# Computational Thinking for Teacher Training: A Systematic Review of Literature

Deixy Ximena Ramos, Magister[1], Javier Alejandro Jiménez, Magister[1], Armando Muñoz del Castillo, Magister[2], Lydia Cruz Acosta, Magister[3], Mario Andrés Muñoz, Doctor[4,] and Edgar Herrera, Magister[3]
[1]Universidad CESMAG, Colombia, dxramos@unicesmag.edu.co, jajimenez@unicesmag.edu.co
[2]Universidad de Santander, Colombia, [3]Escuela Normal Superior de Pasto, Colombia, lydia.acosta@escuelanormaldepasto.edu.co, edgar.herrera@escuelanormaldepasto.edu.co, [4]The University of Melbourne, Australia, munoz.m@unimelb.edu.co

***Abstract*– The incorporation of computational thinking in the classroom has been identified as a fundamental strategy that could spread student participation and have an effective impact on learning. Although there are studies done on this subject, we do not find a systematic dissertation that compiles the fundamental practices of Computational Thinking in teacher training. That is why this article presents a systematic review of literature with the objective of summarizing studies on computational thinking for initial teacher training. Initially the search was conducted in five databases of scientific publications, 100 studies published in the last five years were obtained. After a method of analysis of each of them, verify that they match the requirements of the review, obtaining as a result the compilation of the main experiences and practices reported in the process of Computational Thinking for teachers. In addition, the determined systematic review will determine the associated problems, studies on computational thinking, characteristics, methodologies, teaching-learning strategies and trends. This article is an important starting point for future projects that wish to continue contributing to experiences that benefit both students and teachers in this field of Teaching Computational Thinking.***

***Keywords*— Learning, computational thinking, education, systemic review, teachers**

Digital Object Identifier (DOI):
http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.135
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

**18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology**: "Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development" "Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy", 27-31 July 2020, Virtual Edition.

# Pensamiento Computacional para la formación de maestros: Una revisión sistemática de literatura

Deixy Ximena Ramos, Magister[1], Javier Alejandro Jiménez, Magister[1], Armando Muñoz del Castillo, Magister[2], Lydia Cruz Acosta, Magister[3], Mario Andrés Muñoz, Doctor[4,] and Edgar Herrera, Magister[3]
[1]Universidad CESMAG, Colombia, dxramos@unicesmag.edu.co, jajimenez@unicesmag.edu.co
[2]Universidad de Santander, Colombia, [3]Escuela Normal Superior de Pasto, Colombia, lydia.acosta@escuelanormaldepasto.edu.co, edgar.herrera@escuelanormaldepasto.edu.co, [4]The University of Melbourne, Australia, munoz.m@unimelb.edu.co

***Abstract*– The incorporation of computational thinking in the classroom has been identified as a fundamental strategy that could spread student participation and have an effective impact on learning. Although there are studies done on this subject, we do not find a systematic dissertation that compiles the fundamental practices of Computational Thinking in teacher training. That is why this article presents a systematic review of literature with the objective of summarizing studies on computational thinking for initial teacher training. Initially the search was conducted in five databases of scientific publications, 100 studies published in the last five years were obtained. After a method of analysis of each of them, verify that they match the requirements of the review, obtaining as a result the compilation of the main experiences and practices reported in the process of Computational Thinking for teachers. In addition, the determined systematic review will determine the associated problems, studies on computational thinking, characteristics, methodologies, teaching-learning strategies and trends. This article is an important starting point for future projects that wish to continue contributing to experiences that benefit both students and teachers in this field of Teaching Computational Thinking.***

***Keywords*— Learning, computational thinking, education, systemic review, teachers**

## I. Introduccion

Hoy en día son muchos los beneficios de la educación, donde hay una gran cantidad de modelos que combinan adecuadamente la enseñanza del contenido con el desarrollo de destrezas y habilidades cognitivas que benefician el desarrollo del pensamiento de los estudiantes. Frente a una educación tradicional, se considera que una reflexión del pensamiento complejo puede contribuir a una mejor comprensión de una realidad contemporánea. Es por eso que la enseñanza tiene dos extremos, donde en uno se encuentra la enseñanza, cuyo protagonista principal es el docente y en el otro el aprendizaje, cuyo protagonista principal es el alumno.

El pensamiento computacional es una competencia que debería ser incluida en la formación de todos los estudiantes de las diferentes etapas educativas, desde las iniciales hasta las superiores [1]. La incorporación en el aula del Pensamiento Computacional permite el desarrollo de diversas habilidades, como el análisis de conceptos y resolución de problemas.

El pensamiento computacional se define como un proceso de resolución de problemas con las siguientes etapas: identificación del problema; recopilación de datos / representación / análisis; solución de generación / selección / planificación; implementación de la solución; y evaluación / mejora de soluciones. [2]. Por lo tanto, el Pensamiento Computacional capacita a los docentes para convertirse en aprendices de por vida, un beneficio muy importante para este mundo de conocimientos en constante crecimiento, ya que pueden transmitir sus habilidades a varios dominios de trabajos futuros.

La integración del pensamiento computacional en los currículos académicos es algo real en otros países que están cambiando la brecha digital y proporcionando los recursos necesarios para que las instituciones educativas cuenten con las herramientas tecnológicas y también capacitando a sus profesores en este nuevo reto de mejoras las habilidades del siglo XXI [3]. Es así que el pensamiento computacional es tomado como el proceso de formular problemas de dominio en términos de pasos de cálculo y algoritmos. Como cualquier otro proceso de pensamiento y habilidad para resolver problemas, el pensamiento computacional es un arte [4]

La finalidad de este artículo es presentar los hallazgos de una revisión sistemática, identificando y clasificando el trabajo actual sobre el Pensamiento Computacional para formación de maestros reportado en publicaciones científicas. particularmente se encontraron hallazgos que permiten determinar las principales iniciativas de la enseñanza de Pensamiento Computacional para maestros y estudiantes, además las prácticas actuales llevadas en este proceso.

Para presentar esta revisión sistemática, se definió la siguiente estructura: en la Sección 1 se realizará una breve introducción acerca de la importancia de Pensamiento Computacional; en la sección 2 se realiza un acercamiento del Pensamiento Computacional a maestros; en las Sección 3, se describe el método de investigación utilizado; en la sección 4,

Digital Object Identifier (DOI):
http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.135
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

se presenta los resultados obtenidos; en la Sección 5, se presenta la discusión; y en la sección 6, se presenta las conclusiones; por último, se enumeran las referencias correspondientes que soportan este estudio.

## PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN MAESTROS

Todo profesor se plantea como objetivo que sus estudiantes aprendan, y para ello son diversas las metodologías próximas a su asignatura que año tras año pone en práctica. Todo ello con una única y complicada finalidad, conseguir que sus estudiantes adquieran los conocimientos, habilidades, destrezas, que dicha materia conlleva [5], de ahí, la necesidad de proponer estrategias de solución que sean innovadoras y, a la vez, sirvan positivamente para mejorar la calidad de los aprendizajes. Es necesario, para ello, apoyarse en herramientas digitales motivadoras con entornos amigables de uso para el estudiante que permitan también proponer nuevos tipos de problemas y retos que vayan más allá de los problemas tradicionales y busquen la posibilidad de combinarse con distintas áreas o disciplinas del conocimiento [6].

En esta vía, se precisa que el maestro se prepare y desarrolle las habilidades que reclama este siglo, y pueda de este modo acercar a sus estudiantes a la sociedad digital, transformando el aprendizaje, motivando hacia una educación diferente que redunde en calidad educativa en todos los sentidos [7]. Por tanto, situamos la competencia digital docente dentro del conjunto de requerimientos de un perfil profesional, en este caso del ejercicio de la profesión de docente. Y será relevante realizar planteamientos relacionados con el desarrollo curricular, con las estrategias didácticas y con todos aquellos aspectos que permitan diseñar acciones formativas orientadas a que el docente utilice la tecnología de forma didáctica con sus estudiantes. Es en este punto cuando debemos hablar de competencia digital docente [8].

Según Tedre y Denning [9] citado por [10], en los últimos años el Pensamiento Computacional se ha convertido en tema central dentro del marco de iniciativas a nivel global que pretenden llevar las Ciencias de la Computación a la enseñanza preuniversitaria, el concepto de pensamiento computacional es una competencia compleja de «alto nivel» relacionada con un modelo de conceptualización específica de los seres humanos que desarrolla ideas y vinculada con el pensamiento abstracto- matemático y con el pragmático-ingenieril que se aplica en múltiples aspectos de nuestra vida diaria [11].

El verdadero poder del pensamiento computacional radica en su enfoque sistemático para la depuración y resolución de problemas, aprender que los problemas pueden abordarse sistémicamente es la "idea poderosa" subyacente de la programación. El proceso de escribir y luego reparar o "depurar" un programa proporciona una base para el aprendizaje activo a través de prueba y error, independientemente del problema que realmente se está resolviendo [12]. En este sentido, la decisión de una formación inicial que incluya las Ciencias de la Computación para el profesorado que en estos momentos está en las Facultades de Educación, no parece admitir mayor demora. Formación que deberá incluir por lo expuesto, conceptos básicos de pensamiento computacional y la utilización de lenguajes de programación visuales que permita que los niños y niñas puedan desarrollar en sus aulas las capacidades y la creatividad que se adelanta proporcionan las Ciencias Computacionales [13].

En definitiva, el Pensamiento Computacional sostienen que hay una forma específica de pensar, de organizar ideas y representaciones, que es propicia y que favorece las competencias computacionales. Se trata de una forma de pensar que propicia el análisis y la relación de ideas para la organización y la representación lógica de procedimientos. Esas habilidades se ven favorecidas con ciertas actividades y con ciertos entornos de aprendizaje desde las primeras etapas. Se trata del desarrollo de pensamiento computacional [14].

A su vez, Vidal Propone la inclusión del pensamiento computacional como un mecanismo inteligente para el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad, la innovación y la alfabetización digital. [15]. Desde entonces, muchos autores y organismos coinciden en que se trata de una habilidad fundamental que todas las personas deberían adquirir y, por tanto, ser trabajada en los distintos niveles del sistema educativo, entendiéndose como una capacidad básica no sólo para aquellos que van a realizar estudios relacionados con la Informática o con las Ciencias, Tecnología, Ingeniería o Matemáticas (en inglés STEM), sino para todo el mundo [16].

A pesar de la atención general en informática, muchos maestros no tienen habilidades profesionales en informática o pensamiento computacional. Esta es probablemente la razón por la que en los últimos años hemos sido testigos de la proliferación de numerosos proyectos con el objetivo específico de alentar el estudio de la programación, especialmente en los años preuniversitarios. Muchas organizaciones están trabajando duro para preparar a los jóvenes para el éxito en un mundo digital [17].

Por otro lado, el pensamiento computacional representa un conjunto de habilidades relacionadas con la informática que deben ser desarrolladas por todos los seres humanos y gradualmente se está convirtiendo en una habilidad crucial para el siglo XXI, debido a los beneficios potenciales que conlleva el desarrollo de estas habilidades y que a la vez ayuda a la comprensión de otras zonas [18]. Sin embargo, volviendo al objeto de nuestra atención ahora que son los maestros en formación, para lograr su aproximación al Pensamiento Computacional Computacional, el primer paso que hay que hacer es lograr que los docentes asimilen este cambio de mentalidad y lo incorporen en su práctica educativa (en su trabajo en el aula), y que

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LACCEI).
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).

los futuros maestros lo exploren durante su formación para que puedan aplicarlo en su futuro profesional en las escuelas [19].

Existe un movimiento global que apuesta a la enseñanza de la programación, informática y Pensamiento Computacional, a partir de ahora en educación primaria como medio de desarrollo de capacidades transversales como el pensamiento analítico, la resolución de problemas, la creatividad, algunos países como Francia, Reino Unido lo han incorporado a sus currículos de enseñanza primaria, secundaria [20].

## III. MÉTODO

En esta revisión sistemática se usó el enfoque de investigación basada en evidencias del campo de la Ingeniería de Software [21], con el propósito de proporcionar un enfoque general de un área de investigación, e identificar la cantidad, el tipo de investigaciones y los resultados disponibles dentro de ella y así construir un esquema de clasificación y una estructura con validez. Este enfoque ha sido considerablemente utilizado por la comunidad científica, porque permite crear conocimiento a partir de evidencias publicadas en estudios primarios. En la Fig. 1. Se presenta las etapas del método definido para la revisión.

Fig 1. Estructura revisión sistemática. Fuente: Autores

## PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo de este estudio fue presentar los hallazgos de aplicar una revisión sistemática de literatura científica relacionada con Pensamiento Computacional para la formación de docentes.

Para la elaboración del estado del arte propuesto se enunciaron las siguientes preguntas:

RQ1: ¿Qué es el pensamiento computacional?
RQ2: ¿Qué estudios se han llevado a cabo sobre pensamiento computacional?
RQ3: ¿Qué características tiene el pensamiento computacional?
RQ4: ¿Qué metodologías o estrategias de enseñanza – aprendizaje tiene el pensamiento computacional?
RQ5: ¿Qué tendencias tiene el pensamiento computacional? RQ6: ¿Qué inconvenientes existen en la enseñanza de pensamiento computacional?

La estructuración de estas preguntas se realizó mediante el Modelo PICO con su variante PIPOH. Donde señala que toda pregunta bien elaborada viene respaldada por dos premisas. En primer lugar, la pregunta debe ser relevante al problema identificado, es decir, estar centrada en la cuestión que realmente interesa. A continuación, debe articularse de modo que facilite la búsqueda de una respuesta precisa y exhaustiva.[22]

TABLA I
Definición de los conceptos generales con PIPOH.

| Criterio | Descripción |
|---|---|
| Población | Pensamiento Computacional para formación de maestros |
| Intervención | Procesos de enseñanza/aprendizaje, currículo, herramientas. |
| Resultados | Publicaciones de artículos o libros en los cuales se cite estudios de pensamiento computacional. |
| Profesionales | Maestros, Ciencias de la Computación |
| Contexto | Educativo |

Fuente: autores

### BÚSQUEDA

La estrategia de búsqueda propuesta consistió en la exploración de los términos generales en las bases de datos especializadas. Se empleó los términos de búsqueda, los cuales se combinaron con sinónimos con el propósito de cubrir una mayor cantidad de documentos a evaluar. En la tabla II se presenta los términos con sus respectivos sinónimos y filtros.

TABLA II
Término, sinónimos y filtros para componer la cadena de búsqueda.

| Término | Sinónimos | Filtros adicionales |
|---|---|---|
| Pensamiento computacional (Computational Thinking) | Abstraccion computacional (Computational abstraction) | education with computational thinking |
| | Pensar computacionalmente (Thinking computationally) | Year of publication > = 2015 |
| | Lógica computacional (Computational logic) | |

Fuente: autores

El proceso de búsqueda se realizó en las bases de datos mencionadas en la tabla III teniendo en cuenta campos como: título, palabras claves, resumen y documento completo.

TABLA III.
Término principal y base de datos

| Término | Base de datos |
|---|---|
| Computacional Thinking | Redalyc |
| | Scopus |
| | Doaj |
| | ScienceDirect |
| | IEEE Xplorer |

Fuente: autores

En la tabla IV se muestra la cadena de búsqueda resultante del término junto a sus sinónimos y sus correspondientes filtros.

TABLA IV.
Cadena de búsqueda

| Término principal | Cadena de búsqueda |
|---|---|
| Computacional Thinking | ("computational thinking" OR "Computational abstraction" OR "Thinking computationally" OR "Programming teaching environments" OR "Computational logic") AND (education with computational thinking) AND (publication year >=2015) |

Fuente: autores

## SELECCIÓN

Todos los estudios contemplados en esta revisión fueron analizados y en su proceso de evaluación se tuvo en cuenta: título, palabras claves, resumen, introducción, antecedentes, estado del arte, metodología, resultados y conclusiones.
Además, se definieron criterios de inclusión y exclusión en su revisión. El criterio de inclusión definido fue el siguiente: documento científico relacionado con estudios de pensamiento computacional para formación de docentes o sus sinónimos de búsqueda. A demás los criterios de exclusión definidos son: estudios que no tengan su correspondiente cita bibliográfica, el documento no contiene los términos o sinónimos de búsqueda, solo experiencias con pensamiento computacional y los documentos no están disponibles para ser descargados.

El proceso de selección de estudios se realizó en cinco momentos (debido a que se consideró cinco bases de datos especializadas) y cada uno de ellos con tres fases:

- Fase 1: Eliminación de artículos duplicados.
- Fase 2: Eliminación de artículos no descargables.
- Fase 3: Aplicación de criterios de inclusión y exclusión.

Teniendo en cuenta esta revisión sistemática se utilizaron cinco bases de datos con sus términos y filtros, y en cada una de ellas se aplicó tres fases, fue necesario realizar la consulta en diversas fechas como se indica en la tabla V.

TABLA V.
Fechas de consulta y descarga de archivos

| Base de datos | Fecha de búsqueda |
|---|---|
| Redalyc | 02/07/2019 |
| Scopus | 09/07/2019 |
| Doaj | 05/08/2019 |
| ScienceDirect | 02/09/2019 |
| IEEE Xplorer | 01/10/2019 |

Fuente: autores

Como resultado de la búsqueda en las bases se encontró un total de 100 estudios y al aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo un total de 50 documentos.

## EVALUACIÓN DE CALIDAD

Los documentos seleccionados fueron evaluados de acuerdo con 6 criterios: Procedencia de las fuentes, relevancia del contenido, claridad en el objetivo de la investigación, descripción adecuada del contexto en el cual se desarrolló la investigación, claridad y rigor del diseño metodológico de la investigación, y rigor científico en el análisis de los datos [23].

La evaluación de la calidad de la presente revisión sistemática involucro la lectura del texto completo de los 50 documentos con sus procesos de eliminación de artículos duplicados, eliminación de artículos no descargables y la aplicación de criterios de inclusión y exclusión cuyo proceso se muestra en la tabla VI.

TABLA VI.
Evaluación de calidad en procesos de búsqueda y selección

| Término principal | Resultado de la búsqueda | Archivos duplicados | Archivos Excluidos | Archivos Pertinentes | Base de datos |
|---|---|---|---|---|---|
| Computacional Thinking | 50 | 10 | 18 | 17 | Redalyc |
| | 20 | 1 | 8 | 10 | IEEE Xplorer |
| | 10 | 0 | 1 | 6 | Doaj |
| | 5 | 2 | 10 | 10 | ScienceDirect |
| | 15 | 0 | 0 | 7 | Scopus |
| **Total** | **100** | **13** | **37** | **50** | |

Fuente: autores

Además, en la tabla VII se presentan las referencias de los 50 artículos contemplados en esta revisión sistemática ordenados por su año de publicación.

TABLA VII.
Estudios incluidos en la revisión sistemática

| Año | Cantidad | Referencias |
|---|---|---|
| 2015 | 12 | [1] [5] [6] [11] [14] [24] [25] [33] [34] [42] [45] [49] |
| 2016 | 10 | [9] [22] [27] [30] [31] [38] [40] [46] [47] [50] |
| 2017 | 18 | [4] [7] [8] [10] [12] [13] [15] [17] [20] [21] [29] [35] [37] [39] [41] [43] [44] [48] |
| 2018 | 8 | [3] [16] [18] [19] [23] [26] [28] [32] |
| 2019 | 2 | [2] [36] |
| Total | 50 | |

Fuente: autores

EXTRACCIÓN DE DATOS Y SÍNTESIS DE RESULTADOS

Una vez realizada la búsqueda de los términos en cada base de datos y aplicadas en cada una de ellas las tres fases y teniendo en cuenta que el objetivo principal de este estudio sistemático es determinar el estado de arte de Pensamiento Computacional para formación inicial de maestros, a continuación, se presenta los hallazgos encontrados en los archivos pertinentes con sus correspondientes citas de autor.

## RESULTADOS

Los hallazgos obtenidos con el proceso de revisión sistémica de literatura se presentan a continuación organizados en tres secciones para llevar a cabo el estudio de Pensamiento Computacional: Herramientas para el desarrollo de Pensamiento Computacional, Características de Pensamiento Computacional, incidencias y experiencias del Pensamiento Computacional.

## HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Las herramientas que se describen a continuación son gratuitas y están orientadas a la enseñanza de conceptos de programación mediante el diseño de actividades que favorecen la introducción a la resolución de problemas. Tienen una interfaz amigable y pueden ser utilizadas con escaso entrenamiento, sin embargo, ofrecen distintas posibilidades y niveles de complejidad para la obtención de algún producto.

Existen distintas herramientas educativas para enseñar el pensamiento computacional que se están llevando a cabo a nivel internacional, nacional y local. Casi todas tienen como punto común la robótica educativa y la programación de videojuegos. Por ejemplo:

Scratch, es una aplicación web libre/de código abierto que permite analizar de forma simple proyectos Scratch utilizando plug-ins de Hairball, así como obtener retroalimentación que puede usarse para mejorar las habilidades de programación y desarrollar el pensamiento computacional [24].

Los portales LearnScratch.org y AprendiendoScratch.org (la versión en castellano de LearnScratch) han sido desarrollados con la metodología denominada enseñanza colaborativa, donde los maestros pueden introducir a sus alumnos no sólo la sintaxis de Scratch sino también, y más importante, el desarrollo de estrategias de diseño [25]

Code.org®, es una organización sin fines de lucro cuya, el objetivo es difundir y enseñar lógica a personas de todas las edades. También se dedica a ampliar el acceso a la informática, ponerla a disposición en más escuelas y aumentar la participación de mujeres y negros, que están representados en esta área [26].

Alice es un entorno de programación integrado que ofrece una interfaz amigable para crear animaciones 3D. Surgió principalmente como una iniciativa para revertir la falta de interés en las ciencias de la computación, y la disminución del interés de los jóvenes en la elección de carreras universitarias de este tipo. Su entorno innovador en programación 3D hace que el crear una animación, un juego interactivo o video sea algo fácil y motivador [27].

VIPLE proporciona una plataforma sobre la cual se puede enseñar una variedad de conceptos de computación e ingeniería. Además de los temas de IoT y robótica mencionados, VIPLE también se usa para apuntar a una variedad de otros conceptos debido a su facilidad de uso y su fuerte soporte de computación paralela y distribuida. Robots VIPLE y Lego EV3. Las conferencias sobre una variedad de temas de ciencias de la computación fueron acompañadas por ejercicios diseñados para enseñar a estos estudiantes los fundamentos del Pensamiento Computacional [28]

Logo Papert, es un dialecto de Lisp con gran parte de la puntuación eliminada para hacer que la sintaxis sea accesible para los novatos. Estaba destinado a permitir a los usuarios explorar una amplia variedad de temas, desde matemáticas y ciencias hasta lenguaje y música. La parte más conocida de Logo es la tortuga Logo. Comenzó como una tortuga robótica que podía dibujar en el suelo y luego fue reemplazada por un actor simulado en un mundo gráfico bidimensional que puede moverse, girar y dejar rastros. Las direcciones de la tortuga están centradas en objetos; Si un usuario le dice a la tortuga que "avance 10" (FD 10), se moverá en su propia dirección de avance en lugar de una dirección definida por la pantalla. El logotipo es un lenguaje interpretado con mensajes de error descriptivos. Dado que Logo fue la primera propuesta en este campo, se han realizado muchos estudios para medir de alguna manera los efectos que la programación de aprendizaje, y por

lo tanto el desarrollo del pensamiento computacional, tienen sobre el desarrollo de otras habilidades cognitivas [29].

## CARACTERÍSTICAS PARA EL DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Una de las características que deberían ser incluidas en la formación de todos los docentes y estudiantes en las primeras etapas es la del Pensamiento Computacional, concepto totalmente ligado a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Esto es así porque el pensamiento computacional posee una serie de características propias del pensamiento científico aplicadas al proceso de resolución de problemas mencionado con anterioridad [1]. Dichas características son y se puede observar en la tabla VIII:

- Permite formulación y resolución de problemas
- Favorece organización
- Análisis de la información de forma lógica
- Representación de la información a través de abstracciones tales como modelos y simulaciones.
- Automatización de soluciones haciendo uso del pensamiento algorítmico

Así mismo, el Pensamiento Computacional es una actividad creativa humana, la abstracción permite centrarnos en la información realmente relevante según el nivel de detalle que necesitemos para comprender y resolver los problemas. Los algoritmos son herramientas para el desarrollo y expresan soluciones a cuestiones susceptibles de ser informatizadas. Los dispositivos digitales, sistemas y redes que los interconectan permiten y fomentan la resolución de problemas utilizando aproximaciones basadas en los ordenadores [30].

'L: Learning Culture' ('Cultura de aprendizaje'): En el modelo tradicional centrado en el profesor, éste es la fuente principal de información. En el modelo de aprendizaje invertido, hay una característica en donde la clase en el aula es centrada en el profesor, donde el tiempo de clase es para explorar temas con mayor profundidad y para la creación de oportunidades de aprendizaje más ricas, a través de diversas pedagogías centradas en el estudiante. Los alumnos participan activamente en la formación del conocimiento, a través de las oportunidades de participación y de la posibilidad de evaluar su aprendizaje de una manera que es personalmente significativa [31].

TABLA VIII.
Estudios incluidos en la revisión sistemática

| No | Característica |
|---|---|
| 1 | Reformular un problema a uno parecido que sepamos resolver por reducción, transformar, simular |
| 2 | Pensar recursivamente |
| 3 | Procesar en paralelo |
| 4 | Generalizar análisis dimensionalmente |
| 5 | Utilizar abstracción y descomposición en un problema complejo o diseño de sistemas complejos |
| 6 | Utilizar razonamiento heurístico para encontrar la solución |
| 7 | Planificar y aprender en presencia de incertidumbre |
| 8 | Elegir una correcta representación o modelo para hacer tratable el problema |

Fuente: autores

El pensamiento computacional (PC) se caracteriza por un conjunto de habilidades cognitivas que los profesionales. Estas habilidades están asociadas con los procesos cognitivos relacionados con la abstracción y descomposición necesarias para resolver problemas utilizando recursos computacionales y estrategias que involucran el diseño de algoritmos y otras habilidades [32].

Recientemente se ha debatido mucho en los círculos educativos sobre cómo se puede aprender el pensamiento computacional sin tener que tocar una computadora. Tiene variadas características como: el pensamiento computacional no se aplica exclusivamente a la computación, es una gran habilidad y una forma de pensar que puede aplicarse en muchos contextos. el pensamiento computacional permite a las personas trabajar en colaboración con computadoras [33]

De este modo, el concepto de pensamiento computacional es una competencia compleja de «alto nivel» relacionada con un modelo de conceptualización específica de los seres humanos que desarrolla ideas y vinculada con el pensamiento abstracto-matemático y con el pragmático-ingenieril que se aplica en múltiples aspectos de nuestra vida diaria [34].

Actualmente, proponen la inclusión del pensamiento computacional como un mecanismo inteligente para el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad, la innovación y la alfabetización digital. Realizan también una revisión de iniciativas, proyectos y herramientas que pueden ayudar al profesorado a incorporar el pensamiento computacional como un mecanismo de aprendizaje en sus entornos inteligentes [15]

Po lo tanto, el Pensamiento Computacional, se caracterizan en dar solución a un problema, y en el modelado de los aspectos centrales de problemas o sistemas complejos, pruebas sistemáticas y tomar medidas intencionadas para derivar soluciones [35]. A demás el pensamiento computacional es un proceso de pensamiento que utiliza los elementos de abstracción, generalización, descomposición, pensamiento algorítmico y depuración (detección y corrección de errores) [36].

## INICIATIVAS Y EXPERIENCIAS EDUCATIVAS PARA EL DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

El Pensamiento Computacional es una metodología basada en la implementación de los conceptos básicos de las ciencias de la computación para resolver problemas cotidianos, diseñar sistemas domésticos y realizar tareas rutinarias. Esta nueva forma de abordar los problemas nos permite resolver con eficacia y éxito problemas que de otra forma no son tratables por una persona [25].

Haciendo referencia a las iniciativas educativas encontramos: Ser incremental e iterativo (diseñar un proyecto no es un proceso limpio y secuencial en el que primero se identifica un concepto para el proyecto, luego se desarrolla un plan de diseño y posteriormente, se implementa el diseño del código) [1].

A través del pensamiento computacional el alumnado debe adquirir una nueva forma de expresión y comunicación, debe mejorar y utilizar nuevos modos de razonamiento para la resolución de problemas, debe utilizar el aprendizaje como un medio de mejora para alcanzar resultados, utilizar el trabajo cooperativo para superar dificultades, en definitiva, habilidades que son parte integrante de varias competencias clave. [37].

El pensamiento computacional no solo está relacionado con el área Computación, pero hace uso de ciertos conceptos y enfoques utilizados por la Computación para resolver problemas, como el uso del razonamiento lógico. [26].

En su libro de 2016, Algorithms to Live By: The Computer Science of Human Decisions, Brian Christian y Tom Griffiths describen el proceso convincente para el pensamiento computacional más allá del ámbito de aprender a codificar. Si bien los algoritmos específicos que analizan (búsqueda, clasificación, detención óptima, predicción, etc.) son útiles en sí mismos, el verdadero poder del pensamiento computacional radica en su enfoque sistemático para la depuración y resolución de problemas [12].

Por otra parte, el pensamiento computacional es una variante del dominio metodológico, que se conoce como resolución de problemas, y su resolución se puede implementar con computadoras [38]. En el campo de aplicación del pensamiento computacional en la educación superior sigue siendo fuente de investigación para diferentes aristas educativas no exclusivas de las ciencias de la computación [39]. A demás el pensamiento computacional se basa en resolver problemas haciendo uso de conceptos de informática, desarrollar esta habilidad es la tarea principal de las asignaturas de introducción a la programación en las carreras universitarias [40].

El objetivo del Pensamiento Computacional (PC) es desarrollar sistemáticamente las habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas con base en los conceptos de la computación. El PC refuerza los estándares educativos en todas las asignaturas para acrecentar la habilidad del aprendiz para solucionar problemas y comprometerse con pensamiento de orden superior [27].

El pensamiento computacional es un enfoque para resolver un problema que faculta a la integración de las tecnologías digitales con las ideas humanas [41], el pensamiento computacional está relacionado también con otros tipos de pensamiento, como el matemático, el lógico y el crítico, con los cuales también participa, puesto que comparte habilidades cognitivas comunes tales como el reconocimiento de patrones, abstracción, modelación y otras más. Su finalidad es que a partir del reconocimiento de los aspectos que nos rodean, de problemas reales de las actividades diarias o de las ciencias, propongamos soluciones aplicando herramientas informáticas [42].

Desarrollar destrezas computacionales, como es el caso del PC, va más allá de la mera adquisición de conceptos computacionales propios de la programación, también consiste en desarrollar habilidades de pensamiento lógico. Se trata de entender la realidad desde una perspectiva computacional, donde todo tiene un porqué matemático, el cual se resuelve a través del razonamiento [43].

El pensamiento computacional potencia habilidades relacionadas con la resolución creativa de problemas [44], tratando de pensar en una forma de pensar que propicia el análisis y la relación de ideas para la organización y la representación lógica de procedimientos. Esas habilidades se ven favorecidas con ciertas actividades y con ciertos entornos de aprendizaje desde las primeras etapas. Se trata del desarrollo de un pensamiento específico, de un pensamiento computacional [45].

Por consiguiente, frente a tal situación, tanto las instituciones como los docentes, conjuntamente, deben oponerse al mal uso de los sistemas, que hacen los estudiantes, y, más bien,

estimular el pensamiento computacional como un proyecto de crecimiento lógico de la realidad actual de la educación, el cual se explicará a continuación. En el Pensamiento Computacional, es necesario entender qué son el pensamiento y su dialéctica, que es lo que lo componen [46].

No basta solamente familiarizarse con el uso y manejo instrumental de las nuevas tecnologías, sino también incorporarlas a procesos de creación, innovación y gestión del conocimiento a través del pensamiento computacional [47].

Desarrollar destrezas computacionales, como es el caso del PC, va más allá de la mera adquisición de conceptos computacionales propios de la programación, también consiste en desarrollar habilidades de pensamiento lógico. Se trata de entender la realidad desde una perspectiva computacional, donde todo tiene un por qué matemático, el cual se resuelve a través del razonamiento [48].

El pensamiento computacional implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, recurriendo a los conceptos fundamentales de la informática. El pensamiento computacional incluye una variedad de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la informática [49]

Finalmente, el pensamiento computacional no debe limitarse a la implementación de una determinada asignatura dentro del currículo, cuando el mismo pensamiento computacional contribuye a la construcción de una ciudadanía en sociedades complejas e hiperconectadas [50].

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este articulo agradecen a todas las Universidades presentes por el apoyo brindado para la realización de esta investigación y quedan a la espera de que los resultados sean beneficiosos para las instituciones educativas involucradas en este estudio.

## CONCLUSIONES

El Pensamiento Computacional empleado como una estrategia didáctica de enseñanza/aprendizaje es un tema de investigación importante en el ámbito educativo y computacional, debido a su posible aplicación para aumentar los beneficios de aprendizaje especialmente en docentes y estudiantes de áreas de conocimiento técnico como las ciencias de la computación, y específicamente en formación inicial de maestros. Debido a la habitual complejidad en la enseñanza/aprendizaje del Pensamiento Computacional, se han expuesto diferentes enfoques que incorporan elementos de este tema. En este artículo se usó el método de revisión sistemática para recopilar, analizar y resumir los logros de investigación sobre el tema. Se inicia con el análisis de 100 artículos y, después de una cuidadosa inspección, se descartan 50 artículos que no cumplían con los criterios de inclusión y exclusión definidos. Los 50 trabajos restantes, fueron los que produjeron las evidencias para responder a las seis (6) preguntas de interés presentadas en el documento. De acuerdo con los hallazgos expuestos en la Sección 4, el Pensamiento Computacional es el enfoque central de aprendizaje presente en los estudios, los cuales dan respuesta a:

RQ1. Se definió el concepto de Pensamiento Computacional enfocándolo a la formación de docentes; lo que responde a RQ2 y RQ3. Se sintetizaron estudios que llevan la práctica del Pensamiento Computacional; respondiendo a RQ4 se encontraron denominaciones comunes de estrategias y metodologías de aprendizaje asociadas a cada estudio; respondiendo a RQ5. La revisión también arrojó una cantidad importante de aportes de la comunidad investigadora que sientan una buena base sobre tendencias y para trabajos futuros, dejando en claro que el Pensamiento Computacional se consolida cada vez más como una estrategia didáctica valida y pertinente, no solo para la enseñanza/aprendizaje de maestros, sino también para otras áreas del conocimiento incluyendo las ciencias de la computación; lo que da respuesta a RQ6.

De otra parte, se logró identificar un conjunto de estrategias o herramientas orientadas específicamente a apoyar el aprendizaje del Pensamiento Computacional. Estas son: Scratch , portales LearnScratch, Alice, Viple, Logo. Todas ellas están orientadas a la enseñanza de conceptos de programación mediante el diseño de actividades que favorecen la introducción a la resolución de problemas y mejorar las habilidades del Pensamiento Computacional.

A través del desarrollo de esta revisión sistemática, es posible brindar a la comunidad académica una visión general de la investigación sobre la importancia del Pensamiento Computacional en la formación de maestros como recurso didáctico para la enseñanza/aprendizaje. Además de mostrar el creciente número de publicaciones y una variedad de enfoques para tratar el tema, también identificamos un número relevante de contribuciones por parte de los investigadores. Esto, como se mencionó anteriormente, puede explotarse para abrir nuevas e importantes oportunidades para la investigación futura.

## REFERENCES


[1] E. Eva and E. Espino, "Estudio sobre diferencias de género en las competencias y las estrategias educativas para el desarrollo del pensamiento computacional A Study on Gender Differences in the Skills and Educational Strategies for the Development of Computational Thinking," RED. Rev. Educ. a Distancia, vol. 45, pp. 1–120, 2015.

[2] G. Città et al., "Computers & Education The e ff ects of mental rotation on computational thinking," vol. 141, no. May, 2019.

[3] A. Pérez and M. Ph, "Pensamiento computacional: rompiendo brechas digitales y educativas Computational thinking: breaking digital and educational gaps.," Rev. Educ. Mediática y TIC, vol. 7, no. 1, pp. 26–42, 2018.

[4] C. Outline, "Parallel programming and computational thinking," Program. Massively Parallel Process., pp. 369–386, 2017.

[5] P. Compañ-rosique, R. Satorre-cuerda, and R. Molina-carmona, "Enseñando a programar : un camino directo para desarrollar el pensamiento computacional Teaching Programming : A Direct Way to Develop the Computational Thinking," Rev. Educ. a Distancia, vol. 46, pp. 1–15, 2015.

[6] H. O. Pérez-Narváez and R. Roig-Vila, "Entornos de programación no mediados simbólicamente para el desarrollo del pensamiento computacional. Una experiencia en la formación de profesores de Informática de la Universidad Central del Ecuador," Rev. Educ. a Distancia, no. 46, 2015.

[7] A. N. Rangel Pico, O. J. Zambrano Valdivieso, Y. M. Rueda Mahecha, and F. A. Niño Liévano, "Habilidades para el siglo xxi, nuevos contextos, nuevas capacidades... ¿Está preparado el maestro Colombiano?," Boletín Redipe, vol. 6, no. 2, pp. 135–138, 2017.

[8] J. M. Cela-Ranilla, V. Esteve González, F. E. Mon, J. González Martínez, and M. Gisbert-Cervera, "El docente en la sociedad digital: Una propuesta basada en la pedagogía transformativa y en la tecnología avanzada," Profesorado, vol. 21, no. 1, pp. 403–422, 2017.

[9] P. J. Tedre, M., & Denning, "The long quest for computational thinking. In Proceedings of the 16th Koli Calling Conference on Computing Education Research," pp. 24–27, 2016.

[10] J. Carlos and G. Monsálvez, "Python como primer lenguaje de programación textual en la Enseñanza Secundaria Python as First Textual Programming Language in Secondary Education," vol. 18, no. 2, pp. 147–162, 2017.

[11] J. Valverde-Berrocoso, M. R. Fernández-Sánchez, and M. C. Garrido-Arroyo, "El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje," Rev. Educ. a Distancia, no. 46, 2015.

[12] "The Sugar Learning Platform : Affordances for Computational Thinking," Rev. Educ. a Distancia, vol. 54, 2017.

[13] M. C. Inspector and C. Aut, "Computational Science in the Educational," Av. en supervisión Educ., vol. 27, 2017.

[14] M. Zapata-ros, "Pensamiento computacional : Una nueva alfabetización digital Computational Thinking : A New Digital Literacy," Rev. Educ. a Distancia, vol. 46, pp. 1–47, 2015.

[15] E. V. Vidal, "La enseñanza de la informática , la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios The Teaching of Computer Science , Programming and Computational Thinking in Pre-University Studies," vol. 18, no. 2, p. 17, 2017.

[16] D. Torre, "Enseñando a programar por ordenador en la resolución de problemas de Física de Bachillerato en la resolución de problemas de Física de Bachillerato," Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulg. las Ciencias, vol. 15, p. 22, 2018.

[17] J. Alberto and Q. Figueiredo, "How to Improve Computational Thinking : a Case Study Cómo mejorar el pensamiento computacional : un estudio de caso 1 . Computational Thinking an Overview," vol. 18, pp. 35–51, 2017.

[18] R. Munoz, R. Villarroel, T. S. Barcelos, F. Riquelme, A. Quezada, and P. Bustos-valenzuela, "Skills in Adolescents with Autism Spectrum Disorder through Digital Game Programming," IEEE Access, vol. PP, no. c, p. 1, 2018.

[19] J. G. Martínez, M. E. Minguell, and M. P. Bosch, "in Pre-service Teachers," vol. 19, pp. 29–45, 2018.

[20] H. A. De la Fuente and A. Pérez García, "Evaluación del Pensamiento Computacional en Educación Primaria," Rev. Interuniv. Investig. en Tecnol. Educ., no. 3, pp. 25–39, 2017.

[21] S. Frantz, "Scientists slam rationale behind largest HIV vaccine trial," Nat. Rev. Drug Discov., vol. 3, no. 3, pp. 195–195, 2004.

[22] J. D. Martínez Díaz, V. Ortega Chacón, and F. J. Muñoz Ronda, "El diseño de preguntas clínicas en la práctica basada en la evidencia. Modelos de formulación," Enfermería Glob., vol. 15, no. 3, p. 431, 2016.

[23] O. Revelo, C. Collazos, and J. Jiménez, "El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura," TecnoLógicas, vol. 21, no. 41, pp. 115–134, 2018.

[24] J. Moreno-León, G. Robles, and M. Román-González, "Dr. Scratch: Análisis Automático de Proyectos Scratch para Evaluar y Fomentar el Pensamiento Computacional," Rev. Educ. a Distancia, no. 46, 2015.

[25] B. Olabe, O. Basogain, M. Ángel, O. Basogain, and J. Carlos, "Pensamiento Computacional a través de la Programación : Paradigma de Aprendizaje Computational Thinking Trough Programming : A Learning Paradigm," Rev. Educ. a Distancia, no. 46, pp. 1–33, 2015.

[26] C. C. O. M. El, M. Matte, and S. T. Miorelli, "ESTIMULANDO O COMPUTACIONAL COM O STIMULATING COMPUTATIONAL THINKING WITH THE LOGICANDO PROJECT," Rev. Obs., vol. 4, pp. 206–238, 2018.

[27] G. Dapozo, R. Petris, C. Greiner, M. C. Espíndola, A. M. Company, and M. López, "Capacitación en programación para incorporar el pensamiento computacional en las escuelas," pp. 113–121, 2016.

[28] G. De Luca, Z. Li, S. Mian, and Y. Chen, "Visual programming language environment for different IoT and robotics platforms in computer science education," Internet ofThings Intell. Devices Serv. Vis., vol. 3, pp. 119–130, 2018.

[29] E. SEGREDO, G. MIRANDA, and C. LEÓN, "Hacia la educación del futuro: El pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo," Educ. Knowl. Soc., vol. 18, no. 2, p. 33, 2017.

[30] N. Tecnologías and D. Información, "DE CONSUMIDOR A INVENTOR DE APLICACIONES CON MIT," Innovagogia 2016, pp. 1–10, 2016.

[31] Marcos Román González, "Codigoalfabetización y pensamento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un interumento y evaluacón de programas [tese de doutoramento]," Escuela Internacional de Doctorado EIDUNED, 2016.

[32] R. Munoz, T. S. Barcelos, and R. Villarroel, "CT4All : Enhancing Computational Thinking Skills in Adolescents with Autism Spectrum Disorders," IEEE Lat. Am. Trans., vol. 16, no. 3, pp. 909–917, 2018.

[33] A. C. M. DAMIAN FARROW, JOSEPH BAKER, "Computional thinking is the thought processes involved in problem - solving so tha the solutions are represented in a from that can be effectively carried out by an information - processing agent," Nhk技研, vol. 151, no. December, pp. 10–17, 2015.

[34] J. Valverde-Berrocoso, M. R. Fernández-Sánchez, and M. C. Garrido-Arroyo, "El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje," Rev. Educ. a Distancia, no. 46, p. 50, 2015.

[35] V. J. Shute, C. Sun, and J. Asbell-clarke, "Demystifying computational thinking," Educ. Res. Rev., vol. 22, pp. 142–158, 2017.

[36] C. Angeli and N. Valanides, “Developing young children’s computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy,” Comput. Human Behav., p. 63, 2019.
[37] M. C. Inspector and C. Aut, “COMPUTATIONAL SCIENCE IN THE EDUCATIONAL,” Revisra "Avances en supervisión Educ., vol. 27, p. 21, 2017.
[38] A. Isaac, “An approach from the logic of the education to the computational thinking,” Sophia colección Filosogia la Educ., vol. 21, pp. 161–176, 2016.
[39] A. Rojas-lópez, “Intervención de tres estrategias educativas para cursos de programación en educación superior Intervention of Three Educational Strategies for Higher Education Programming Courses,” vol. 18, pp. 21–34, 2017.
[40] M. R. Dávila, “Comparativa de Abordajes de Cursos Introductorios de Programación,” vol. 4, no. 3, pp. 143–158, 2016.
[41] J. Manuel and S. López, “Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria,” 2017.
[42] P. Narváez and H. Omar, “Entornos de programación no mediados simbólicamente para el desarrollo del pensamiento computacional . Una experiencia en la formación de profesores de Informática de la Universidad Central del Ecuador,” RED. Rev. Educ. a Distancia, vol. 46, pp. 1–22, 2015.
[43] M. Álvarez Rodríguez, “Desarrollo del pensamiento computacional en educación primaria : una experiencia educativa con scratch,” UTE. Rev. Ciencias la Educ., no. 2, pp. 45–64, 2017.
[44] M. P. Palencia, “El pensamiento computacional y la resolución de problemas: una apuesta pedagógica en el siglo XXI,” Sist. Universidades estatales del Caribe, pp. 64–73, 2017.
[45] M. Zapata-Ros, “Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital,” Rev. Educ. a Distancia, vol. 46, no. 46, p. 89, 2015.
[46] A. I. Rincón Rueda and W. D. Ávila Díaz, “Una aproximación desde la lógica de la educación al pensamiento computacional,” Sophía, vol. 2, no. 21, p. 161, 2016.
[47] J. A. Balladares Burgos, M. R. Avilés Salvador, and H. O. Pérez Narváez, “Del pensamiento complejo al pensamiento computacional: retos para la educación contemporánea,” Sophía, vol. 2, no. 21, p. 143, 2016.
[48] M. Álvarez Rodríguez, “Desarrollo del pensamiento computacional en educación primaria : una experiencia educativa con scratch,” UTE. Rev. Ciencias la Educ., no. 2, pp. 45–64, 2017.
[49] S. I. Swaid, “Bringing computational thinking to STEM education,” Procedia Manuf., vol. 3, no. Ahfe, pp. 3657–3662, 2015.
[50] U. T. E. Quito-ecuador, “Complex thinking to computational thinking : contemporary challenges in education,” 2016.