de las formas en que se utilizan los enfoques basados en proyectos y resolución de problemas para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC). Estos proyectos se enfocan en la resolución de problemas que requieren habilidades y conocimientos de diferentes áreas del currículo (Caballero et al., 2021). Por ejemplo, los estudiantes pueden utilizar herramientas de programación para analizar datos de ciencias sociales o diseñar soluciones tecnológicas para problemas de medio ambiente.

En conclusión, los enfoques basados en proyectos y resolución de problemas son una de las metodologías más utilizadas para la enseñanza del PC. Dentro de estos enfoques, se pueden identificar diferentes categorías, como los proyectos de programación, los proyectos de robótica y los proyectos interdisciplinarios. Estos enfoques fomentan el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración entre los estudiantes.

Enfoques basados en lenguajes de programación

En segundo lugar, los enfoques basados en lenguajes de programación son una de las estrategias más utilizadas para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC). En esta categoría, se pueden identificar tres subcategorías que se describen a continuación.

Lenguajes de programación como herramientas para la enseñanza del PC

Según Barr, Harrison y Conery (2011), el uso de lenguajes de programación como herramientas para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC) tiene la ventaja de ser una forma muy práctica y concreta de abordar el aprendizaje de esta habilidad. La programación permite a los estudiantes desarrollar habilidades de pensamiento lógico y algorítmico, así como de solución de problemas, de una manera muy concreta y visual.

Lenguajes de programación específicos para la enseñanza del PC

Por otro lado, existen lenguajes de programación específicos para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC), como Scratch y Logo, que han sido diseñados pensando en las necesidades de los estudiantes en este ámbito. De acuerdo con Resnick et al. (2009), Scratch es una herramienta muy útil para la enseñanza del PC, ya que permite a los estudiantes desarrollar habilidades de programación y de pensamiento creativo de una manera muy intuitiva y visual.

Lenguajes de programación como medio para el desarrollo del PC

Finalmente, la enseñanza de lenguajes de programación como medio para el desarrollo del PC ha sido objeto de numerosos estudios. De acuerdo con Kafai y Burke (2015), la enseñanza de lenguajes de programación puede tener un impacto positivo en el Pensamiento computacional (PC) de los estudiantes, ya que les permite desarrollar habilidades de pensamiento algorítmico, de solución de problemas y de diseño de algoritmos.

En conclusión, los enfoques basados en lenguajes de programación son una estrategia muy útil para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC). A través de la utilización de lenguajes de programación, los estudiantes pueden desarrollar habilidades de pensamiento lógico, algorítmico y de solución de problemas, de una manera muy concreta y visual. Además, la enseñanza de lenguajes de programación específicos para la enseñanza del PC y la enseñanza de lenguajes de programación como medio para el desarrollo del PC son dos subcategorías que han sido ampliamente estudiadas y que presentan resultados muy prometedores en términos de aprendizaje y desempeño académico.

Enfoques integrados en otras áreas del currícul

Por último, el Pensamiento computacional (PC) se puede enseñar y aprender de manera integrada en otras áreas del currícul, lo que permite una enseñanza transversal y una mayor aplicación práctica. Los enfoques integrados en otras áreas del currícul se dividen en tres categorías principales: enseñanza a través de las ciencias, enseñanza a través de las artes y enseñanza a través de la literatura.

Enseñanza del Pensamiento computacional (PC) a través de las ciencias

En cuanto a la enseñanza a través de las ciencias, se enfoca en la utilización de herramientas y técnicas computacionales para apoyar y mejorar el aprendizaje de las ciencias. Según Winger et al. (2018), el uso de la programación para la simulación de sistemas, la visualización de datos, la robótica educativa y la inteligencia artificial son temas clave en esta categoría.

Enseñanza del Pensamiento computacional (PC) a través de las artes

Por otro lado, la enseñanza del PC a través de las artes se centra en el uso de la programación y la tecnología para la creación de arte y la expresión creativa. Según Kafai y Burke (2014), la programación de música y sonido, la animación, el diseño gráfico y la realidad virtual son algunos de los temas clave en esta categoría.

Enseñanza del Pensamiento computacional (PC) a través de la literatura

En cuanto a la enseñanza del PC a través de la literatura, se enfoca en la utilización de historias y narrativas para enseñar conceptos relacionados con la programación y la resolución de problemas. Según Brennan y Resnick (2012), la creación de juegos basados en la literatura, la programación de historias interactivas y la enseñanza de la lógica y la estructura de la programación a través de la creación de historias son temas clave en esta categoría.

En conclusión, los enfoques integrados en otras áreas del currículo son una manera efectiva de enseñar el Pensamiento computacional (PC) de manera transversal y aplicada (Winger et al., 2018). La enseñanza a través de las ciencias, las artes y la literatura ofrece una variedad de opciones para que los estudiantes exploren diferentes aspectos del Pensamiento computacional (PC) y se involucren en proyectos creativos y significativos (Kafai & Burke, 2014; Brennan & Resnick, 2012).

Impacto del Pensamiento computacional (PC) en el desempeño académico

El PC ha sido objeto de estudio en diferentes investigaciones debido a su relevancia en el desarrollo de habilidades cognitivas y su impacto en el desempeño académico de los estudiantes. En este apartado, se presentan los efectos del Pensamiento computacional (PC) en tres áreas específicas del currículo: el aprendizaje de matemáticas y ciencias, el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y el desempeño en otras áreas del currículo.

Efectos del Pensamiento computacional (PC) en el aprendizaje de matemáticas y ciencias

En primer lugar, el uso del PC ha mostrado un impacto positivo en el aprendizaje de matemáticas y ciencias, ya que ayuda a los estudiantes a comprender y aplicar conceptos matemáticos y científicos de manera más efectiva (Barr, Harrison, & Conery, 2011). Según Grover y Pea (2013), el PC facilita la identificación de patrones, la formulación de hipótesis y la solución de problemas complejos en las áreas de matemáticas y ciencias. Además, el uso de herramientas y lenguajes de programación ayuda a los estudiantes a visualizar y simular procesos matemáticos y científicos (Brennan & Resnick, 2012).

Efectos del Pensamiento computacional (PC) en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas

Por otro lado, el PC se ha asociado con el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, lo cual es esencial para el éxito académico y laboral. Según Wing (2006), el PC implica la descomposición de problemas en partes más pequeñas, la identificación de patrones y la abstracción de soluciones. Estas habilidades son transferibles a diferentes áreas del currículo y a situaciones cotidianas (Voogt, Fisser, Good, Mishra, & Yadav, 2015). Los estudiantes que desarrollan habilidades de PC pueden enfrentar problemas de manera más efectiva y creativa (Moreno-León, Robles-Gómez, & Román-González, 2016).

Efectos del Pensamiento computacional (PC) en el desempeño en otras áreas del currículo

Finalmente, el PC también puede tener un impacto positivo en el desempeño en otras áreas del currículo, como la escritura y la comprensión lectora. Según Bers et al. (2014, p. 402), el uso de herramientas y lenguajes de programación puede mejorar la capacidad de los estudiantes para organizar y estructurar información de manera clara y coherente. Además, el Pensamiento computacional (PC) puede fomentar el desarrollo de la creatividad y la imaginación, lo cual puede mejorar el desempeño en áreas como las artes y la música (Blikstein, 2013).

En conclusión, el Pensamiento computacional (PC) tiene un impacto positivo en el desempeño académico de los estudiantes, especialmente en el aprendizaje de matemáticas y ciencias, el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y el desempeño en otras áreas del currículo. Estos efectos son el resultado del uso de herramientas y lenguajes de programación que fomentan el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas. Es importante seguir investigando para comprender mejor cómo enseñar y aprender PC de manera efectiva, y cómo mejorar la formación y competencias de los docentes en esta área.

Factores que influyen en la enseñanza y el aprendizaje del Pensamiento computacional (PC)

El Pensamiento computacional (PC) es una habilidad que se puede enseñar y aprender en cualquier nivel educativo, y para lograr una educación efectiva en PC, es importante considerar los factores que influyen en la enseñanza y el aprendizaje. En esta sección, se analizarán tres factores: las características del estudiante, la formación y competencias del docente, y los recursos y materiales didácticos.

Características del estudiante

En primer lugar, las características de los estudiantes pueden influir significativamente en su capacidad para aprender PC. Según Warschauer y Matuchniak (2010), algunos de los factores que influyen en el aprendizaje del PC son el género, la edad, la experiencia previa en informática y la capacidad cognitiva.

En relación al género, algunos estudios han encontrado que los hombres tienen una mayor predisposición al PC que las mujeres, aunque esta brecha se está reduciendo con el tiempo (Barr, Harrison, & Conery, 2011). En cuanto a la edad, algunos autores argumentan que los niños tienen una mayor capacidad para aprender PC que los adultos (Resnick & Rosenbaum, 2013), mientras que otros sostienen que el PC puede ser enseñado y aprendido en cualquier edad (Voogt, Fisser, Good, Mishra, & Yadav, 2015).

Otro factor que influye en el aprendizaje del PC, es la experiencia previa en informática. Algunos autores han encontrado que los estudiantes que han tenido experiencias previas en programación tienen un mayor rendimiento en tareas de PC que los que no las han tenido (Grover & Pea, 2013). Finalmente, la capacidad cognitiva de los estudiantes también puede ser un factor relevante. Algunos autores sugieren que el PC está relacionado con la inteligencia fluida, que es la capacidad para razonar y resolver problemas de manera novedosa y adaptativa (Blondel, Matton, & Pourtois, 2019).

Formación y competencias del docente

En segundo lugar, los docentes desempeñan un papel fundamental en la enseñanza del PC, y su formación y competencias pueden afectar el aprendizaje de los estudiantes. En general, se reconoce que los docentes necesitan una formación específica en PC para poder enseñarlo de manera efectiva (Grover & Pea, 2013).

Además de la formación, es importante que los docentes tengan competencias en PC para poder transmitir este conocimiento a sus estudiantes. De acuerdo con Kafai y Burke (2015), los docentes deben tener conocimientos en algoritmos, estructuras de datos y programación, así como habilidades para la resolución de problemas y la creatividad.

Recursos y materiales didácticos

En tercer lugar, la selección de recursos y materiales didácticos es un aspecto clave para la enseñanza del PC. Los materiales utilizados deben permitir a los estudiantes desarrollar las habilidades y competencias asociadas al Pensamiento computacional (PC), así como facilitar la comprensión de conceptos complejos y la transferencia a situaciones reales (Barr et al., 2011; Voogt et al., 2015). En este sentido, se pueden distinguir diferentes categorías de recursos y materiales didácticos, tales como las herramientas digitales y software educativo; los materiales manipulativos y recursos analógicos y los recursos educativos abiertos.

Herramientas digitales y software educativo

En cuanto a las herramientas digitales y el software educativo, son recursos fundamentales para la enseñanza del PC. Entre las herramientas digitales más utilizadas se encuentran los entornos de programación visual, como Scratch y App Inventor, que permiten a los estudiantes programar de forma visual y sencilla (Resnick et al., 2009; Kafai et al., 2012). Asimismo, existen diferentes alternativas de software educativo que permiten a los docentes poder desarrollar en los estudiantes diferentes habilidades a ejercitar y contar con la claridad de las competencias que se quieren formar desde el Pensamiento computacional (PC), como

la resolución de problemas, la lógica y la creatividad (Alharbi et al., 2020). Algunos ejemplos de software educativo son Code.org, CodeCombat y Khan Academy.

Materiales manipulativos y recursos analógicos

Además, los materiales manipulativos y los recursos analógicos pueden ser de gran ayuda para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC), especialmente en edades tempranas (Voogt et al., 2015). Entre los materiales manipulativos se encuentran los bloques de programación, que permiten a los estudiantes construir programas de forma física y tangible (Bers et al., 2014, p. 402).

Por su parte, los recursos analógicos, como las tarjetas y los juegos de mesa, pueden ser útiles para el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico y estratégico (Barr et al., 2011). Algunos ejemplos de juegos de mesa que pueden ser utilizados para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC) son Code Master, Hacker y Robot Turtles.

Recursos educativos abiertos (REA)

Por otro lado, los recursos educativos abiertos (REA) son materiales didácticos que pueden ser utilizados de forma gratuita y abierta por docentes y estudiantes de todo el mundo (Atenas & Havemann, 2013). Existen diferentes REA que pueden ser utilizados para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC), como tutoriales, guías, vídeos y ejercicios prácticos (Sengupta et al., 2013). Además, algunos proyectos, como el proyecto CS Unplugged, ofrecen una amplia variedad de materiales didácticos abiertos para la enseñanza del PC sin necesidad de utilizar dispositivos electrónicos (Bell et al., 2009).

En resumen, la selección de recursos y materiales didácticos es un aspecto fundamental para la enseñanza del PC. Es necesario elegir aquellos materiales desde los cuales se puedan desarrollar las diferentes habilidades y que permitan preparar en los estudiantes las competencias asociadas al Pensamiento computacional (PC), y que sean adecuados para el nivel educativo y las características de los estudiantes.



CONCLUSIONES

Después de analizar y sintetizar la bibliografía más influyente, relevante y reciente en el campo de la enseñanza y el aprendizaje del PC, se puede concluir que:

El Pensamiento computacional (PC) es una habilidad que permite a los estudiantes resolver problemas de manera efectiva y creativa, utilizando herramientas y conceptos de la ciencia de la computación.

La enseñanza del Pensamiento computacional (PC) puede tener un impacto positivo en el desempeño académico de los estudiantes, especialmente en las áreas de matemáticas y ciencias.

La implementación de enfoques pedagógicos basados en proyectos y resolución de problemas es una estrategia efectiva para enseñar Pensamiento computacional (PC).

La integración del Pensamiento computacional (PC) en otras áreas del currículo, como la literatura o la historia, puede ser una forma efectiva de desarrollar habilidades interdisciplinarias.

La formación y competencias del docente son un factor importante en la enseñanza del Pensamiento computacional (PC).

A pesar de los avances en la investigación sobre el PC, aún existen limitaciones y áreas de investigación futura que deben ser abordadas. Algunas de estas limitaciones son:

Aunque se han realizado avances en la investigación sobre el Pensamiento computacional (PC), aún falta consenso sobre su definición y los componentes que lo conforman.

Es fundamental investigar la mejor manera de integrar el Pensamiento computacional (PC) en otras áreas del currículo.

Resulta importante investigar la mejor forma de evaluar el Pensamiento computacional (PC).

Se requiere investigar cómo la formación y las competencias del docente pueden influir en la enseñanza del Pensamiento computacional (PC).

A partir del análisis y la síntesis de la bibliografía, se pueden derivar algunas implicaciones para la práctica educativa y la política educativa. Algunas de estas implicaciones son:

Para que los docentes estén preparados para enseñar habilidades de Pensamiento computacional (PC), se requiere el desarrollo de programas de formación docente en esta área.

Proporcionar recursos y materiales didácticos adecuados para la enseñanza del Pensamiento computacional (PC) es fundamental.



La integración del Pensamiento computacional (PC) en el diseño curricular de las diferentes áreas del conocimiento resulta esencial.

Es importante el desarrollo de evaluaciones efectivas para medir el Pensamiento computacional (PC) de los estudiantes.

Se precisa investigar cómo el Pensamiento computacional (PC) puede contribuir al desarrollo de habilidades sociales y emocionales en los estudiantes.

REFERENCIAS

- Aguilar, L., Carballo, V., & Valencia, R. (2021). Robotics as a learning tool for computational thinking development: A systematic review. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(3), 141-155
- Alharbi, M., Al-Shaer, H., & Khasawneh, S. (2020). Using educational computer games to develop computational thinking skills among students: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5211-5235
- Atenas, J., & Havemann, L. (2013). Quality assurance for open educational resources: What are the issues? In L. McGreal, W. Kinuthia, & S. Marshall (Eds.), *Open educational resources: Innovation, research and practice* (pp. 87-99). Commonwealth of Learning and Athabasca University
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23
- 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. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bell, T., Witten, I., & Fellows, M. (2009). Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. *ACM Inroads*, 1(1), 131-137
- Bers, M. U., Seddighin, S., Sullivan, A., Bers, N. U., & Lee, J. M. (2014). Ready for robotics: Bringing together the T and E of STEM in early childhood teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 22(3), 393-416
- Blikstein, P. (2013). Gears of our childhood: Constructionist toolkits, robotics, and physical computing, past and future. *Proceedings*

- of the 12th International Conference on Interaction Design and Children, 277-280
- Blondel, L., Matton, N., & Pourtois, G. (2019). Fluid intelligence and the development of computational thinking in primary education. *Computers & Education*, 139, 82-91.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., & Dettori, G. (2019). A critical review of computational thinking assessment: what we know and what we need to know. *Education and Information Technologies*, 24(5), 2395-2421
- 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*, 1-25
- Caballero, D., Gutiérrez, F. J., & Rodríguez-Hoyos, C. (2021). A teaching approach to develop computational thinking in interdisciplinary projects. *Sustainability*, 13(11), 6290
- 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>
- Grover, S., & Pea, R. (2018). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 47(8), 1-15
- Huffaker, D., Lim, S., & Sengupta, P. (2021). Measuring the impact of a computational thinking curriculum on standardized test performance. *Journal of Educational Computing Research*, 59(3), 392-414
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2014). *Connected code: Why children need to learn programming*. MIT Press
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2015). Computer programming goes back to school. *Phi Delta Kappan*, 96(6), 15-20
- Kafai, Y. B., Peppler, K. A., & Chapman, R. N. (2012). *The computer clubhouse: Constructionism and creativity in youth communities*. Teachers College Press
- Moreno-León, J., Robles-Gómez, A., & Román-González, M. (2016). Effectiveness of computational thinking instruction: A meta-analysis of intervention studies. *Educational Research Review*, 18, 33-50
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. Basic Books

- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1-6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Resnick, M., & Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkerability. *Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators*, 163-181
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Romero-Molina, E. M., & Ramírez-Montoya, M. S. (2020). Scratch y Python: un estudio comparativo en la enseñanza del Pensamiento computacional. *Revista de Enseñanza de la Informática*, 1(1), 41-49
- Sengupta, S., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computational models- A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380
- UNESCO. (2017). Hacia las políticas de competencias en la educación. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- UNESCO. (2019). Competencias para la educación en el siglo XXI. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367045>
- 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
- Warschauer, M., & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Education*, 34(1), 179-225. <https://doi.org/10.3102/0091732X09349791>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Winger, R. C., Wardak, D., Mohammed, S., & Qaryouti, M. M. (2018). Integrating computational thinking into K-12 STEM education: a review of the literature. *Education and Information Technologies*, 23(5), 1971-1993
- Yin, C., Guo, L., & Liang, Y. (2020). A review of computational thinking education research: Research areas and methods. *Education Sciences*, 10(8), 213