



**FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS  
CARRERA DE PEDAGOGÍA EN MATEMÁTICA Y FÍSICA**

**TÍTULO DEL PROYECTO**

**PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y ACTIVIDADES CON PROGRAMACIÓN  
EN EL AULA DE MATEMÁTICAS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**Estudiante :.....Wilfredo José Siles Chávez**

**Tutora :.....Mg. Nathaly Angélica Arias Bacarreza**

**IQUIQUE - CHILE**

**Agosto 2023**

## ÍNDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Pensamiento computacional y actividades para su desarrollo .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Programación .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Actividades con Programación para el desarrollo del Pensamiento Computacional.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Relación entre el Pensamiento Computacional y las Matemáticas .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Planteamiento de la revisión.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Metodología de investigación .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Fuentes de información.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Criterios de elegibilidad.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3. Estrategia de búsqueda .....</b>	<b>7</b>
<b>3.4. Proceso de selección de los estudios .....</b>	<b>8</b>
<b>3.5. Proceso de extracción de los datos .....</b>	<b>9</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>10</b>

## 1. Introducción

En la actualidad, la educación no es indiferente a la evolución tecnológica, ni tampoco al concepto de una sociedad conectada e influenciada por el internet, los cuales han llegado para cambiar la manera en que vivimos (Castañeda, 2023).

En este contexto, surge el concepto de Pensamiento Computacional (PC) como un componente cultural necesario en la sociedad actual (Zapata-Ros, 2018), pese a que continúa la discusión sobre su definición, potencialidades y alcances. Al respecto, Games & Kane (2011) sugieren que las personas deben pensar computacionalmente y saber desenvolverse en las áreas de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (también conocidas como STEM<sup>1</sup>). En respuesta a este requerimiento, algunos países de Latinoamérica han comenzado a incorporar en sus políticas educativas el desarrollo del PC como parte de las competencias digitales para el siglo XXI (Uscanga, et al., 2019). A su vez, Pérez y Urrea (2022) destacan la tendencia actual a la inserción del PC en instancias más tempranas de la educación formal.

### 1.1. Pensamiento computacional y actividades para su desarrollo

La informática e ingeniera norteamericana Jeannette Wing, fue la primera en utilizar la expresión “pensamiento computacional” para referirse a la manera en que piensa un científico de computadoras y lo favorable que puede ser pensar de esta forma. Wing (2010) define el PC como “...el proceso de pensamiento envuelto en formular un problema y sus soluciones de manera que las soluciones son representadas de una forma en que pueden ser llevadas a un agente de procesamiento de información” (p. 1). Desde esta perspectiva, el PC se considera un proceso cognitivo a través del cual se establece un problema y se determina una posible solución mediante una serie de instrucciones a ser ejecutadas, ya sea por una computadora, un humano o ambos.

En la misma línea, Aho (2012) define al PC como un conjunto de procesos de pensamiento envueltos en la formulación de problemas para que sus soluciones sean representadas como algoritmos computacionales. En contraste, Pérez Angulo (2021) afirma que el PC se refiere más que solo la emergencia de procesos cognitivos, pues “implica el desarrollo de una actitud transdisciplinaria y una capacidad de extrapolación para la resolución de problemas en diferentes contextos” (p. 121).

En el PC, existen cuatro habilidades o fases distinguibles a nivel procedimental que incluyen la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño algorítmico (Valverde, et al., 2015). Igualmente, los trabajos de Pérez Angulo (2021) y Casanova (2021) coinciden que las cuatro habilidades identificadas en el PC son:

- **Descomposición:** consiste en el fraccionamiento de un problema o actividad en sus partes constituyentes, para facilitar su comprensión, planificación y ejecución.
- **Reconocimiento de Patrones:** consiste en la identificación de similitudes entre diferentes problemas o actividades, con el propósito de usar soluciones o actividades previas para acelerar la resolución del problema o la ejecución de la actividad.

---

<sup>1</sup> STEM: siglas en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (Science, Technology, Engineering & Mathematics).

- **Abstracción:** consiste en la identificación de información relevante y descartar aquella que es innecesaria, para la comprensión del problema o actividad.
- **Algoritmo:** se asocia con el diseño de una estrategia de resolución o la ejecución de una actividad, mediante la secuencia ordenada de instrucciones claras y precisas, las cuales pueden tener características de bifurcación y repetición en su implementación.

## 1.2. Programación

Para Román González (2014), la programación es una competencia requerida para pensar computacionalmente, y programar es la capacidad de leer y escribir en un lenguaje que sea entendido por las computadoras. Al mismo tiempo, el proceso de programación es una actividad cognitiva que demanda habilidades matemáticas tales como la abstracción, la generalización y el uso de lenguajes simbólicos (Inzunza & Rocha-Ruiz, 2020).

## 1.3. Actividades con Programación para el desarrollo del Pensamiento Computacional

Conforme a Rondón Barragán (2020) y Álamo Venegas, et al. (2021), en el presente escenario escolar existe una tendencia a realizar actividades en clase que involucren el uso o interacción de un dispositivo digital, con el objeto de alcanzar una introducción a la programación. Así también, estas actividades comúnmente llamadas actividades conectadas, permiten trabajar en entornos informáticos, lenguajes de programación, simuladores y plataformas digitales, los que fomentan las habilidades propias del PC (Sanabria Peña, 2022). En este sentido, Compañ-Rosique, et al. (2015), plantean que la forma más efectiva de desarrollar el PC es realizar actividades en un lenguaje de programación (Programming Language).

Ahora bien, Brennan & Resnick (2012) y Lye & Koh (2014) aseguran que actividades como la programación basada en bloques (Block-Based Coding) mediante Scratch, BeetleBlocks, Code.org, etc.; y la programación robótica (Robotic Coding) mediante Arduino, Lego Mindstorms Educativo EV3, etc.; incorporados en la enseñanza básica contribuyen a que los alumnos adquieran habilidades del PC. Sobre el particular, Hunsaker (2020) afirma que la inclusión de la programación robótica brinda muchas oportunidades para integrar conceptos matemáticos y del PC en los estudiantes. Es más, la incorporación de la programación en los lenguajes Python, Java, C++, etc.; fomentan las competencias del PC en la enseñanza superior y la enseñanza de adultos (Cabrera Delgado, 2015).

Así entonces, los grupos de actividades con programación para el desarrollo del PC son:

- Programación Basada en Bloques (Block-Based Coding)
- Programación Robótica (Robotic Coding)
- Programación en lenguajes generales

## 1.4. Relación entre el Pensamiento Computacional y las Matemáticas

De acuerdo a Moursund (2007), el PC es considerado como la forma de hacer cálculos computacionales, que ayudan al modelado, la representación y la resolución de problemas matemáticos. De esta forma, el PC se aproxima hacia la resolución de problemas mediante el uso de determinadas estrategias como: la organización y análisis lógico de los datos, la representación mediante abstracciones y la automatización de las soluciones

a través de algoritmos (González-González, 2019). En otras palabras, el PC se relaciona con la Matemática por la aplicación de metodologías de resolución de problemas, porque involucran el reconocimiento de patrones en sus estructuras (reconocimiento de objetos o elementos); involucran procesos de descomposición (división de problemas en partes más pequeñas); diseñan sus propios algoritmos (elaboración de procesos a partir de pasos específicos); y emplean la modelización (traducen fenómenos del mundo real en abstracciones matemáticas y/o relaciones informáticas) (Liu & Wang, 2010).

Por otro lado, Steve Jobs dijo: “todo el mundo debería aprender a programar... deberían aprender un lenguaje de programación, porque eso te enseña a pensar”<sup>2</sup>. En la actualidad, existen investigaciones que exponen el beneficio y la importancia que tiene la incorporación del PC en las aulas, tomando en consideración el aspecto técnico ligado a la programación; por ejemplo, Barrera (2013) describe como Wilson, et al. (1993) indica cuan benefactor es la programación en la matemática: “La programación... puede mejorar la comprensión del estudiante sobre las matemáticas relacionadas con una solución. Esto implica abrirle un espacio a la programación en el estudio de las matemáticas, pero enfocándose en los problemas matemáticos y en el uso del computador como una herramienta para solucionar problemas de esta área” (p. 6682). Asimismo, Del Mar Sánchez-Vera y González-Martínez (2019), muestran la importancia de la programación en la educación indicando que: “es necesario abordar a nivel metodológico el potencial que tiene usar la programación y la robótica, de manera coherente en el currículo educativo” (p. 9).

Finalmente, según la OCDE<sup>3</sup> (2020), las políticas y lineamientos de PISA<sup>4</sup> 2021 que enmarcan el uso de las TIC<sup>5</sup> por parte de estudiantes y docentes en la escuela, solicitan con especial interés la inclusión de las TIC como herramienta para adquirir habilidades matemáticas y, al mismo tiempo, hacer referencia explícita del PC como una competencia TIC dentro del programa curricular de Matemáticas. Además, en el caso particular de las “Bases Curriculares de 3° y 4° medio” en Chile, el PC y la programación se encuentran como asignaturas de profundización en el área de las Matemáticas (MINEDUC, 2020). Así entonces, estas políticas de educación tienen su aplicación en el documento “La Ruta de Aprendizaje para el Pensamiento Computacional”, guía elaborada por el MINEDUC (2022), donde se busca establecer la relación entre los contenidos matemáticos y la intervención gradual de elementos de programación cuando se realizan actividades para el desarrollo del PC. En tal sentido, conforme a Rich (2017, 2018, 2020), se definen cinco elementos básicos de la programación que un estudiante debe trabajar en las actividades para el desarrollo del PC y los cuales son: secuencia, repetición, condiciones, descomposición y variables. Estos elementos básicos constituyen las estructuras principales para la creación de los algoritmos en el PC (Monjelat, 2019).

---

<sup>2</sup> Palabras de Steve Jobs en la entrevista con el periodista Robert Cringely en 1995.

<sup>3</sup> OCDE siglas de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

<sup>4</sup> PISA siglas en inglés de Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (Programme for International Student Assessment).

<sup>5</sup> TIC siglas de Tecnologías de la Información y Comunicación.

## 2. Planteamiento de la revisión

Dado los antecedentes expuestos, así como el creciente interés que tiene el PC en el aula de clase y que la programación está siendo considerado más a menudo dentro de las actividades para el desarrollo del PC, entonces se hace necesario conocer la situación de aquellos estudios o investigaciones dedicados al desarrollo o incorporación del PC en el aula de matemáticas, que realicen actividades con programación utilizando elementos básicos de programación, según las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué elementos de programación están presentes en las investigaciones centradas en el desarrollo del PC en el aula de matemáticas?
2. ¿Qué contenidos matemáticos se vinculan con estos elementos de programación presentes?
3. ¿En qué nivel educativo se aplican estos elementos de programación presentes?

## 3. Metodología de investigación

La Revisión Sistemática (RS) es una herramienta científica que se utiliza para resumir, evaluar y comunicar aquellos resultados e implicaciones de las investigaciones existentes sobre un asunto de interés (Mesa, 2013). Así pues, la presente RS está constituida bajo el enfoque PRISMA<sup>6</sup>, la cual es una metodología que proporciona una estructura detallada para la identificación, selección, evaluación y síntesis de la literatura existente sobre un tema específico (Page, et al., 2021).

### 3.1. Fuentes de información

Para comenzar a responder las preguntas de investigación, se tomaron en cuenta las siguientes bases de datos académicas y/o de investigación: Scopus Elsevier, WoS (Web of Science), ERIC (Education Resources Información Center), SciELO (Scientific Electronic Library Online), Latin-index y Funes (repositorio de investigación en educación matemática).

### 3.2. Criterios de elegibilidad

Debido a las distintas características de los gestores de datos de las fuentes de información, se definieron dos categorías de criterios generales para ser ejecutados en las consultas de búsqueda sobre dichos gestores, los cuales son:

#ID	CRITERIO GRAL.	DESCRIPCIÓN
CG1	Tópico principal	Pensamiento computacional (computational thinking) como el concepto central
CG2	Tópicos adyacentes	Matemáticas (math*), actividades (activit*), programación (programm*) y otros conceptos relativos.

<sup>6</sup> PRISMA: siglas en inglés de Elementos de Informes Preferidos para revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)

De la misma forma, se definieron cuatro categorías de criterios de inclusión para filtrar los resultados obtenidos de dichos gestores, los cuales son:

#ID	CRITERIO DE INCLUSIÓN	DESCRIPCIÓN
CI1	Tipo de estudio	Los estudios o investigaciones deben estar publicados en revista científica y evaluadas por revisión de pares (ARTICLES).
CI2	Disponibilidad	Los estudios o investigaciones deben estar en línea y en modalidad de acceso libre (OPEN ACCESS).
CI3	Periodo de tiempo	Los estudios o investigaciones deben encontrarse publicados dentro del periodo de 2018 a 2022.
CI4	Idioma	Los estudios o investigaciones deben estar escritas en español, inglés o portugués.

### 3.3. Estrategia de búsqueda

El proceso de búsqueda se inició con los criterios generales el 27 de agosto de 2023 en las fuentes de información consignadas, obteniendo los siguientes resultados:

FUENTE	CANTIDAD REGISTROS	CADENA DE CONSULTA
Scopus	208	( TITLE-ABS-KEY ( "computational thinking" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "programm*" OR "algorith*" OR "robot*" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "activit*" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "math*" ) )
WoS	106	"computational thinking" (Topic) and "programm*" OR "algorith*" OR "robot*" (Topic) and "activit*" (Topic) and "math*" (Topic)
ERIC	242	computational + thinking + programming + activities + math & ff1=subMathematics+Instruction
SciELO	7	(computational thinking) AND (programm* OR algorith* OR robot*) AND (activit* OR class*) AND (math*)
Latin-index	0	computational thinking
Funes	1	Título que contienen "computational thinking" Y Resumen que contienen "computational thinking"
<b>TOTAL</b>	<b>564</b>	

Luego, se procedió a aplicar los criterios de inclusión en cada uno de los gestores, obviamente en la medida de lo permitido, obteniendo los siguientes resultados:

FUENTE	CANTIDAD REGISTROS	CRITERIOS DE INCLUSIÓN
Scopus	29	CI1 + CI2 + CI3 + CI4
WoS	37	CI1 + CI2 + CI3 + CI4
ERIC	17	CI2 + CI3
SciELO	6	CI3
Funes	1	
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	

### 3.4. Proceso de selección de los estudios

En esta etapa se procedió a la revisión exhaustiva de la documentación recopilada en los resultados y se definieron dos categorías de criterios de exclusión para depurar la documentación acumulada, los cuales son:

#ID	CRITERIO DE EXCLUSIÓN	DESCRIPCIÓN
CE1	Duplicidad	Los estudios o investigaciones deben ser únicos, es decir, sin duplicados.
CE2	Contenido ambiguo	Los estudios o investigaciones deben estar en coherencia con la temática de la presente RS.
CE3		

Posteriormente, se procedió a aplicar los criterios de exclusión en los 90 registros recopilados, obteniendo los siguientes resultados:

FUENTE	CANTIDAD REGISTROS	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Scopus	29	
WoS	12	CE1
ERIC	15	CE1 + CE2
SciELO	6	
Funes	1	
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	



### **3.5. Proceso de extracción de los datos**

## REFERENCIAS

- Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *The computer journal*, 55(7), 832-835.
- Álamo Venegas, J. J., Alonso Díaz, L., Yuste Tosina, R., & López Ramos, V. M. (2021). La Dimensión Educativa de la robótica: Del Desarrollo del Pensamiento al Pensamiento Computacional en el aula. *Campo abierto*.
- Barrera, L. (2013). Algoritmos y programación para la enseñanza y aprendizaje de la matemática escolar.
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., & Grimley, M. (2009). Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20-29.
- Bell, T., & Vahrenhold, J. (2018). CS unplugged—how is it used, and does it work?. *Adventures between lower bounds and higher altitudes: essays dedicated to Juraj Hromkovič on the occasion of his 60th birthday*, 497-521.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association*, Vancouver, Canada (Vol. 1, p. 25).
- Cabrera Delgado, J. M. (2015). Programación informática y robótica en la enseñanza básica. *Avances en supervisión educativa*.
- Casanova, L. (2021). Desarrollo de Pensamiento Computacional: una perspectiva taxonómica. (Tesis de Maestría). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Castañeda, A. M. (2023). Pensamiento computacional para una sociedad 5.0. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 111-140.
- Compañ-Rosique, P., Satorre-Cuerda, R., Llorens-Largo, F., & Molina-Carmona, R. (2015). Enseñando a programar: un camino directo para desarrollar el pensamiento computacional. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46).
- Del Mar Sánchez-Vera, M., & González-Martínez, J. (2019). Pensamiento computacional, Robótica y Programación en educación. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*.
- Games, A., & Kane, L. (2011). Exploring Adolescent's STEM Learning through Scaffolded Game Design, 1–8. Gómez, V. M. (1995).
- González-González, C. S. (2019). State of the art in the teaching of computational thinking and programming in childhood education. *Education in the Knowledge Society*, 20, 1-15.
- González Martínez, J., Estebanell Minguell, M., & Peracaula Bosch, M. (2018). ¿Robots o programación?: el concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the knowledge society: EKS*.
- Hunsaker, E. (2020). Computational thinking. *The K-12 educational technology handbook*.

- Inzunza, S. & Rocha-Ruiz, E. (2020). La robótica como herramienta didáctica para la enseñanza de introducción a la programación en educación superior. In book: Interdisciplinariedad en educación. Perspectivas para su comprensión, 65.
- Liu, J., & Wang, L. (2010, March). Notice of Retraction: Computational thinking in discrete mathematics. In 2010 Second International Workshop on Education Technology and Computer Science (Vol. 1, pp. 413-416). IEEE.
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. Computers in Human Behavior, 41, 51-61.
- Mesa, N. F. (2013). Revisión sistemática o revisión narrativa?. Ciencia y Salud virtual, 5(1), 1-4.
- MINEDUC (2020). Bases Curriculares 3° y 4° medio. Decreto Supremo de Educación N° 193/2019.
- MINEDUC (2022). “La Ruta de Aprendizaje para el Pensamiento Computacional”. Desarrollado por el Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad de Chile, en representación del grupo de investigación Rethinking Education by Advancing Computational Thinking (REACT), en conjunto con el Centro de Innovación del Ministerio de Educación de Chile. Última actualización: abril de 2022.
- Monjelat, N. (2019). Enseñanza de la programación en la formación docente: pautas pedagógicas desde una experiencia con maestros de primaria. In I Simposio Argentino de Educación en Informática (SAEI 2019)-JAIIO 48 (Salta).
- Moursund, D. G. (2006). Computational thinking and math maturity: Improving math education in K-8 schools. D. Moursund.
- OECD. (2020). PISA 2021 ICT Framework. <https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2021-ICT-framework.pdf>.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. International journal of surgery, 88, 105906.
- Pérez Angulo, J. A. (2021). Percepción de estudiantes universitarios sobre el pensamiento computacional. REDU: revista de docencia universitaria.
- Pérez, C. A. & Urrea, L. M. (2022). Efectos de las actividades conectadas y desconectadas en el desarrollo del pensamiento computacional y en la aplicación de conceptos computacionales durante la solución de problemas de programación siguiendo el modelo de progresión de tres estados.
- Rich, K. M., Strickland, C., Binkowski, T. A., Moran, C., & Franklin, D. (2017, August). K-8 learning trajectories derived from research literature: Sequence, repetition, conditionals. In Proceedings of the 2017 ACM conference on international computing education research (pp. 182-190).

- Rich, K. M., Binkowski, T. A., Strickland, C., & Franklin, D. (2018, August). Decomposition: A K-8 computational thinking learning trajectory. In Proceedings of the 2018 ACM conference on international computing education research (pp. 124-132).
- Rich, K. M., Franklin, D., Strickland, C., Isaacs, A., & Eatinger, D. (2022). A learning trajectory for variables based in computational thinking literature: Using levels of thinking to develop instruction. *Computer Science Education*, 32(2), 213-234.
- Román González, M. (2014). Aprender a programar “apps” como enriquecimiento curricular en alumnado de alta capacidad. *Bordón: revista de pedagogía*.
- Rondón Barragán, G. A. (2020). Propuesta para desarrollar habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de décimo grado del colegio facundo navas mantilla (tesis de maestría). Repositorio Institucional UNAB.
- Sanabria Peña, J. A. (2022). Efecto en el desarrollo del pensamiento computacional a través de una actividad tecnológica escolar que promueve un sistema Mocap.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational research review*, 22, 142-158.
- Stacey, K. (2006). What is mathematical thinking and why is it important.
- Uscanga, E. A. V., Bottamedi, J., & Brizuela, M. L. (2019). Pensamiento computacional en el aula: el desafío en los sistemas educativos de Latinoamérica. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*.
- Valverde, J., Fernández, M. y Garrido, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, 46(3), 1-18.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 3. Pág. 35.
- Wing, J. M. (2010). Computational thinking: What and why?. *The link-The Magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science*.
- Zapata-Ros, M. (2018). El pensamiento computacional en la transición entre culturas epistemológicas. ISSN 2386-8562. Blog RED El aprendizaje en la Sociedad del Conocimiento.