



# Desarrollo de un modelo de evaluación del pensamiento computacional en la resolución de problemas matemáticos en educación básica secundaria y media.

## Development of an evaluation model for computational thinking in solving mathematical problems in basic secondary and middle education.

Jorge Didier Obando-Montoya<sup>1</sup>, Johnatan Castro-Gómez<sup>2</sup>, Cesar Ernesto Zapata-Molina<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Tecnológico de Antioquia, Medellín - Colombia

Recibido: 09 de febrero de 2025.

Aceptado: 20 de julio de 2025.

Publicado: 01 septiembre de 2025.

**Resumen-** La necesidad de explorar métodos y estrategias que posibiliten enseñar a los estudiantes en educación básica secundaria y media a resolver problemas matemáticos, con el fin de disminuir los bajos niveles en el área de matemática en las pruebas nacionales e internacionales, ha conllevado en el presente estudio a plantearnos como objetivo, construir un modelo de evaluación del pensamiento computacional y la resolución de problemas matemáticos en educación básica secundaria y media. Las dificultades de los estudiantes en educación básica secundaria y media, en la resolución de problemas matemáticos, relacionados con procesos memorísticos, la falta de implementar habilidades para resolver problemas, se evidencia a nivel nacional a través de los bajos resultados en la prueba del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación Superior (ICFES), y el bajo desempeño a nivel internacional en la prueba del programa para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). Esto ha conllevado a explorar otros métodos y estrategias didácticas que puedan ser implementadas por los docentes de matemática en sus clases para tratar de disminuir esta problemática. Por tanto, en el presente estudio se propuso una metodología cualitativa, donde se planteó desde las bases teóricas el modelo de evaluación, mediante la revisión sistemática de la literatura a través de un análisis bibliométrico y de contenido. Los hallazgos conllevaron de desarrollar el modelo de evaluación implementando las dimensiones del pensamiento computacional en relación con la resolución de problemas matemáticos en educación básica secundaria y media con las dimensiones que corresponden a, la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción, el diseño de algoritmos, además de las dimensiones centrales de la resolución de problemas matemáticos con herramientas computacionales o conectadas y la resolución de problemas matemáticos sin herramientas computacionales o desconectada.

**Palabras clave:** pensamiento computacional, resolución de problemas matemáticos, educación básica secundaria, educación media.

**Abstract—** The need to explore methods and strategies that enable students in lower and upper secondary education to solve mathematical problems, in order to reduce the low levels in mathematics on national and international tests, has led this study to set as its objective the construction of an evaluation model for computational thinking and mathematical problem-solving in lower and upper secondary education. The difficulties students in lower and upper secondary education face in solving mathematical problems, related to rote memorization and a lack of problem-solving skills, are evident at the national level through low results on the Colombian Institute for the Evaluation of Higher Education (ICFES) test, and at the international level through low performance on the Programme for International Student Assessment (PISA). This has led to the exploration of other teaching methods and strategies that mathematics teachers can implement in their classes to try to mitigate this problem. Therefore, this study proposed a qualitative methodology, establishing the evaluation model from theoretical foundations through a systematic literature review using bibliometric and content analysis. The findings led to the development of the evaluation model, implementing the dimensions of computational thinking in relation to mathematical problem-solving in basic secondary and upper secondary education. These dimensions include problem decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithm design, as well as the core dimensions of solving mathematical problems with computational or connected tools and solving mathematical problems without computational or disconnected tools.

**Keywords:** computational thinking, mathematical problem solving, basic secondary education, secondary education.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jorge.obando@correo.tdea.edu.co](mailto:jorge.obando@correo.tdea.edu.co) (Jorge Didier Obando Montoya).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Como citar este artículo: J. D. Obando-Montoya, J. Castro-Gómez y C. E. Zapata-Molina, "Desarrollo de un modelo de evaluación del pensamiento computacional en la resolución de problemas matemáticos en educación básica secundaria y media", Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, vol. 13, no. 3, pp. 01-11 2025, doi: [10.15649/2346030X.5857](https://doi.org/10.15649/2346030X.5857)

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las pruebas estandarizadas Saber 11 por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), ha permitido evaluar las capacidades de acuerdo con las competencias establecidas por el Ministerio de Educación Nacional a los estudiantes de grado undécimo de todo el país. Los resultados permiten analizar los avances y las dificultades en la adquisición de saberes, desarrollo de capacidades, conocimientos, resolución de problemas y competencias de cada una de las áreas, entre las cuales se incluye el área de matemática [1]. Desde la revisión de la literatura no se ha observado desde el año 2016 hasta el año 2022, avances significativos en los resultados de matemática, lo que promueve la exploración de estrategias y métodos didácticos que permitan mejorar los resultados relacionados con la resolución de problemas matemáticos (RPM) a nivel nacional [2].

Desde el ámbito internacional, se ha buscado mejorar la calidad en el sistema educativo a través de Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA). Particularmente, Colombia como país invitado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), ha participado en esta prueba desde el año 2006 hasta el 2022, evidenciando puntajes que no superan el nivel 1, los cuales se relacionan con la capacidad para resolver situaciones en contextos cercanos a los estudiantes, donde tienen toda la información para llevar a cabo procesos matemáticos que se deducen a partir de la situación planteada.

Esta realidad, se contrasta con otros estudios internacionales a nivel de secundaria, donde se observan dificultades de los estudiantes para reconocer el significado de las variables y procedimientos a seguir para la resolución de los problemas matemáticos, además de dificultades para desarrollar problemas aritméticos relacionados con procesos algebraicos, el manejo de propiedades numéricas, el aprendizaje memorístico, procedimientos matemáticos repetitivos, lo cual limita a los estudiantes a la adquisición de habilidades de razonamiento, la argumentación y la creatividad, debido de la ausencia de estrategias didácticas que promuevan la implementación de habilidades como el análisis, la síntesis, la argumentación, la interpretación, la generalización, la jerarquización de procesos, consideradas como habilidades fundamentales en la RPM [3], [4].

Con el fin analizar la situación planteada y partiendo de lo establecido en la revisión de la literatura, se ha considerado explorar como el pensamiento computacional influye en la resolución de problemas matemáticos en educación básica secundaria y media, debido a que se ha catalogado como una manera de pensar que permite resolver problemas [5], [6], por medio de herramientas computacionales [7], [8], [9] y sin herramientas computacionales [10], [11]. Con el fin explorar la influencia del PC en la RPM, que responda al contexto social y cultural, en el presente estudio se tiene como objetivo, construir un modelo de evaluación del pensamiento computacional y la resolución de problemas matemáticos en educación básica secundaria y media.

## II. MARCO TEÓRICO

### *Pensamiento computacional.*

El pensamiento computacional se define como una forma de pensar que involucra la formulación y descomposición de problemas, la estructuración y comunicación de las soluciones tal que pueden ser entendidas por humanos y procesadas por máquinas [12]. Se destaca que el PC en la época de los sesenta y setenta se denominaba enfoque de pensamiento procedimental [13], a través de cual se buscó potenciar en los estudiantes el desarrollo de habilidades cognitivas [14]. Este enfoque fue retomado por [15], que a partir de sus estudios y lo denominó el PC, el cual buscó articular con el currículo. En la actualidad, las dimensiones relacionadas con el PC toman un papel importante y fundamental en el desarrollo educativo [16]. Esto se contrasta desde la teoría, en la que sugieren su implementación en áreas como la informática, las ciencias y la matemática [10]. Además, estas dimensiones se implementan tanto con herramientas computacionales [7], y sin herramientas computacionales [10].

### *Resolución de problemas.*

La resolución de problemas se concibe como un proceso que permite a los estudiantes adquirir confianza en el manejo de la matemática, aumentando su capacidad de comunicarse matemáticamente y desarrollar sus habilidades [17], [18]. A lo largo de la historia se han implementado de forma recurrente para la resolución de problemas matemáticos métodos sin computador, como el método [19], el método [20], y con herramientas computacionales [21]. Algunos métodos como el Polya, consisten en una secuencia de pasos donde se busca inicialmente comprender el problema, que conlleva a desarrollar un plan, ejecutar el plan y finalmente verificar la respuesta; se ha implementado como proceso que mejora la comprensión de la resolución de problemas matemáticos, para potenciar el pensamiento y razonamiento lógico en los estudiantes de secundaria [22]. A diferencia del método Polya, el proceso propuesto por Schoenfeld, retoma algunos de sus planteamientos, pero establece que la misma estructura heurística no se puede aplicar a todos los problemas, siendo necesario dentro de sus dimensiones, desarrollar de forma continua la metacognición con tal de permitirle a los estudiantes establecer las estrategias generales que puedan ser útiles en la resolución de un problema matemáticos [23], [24].

## III. METODOLOGÍA O PROCEDIMIENTOS

Para la elaboración del modelo de evaluación se abordó una metodología cualitativa [25]. Igualmente, se consideraron los aportes de la teoría del test para la construcción de cuestionarios de Crocker y Algina [26].

Inicialmente se realizó un análisis bibliométrico y de contenido. Para el análisis bibliométrico, se creó la ecuación de búsqueda siguiendo la técnica de Citación Pearl Growing [27], usando el indexador Scopus entre el 2015 y 2025, en el cual se encontraron 582 registros utilizando la siguiente ecuación de búsqueda:

(“computational thinking” OR “computational skills” OR “computational problem solving” OR “computational thinking problem solving skills” OR “dimensions of computational thinking in problem solving”) AND (“mathematical problem solving” OR “problem solving in mathematics” OR “math problem solving” OR “problem solving”) AND (“secondary education” OR “middle school” OR “high school”)

Luego, se procesaron los datos en el software VosViewer versión 1.6.20, para identificar conexiones e indicadores de coocurrencia. Posteriormente, se definieron como unidades de análisis, los títulos, resúmenes, palabras claves y enfoques metodológicos centrados en la definición de PC y RPM para ser filtrados mediante el método PRISMA [28], para la filtración de documentos y proceder al análisis de contenido (ver Figura 1).

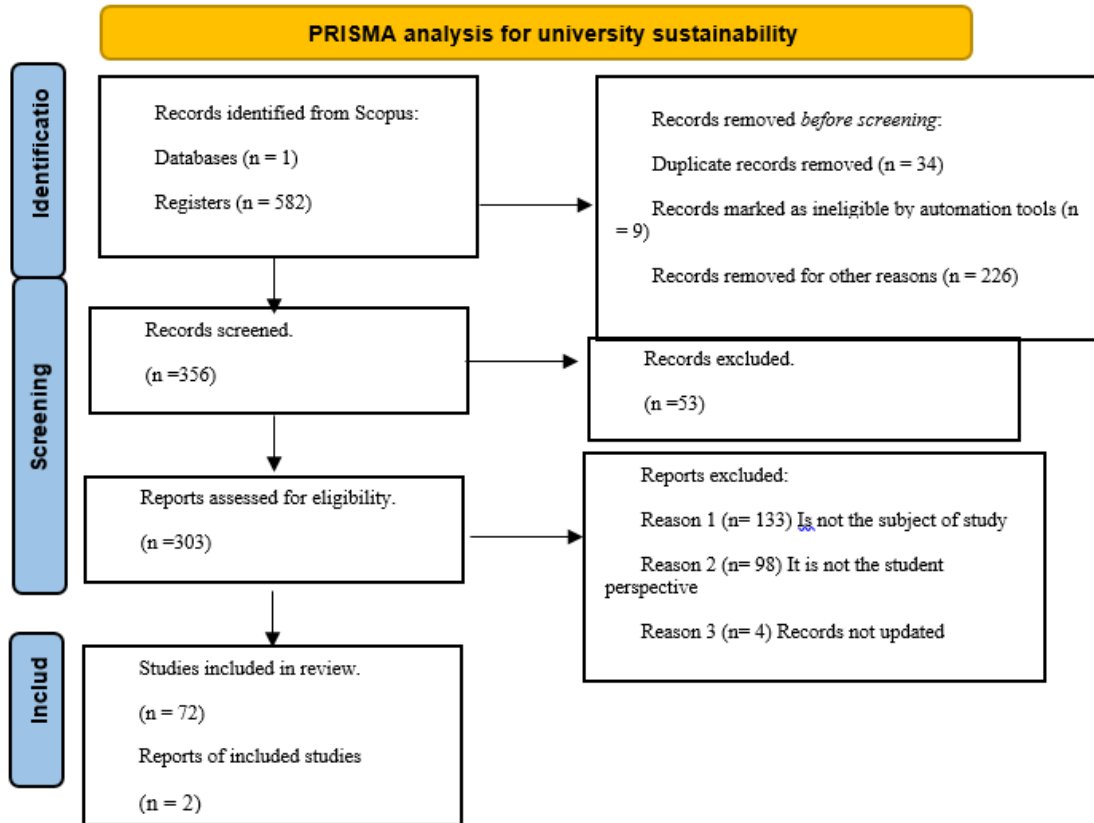


Figura 1: Selection of records PRISMA method 2021.  
Fuente: Elaboración propia.

Seguido, se realizó la operacionalización de variables que consolidó la primera batería de 23 preguntas y su validez de contenido mediante juicio de expertos, docentes e investigadores con conocimiento en PC, RPM y con experiencia en educación básica secundaria y universidad, donde se evaluaron: a) neutralidad, que estimó si los ítems que se han planteado son objetivos y no buscan inducir a respuestas o análisis subjetivos; b) claridad, que analizó si los ítems del instrumento se encontraban redactados de tal forma que cumplieran con las reglas sintácticas y semánticas. Además, que la forma en que se planteó cada ítem fuera coherente con el contexto sociocultural y las características de las fuentes; c) coherencia, que verificó si los ítems del instrumento se encontraban relacionados con el objetivo del constructo que se pretendió analizar.; d) pertinencia, que verificó si los ítems tienen un buen grado de fundamentación teórico conceptual de acuerdo con la investigación [29]. En el siguiente paso, se implementó el coeficiente V de Aiken [30], para evaluar la validez de contenido de las preguntas del instrumento de evaluación a partir del juicio de expertos. Además, se procedió a determinar la fiabilidad de los constructos formativos a través del estudio de su colinealidad (VIF) y los valores de los pesos, determinándose respectivamente valores VIF menores de 5 y pesos que evidenciaron el aporte de cada indicador al constructo PC y RPM [31], [32], [34].

Tras ajustar el modelo de evaluación según el análisis de los expertos y bajo su aprobación de las dimensiones del PC y RPM propuestas, se realizaron los ajustes a las preguntas en términos de describir con mayor detalle cada dimensión del PC y RPM. Seguido, se realizó una prueba piloto con docentes de matemática de educación básica secundaria y media de Medellín (n= 30), cuyas aportaciones no propiciaron una disminución o cambio en las preguntas de los cuestionarios. Como resultado de este proceso de validación, se obtuvo la versión final del cuestionario revisado para iniciar el trabajo de campo con docentes de matemática en básica secundaria y media de Medellín y el Valle de Aburra en el Departamento de Antioquia Colombia.

#### IV. RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

##### Revisión de la literatura

Los hallazgos de la revisión de la literatura posibilitaron una exploración inicial del estado actual de la cuestión. Los registros obtenidos y procesados en el software VOSviewer 1.6.20, posibilitaron identificar relaciones temáticas y puntos de coocurrencia entre las palabras clave. El proceso realizado arrojó cinco clústeres de los cuales cuatro se alinearon directamente con el objetivo del presente estudio. El mapa de conocimiento arrojado por el software se presenta en la Figura 2.

En el clúster uno, se destacó la abstracción, que se constituye una de las dimensiones de PC, la cual se implementa dentro de la resolución de problemas, los procesos de resolución de problemas por programación, la educación secundaria, la matemática y la pedagogía. De esta forma, la abstracción posibilita, escoger los elementos y partes relevantes de un problema matemático o de programación, eliminando lo innecesario, permitiendo por medio del proceso de enseñanza y aprendizaje, una mayor comprensión del problema que se busca resolver, al separar mentalmente los datos, fenómenos, aislando las cualidades que son esenciales en el mismo [35], [36], [37]. Por medio de la abstracción se puede realizar un proceso de segmentación, conllevando a reconocer los elementos relevantes que al relacionarse permiten a una posible solución [38].

En el clúster dos, se evidencio la relación del diseño de algoritmo, considerado una de la dimensión del PC, con la resolución de problemas matemáticos, algoritmos, estudiantes, docentes, la matemática y las habilidades de pensamiento. Estas relaciones, permite considerar que el diseño de algoritmos es implementado tanto por los docentes y estudiantes cuando resuelven problemas a través de un proceso secuencial, planeado y organizado [39], [40]. Operacionalmente, conlleva a identificar el problema, desarrollar un proceso de solución comprensible, escribir la situación a través del lenguaje matemático o de programación y finalmente optimizarlo según sea necesario [41]. La práctica constante de esta habilidad puede conllevar a reutilizar los diseños de algoritmos desarrollados previamente para articularlos con soluciones de problemas diversos [42].

En el clúster tres, se estableció la conexión entre dos dimensiones del pensamiento computacional, como lo son, el reconocimiento de patrones y la descomposición de problemas como parte del proceso de solución de problemas. Estas a su vez, se relacionan con, estudiantes, la escuela secundaria, los códigos y la programación. En este sentido, se establece que el reconocimiento de patrones posibilita la identificación de tendencias, repeticiones y códigos, que son comunes dentro de la resolución de problemas, permitiendo ordenar procesos matemáticos o de programación al encontrar secuencias que guían a los estudiantes para establecer conexiones entre problemas y experiencias similares [43], [40]. Además, el reconocimiento de patrones permite reconocer los datos, características o condiciones idénticas que se replican de forma secuencial en la resolución de problemas [44]. Por su parte, la descomposición de problemas se ha desarrollado como parte del proceso de la resolución de problemas matemático o de programación, cuando el estudiante formula una estrategia secuencial, separando el problema inicial en partes más simples [39]. Al considerar el problema como un todo y con la intención de comprenderlo, es necesario separarlo en partes para examinarlo y al tiempo darle solución [45]. De esta forma, dicho proceso se evidencia cuando se analiza de forma global y particular las partes de la situación planteada, para así reconocer los elementos, su relación y procedimientos para resolución del problema [46].

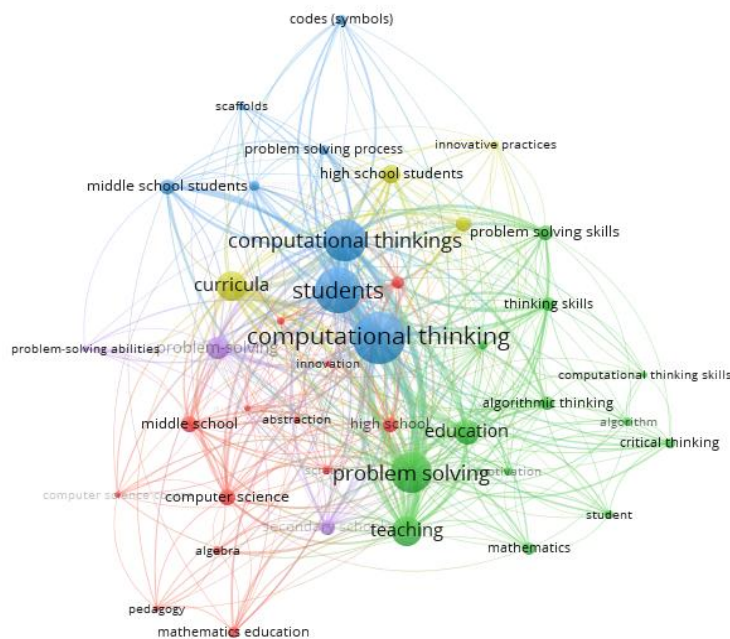


Figura 2: VosViewer version 1.6.20 with cluster grouping.  
Fuente: Elaboración propia.

En el clúster cinco, se establecieron las conexiones entre, la resolución de problemas, las habilidades de resolución de problemas y la educación secundaria, que desde la revisión de los artículos seleccionados y en conexión con el pensamiento computacional se ha desarrollado con el apoyo de herramientas computacionales o sin herramientas computacionales. La resolución de problemas se concibe como un proceso que permite a los estudiantes adquirir confianza en el manejo de la matemática, aumentando su capacidad de comunicarse matemáticamente y desarrollar sus habilidades [17], [18]. A lo largo de la historia se han implementado de forma recurrente para la resolución de problemas matemáticos métodos de resolución de problemas sin computador, como el método [19], el método [20], y con herramientas computacionales [21]. De esta forma, se establece una conexión relevante entre la resolución de problemas matemáticos, la educación secundaria y la implementación de las dimensiones de pensamiento computacional como lo son, la abstracción, el diseño de algoritmos, el reconocimiento de patrones, la descomposición de problemas [41]. De acuerdo con la literatura esta relación, posibilita una mayor comprensión del problema matemático y su solución en la educación secundaria [17], [24], [23], [47], [48], [22].

A partir del proceso de filtrado mediante el método PRISMA [28], donde se definieron las unidades de análisis, los títulos, resúmenes, palabras claves y enfoques metodológicos centrados en la definición de PC y RPM, se obtuvo como resultado las dimensiones expuestas en la Tabla 1.

Tabla 1: Dimensiones de PC y RPM.

Dimensiones	Definición	Autores
Descomposicion de problemas	La descomposición del problema se define como el proceso de separar el problema complejo en partes que puedan entenderse y resolverse más fácilmente.	[49], [36], [50], [46], [37], [39], [43], [51], [52]
Reconocimiento de patrones	El reconocimiento de patrones permite aplicar reglas, patrones y secuencias en la solución del problema, además incluye la identificación de semejanzas en cualquier problema complejo o simplificado.	[40], [36], [54], [37], [39], [43], [55]
Abstracción	La abstracción es la capacidad de centrarse en los aspectos esenciales del problema sin considerar elementos irrelevantes, permitiendo así filtrar elementos y partes relevantes de un problema, y eliminar partes innecesarias para comprender lo que se trata de resolver.	[49], [36], [53], [50], [37], [43], [39]
Diseño de algoritmos	El diseño de algoritmos son los procedimientos matemáticos relacionados con las instrucciones, secuencias para la resolución del problema.	[40], [41], [42], [35], [37], [39]
Resolución de problemas sin herramientas computacionales	Es la heurística que solicita constantemente una serie de pasos y procesos donde se incluye la metacognición que conlleva al estudiante a evaluar su estrategia de resolución y las habilidades que implementa en su proceso de resolución de problemas matemáticos.	[17], [24], [23], [47], [48], [22]
Resolución de problemas con herramientas computacionales	Es la heurística que requiere dentro de su proceso el desarrollo de una serie de pasos que involucran habilidades de pensamiento y la implementación de software, hardware, para la resolución de problemas.	[56], [57], [58], [21]

Fuente: Elaboración propia.

### Modelo de evaluación

Desarrollada la revisión de la literatura se planteó la operativización del constructo y el establecimiento de su dominio para el cual se planteó la batería de preguntas para cada una de las seis dimensiones abordadas en la literatura sobre PC y RPM con un total de 23 ítems, como puede observarse en la Tabla 2.

Tabla 2: Modelo de evaluación.

Constructo	dimensión	Operativización	Ítems	Autores
Pensamiento computacional	Descomposición de problemas (DP)	La descomposición de problemas conlleva a separar la situación compleja en partes que puedan ser comprendidas y solucionadas con mayor facilidad.	DP1: ¿Con qué frecuencia el proceso donde los estudiantes separan o descomponen un problema matemático en procesos matemáticos más simples, evidencia que comprenden con mayor facilidad?	[49], [36], [50], [46], [37], [39], [43], [51], [52]
			DP2: ¿Con qué frecuencia los profesores de matemáticas tienen que explicar y reexplicar a sus estudiantes el proceso de separar o descomponer un problema matemático en sus partes o procesos matemáticos más simples para posibilitar la resolución de problemas matemáticos?	[49], [36], [50], [46], [37], [39], [43], [51], [52]
			DP3: ¿Con qué frecuencia los estudiantes en matemática examinan cada una de las partes integrantes del problema, identificando: características, relaciones, clasificándolos y conociendo sus funciones en la resolución de problemas matemáticos?	[49], [36], [50], [46], [37], [39], [43], [51], [52]
			DP4: ¿Con qué frecuencia los estudiantes componen relaciones de incógnitas y procesos matemáticos más simplificados y significativos en la resolución de problemas matemáticos?	[49], [36], [50], [46], [37], [39], [43], [51], [52]
			DP5: ¿Con qué frecuencia los estudiantes logran interpretar el proceso de resolución de problemas matemáticos, asignando significados matemáticos a cada una de las partes en las cuales se divide?	[49], [36], [50], [46], [37], [39], [43], [51], [52]
Pensamiento computacional	Abstracción (AB)	Permite centrarse en aspectos esenciales del problema sin tener en cuenta los elementos irrelevantes, posibilitando filtrar los elementos y partes relevantes de un problema, eliminando lo innecesario para comprender lo que se trata de resolver.	AB1: ¿Con qué frecuencia los estudiantes logran identificar las secuencias de operaciones relevantes que posibilitan la resolución de problemas matemáticos?	[49], [36], [53], [50], [37], [43], [39]
			AB2: ¿Con qué frecuencia los profesores de matemáticas tienen que explicar y reexplicar a sus estudiantes los procesos que permiten identificar las secuencias de operaciones que posibilitan la resolución de problemas matemáticos?	[49], [36], [53], [50], [37], [43], [39]
			AB3: ¿Con qué frecuencia los estudiantes logran reconocer el orden o jerarquía que posibilita la resolución de problemas matemáticos?	[49], [36], [53], [50], [37], [43], [39]
			AB4: ¿Con qué frecuencia los estudiantes identifican los procesos matemáticos e incógnitas que al relacionarse posibilitan la resolución de problemas matemáticos?	[49], [36], [53], [50], [37], [43], [39]
Pensamiento computacional	Diseño de algoritmos (DA)	Son los procedimientos matemáticos, instrucciones de secuencias, claras, precisas, para la resolución del problema	DA1: ¿Con qué frecuencia los estudiantes a partir de la identificación de sucesiones de operaciones y procedimientos logran planear el proceso secuencial de resolución de problemas matemáticos?	[40], [41], [42], [35], [37], [39]
			DA2: ¿Con qué frecuencia los profesores de matemáticas tienen que explicar y reexplicar a sus estudiantes métodos para diseñar sucesiones de operaciones y procedimientos que conlleven a una planeación eficiente para la resolución de problemas matemáticos?	[40], [41], [42], [35], [37], [39]
			DA3: ¿Con qué frecuencia los estudiantes desarrollan una planeación con una secuencia jerárquica de operaciones matemáticas para resolución de problemas matemáticos?	[40], [41], [42], [35], [37], [39]
			DA4: ¿Con qué frecuencia los estudiantes luego de establecer los procesos jerárquicos que involucran operaciones aritméticas, los relacionan de forma óptima para resolver el problema matemático?	[40], [41], [42], [35], [37], [39]
Pensamiento computacional	Reconocimiento de patrones (RP)	Es el proceso matemático que permite aplicar las reglas, patrones y secuencias en la solución del problema, además, incluye identificar las similitudes en cualquier	RP1: ¿Con qué frecuencia los estudiantes logran identificar regularidades en los procesos al resolver problemas matemáticos?	[40], [36], [54], [37]
			RP2: ¿Con qué frecuencia los maestros implementan diferentes métodos para que los estudiantes logren identificar regularidades en los procesos matemáticos de la resolución de problemas matemáticos?	[40], [36], [54], [37]

			<p><b>RP3:</b> ¿Con qué frecuencia los estudiantes, luego de identificar regularidades y estructuras matemáticas comunes al resolver problemas matemáticos, demuestran que se les facilita su comprensión?</p> <p><b>RP4:</b> ¿Con qué frecuencia los estudiantes cuando resuelven problemas matemáticos identifican las partes, procesos o secuencias similares, conllevándolos a desarrollar posteriormente reglas generales que implementan en la resolución de problemas matemáticos?</p>	<p>[39], [43], [55]</p>
<b>Resolución de problemas matemáticos</b>	<b>Resolución de problemas matemáticos sin herramientas computacionales (RPMSC)</b>	Es la heurística que solicita constantemente una serie de pasos y procesos metacognitivos que conlleva al estudiante a evaluar su estrategia de resolución y las habilidades que implementa, con el fin de definir de forma oportuna si existe otro proceso que posibilite una solución más rápida y eficaz.	<p><b>RPMSC1:</b> ¿Con qué frecuencia los maestros utilizan en la enseñanza, métodos secuenciales y operativos en la resolución de problemas matemáticos, sin el uso de herramientas computacionales?</p> <p><b>RPMSC2:</b> ¿Con qué frecuencia los estudiantes manifiestan mayor comprensión en la resolución de problemas matemáticos, al implementar métodos secuenciales y operativos sin el uso de herramientas computacionales?</p> <p><b>RPMSC3:</b> ¿Con qué frecuencia los estudiantes implementan autónomamente los métodos secuenciales y operativos en la resolución de problemas matemáticos sin el uso de herramientas computacionales?</p>	<p>[17], [24], [23], [47], [48], [22]</p>
<b>Resolución de problemas matemáticos</b>	<b>Resolución de problemas matemáticos con herramientas computacionales (RPMCC)</b>	Es la heurística que requiere dentro de su proceso el desarrollo de una serie de pasos que involucran habilidades de pensamiento y la implementación de software, hardware, para la resolución de problemas	<p><b>RPMCC1:</b> ¿Con qué frecuencia los maestros utilizan en la enseñanza, métodos secuenciales y operativos en la resolución de problemas matemáticos, con el uso de herramientas computacionales?</p> <p><b>RPMCC2:</b> ¿Con qué frecuencia los estudiantes manifiestan mayor comprensión en la resolución de problemas matemáticos, al implementar métodos secuenciales y operativos con el uso de herramientas computacionales?</p> <p><b>RPMCC3:</b> ¿Con qué frecuencia los estudiantes implementan autónomamente los métodos secuenciales y operativos en la resolución de problemas matemáticos con el uso de herramientas computacionales?</p>	<p>[56], [57], [58], [21]</p>

Fuente. Elaboración propia.

Utilizando las respuestas de los cinco evaluadores expertos, se determino el coeficiente V de Aiken , cuyo valor fue de 0.96, confirmandose un alto grado de validez del instrumento, respecto a los indicadores relacionados con el constructo PC y la RPM, generando confiabilidad para su aplicación y de los posteriores resultados estadísticos [30].

Para determinar la fiabilidad del modelo de evaluación formativo, es decir donde los indicadores forman los constructos PC y RPM, se determino los valores de VIF, ademas de los pesos o aportes de cada dimensión al cada constructo, los valores VIF y pesos obtenidos se observan en la Tabla 3.

Tabla 3: Valores VIF y pesos de los indicadores formativos de PC y RPM.

Nombre del indicador	Indicadores	VIF	Peso
Descomposición de problemas (DP)	DP1	1,188	0,255
	DP2	1,071	0,390
	DP3	1,517	0,359
	DP4	1,612	0,205
	DP5	1,275	0,377
Abstracción (AB)	AB1	1,147	0,052
	AB2	1,072	0,369
	AB3	1,557	0,495
	AB4	1,447	0,450
Diseño de algoritmo (DA)	DA1	1,421	0,429
	DA2	1,019	0,236
	DA3	1,680	0,373
	DA4	1,558	0,348
Reconocimiento de patrones (RP)	RP1	1,139	0,050
	RP2	1,089	0,052
	RP3	1,263	0,007
	RP4	1,260	0,984
Resolución de problemas matemáticos sin computador (RPMSC)	RPMSC1	1,220	0,381
	RPMSC2	1,110	0,747
	RPMSC3	1,160	0,172
Resolución de problemas matemáticos con computador (RPMCC)	RPMCC1	1,125	0,001
	RPMCC2	2,730	0,002
	RPMCC3	2,634	1

Fuente: Elaboración propia a partir de Smart PLS 4.1.1.4.

Finalmente antes de aplicar el modelo de evaluación a la muestra piloto n=30 de docentes de Medellín y el Valle de Aburra en Antioquia Colombia, se realizó un análisis empírico del modelo de evaluación, con el fin de determinar estadísticamente su carácter formativo [31]. Para comprobar desde otra estimación estadística la confiabilidad, validez y estabilidad del modelo de medida formativo, se realizó el análisis Tetradico confirmatorio (CTA-PLS) utilizando el software Smart PLS 4.1.1.4, a través del cual se comprobó empíricamente el carácter formativo de los indicadores relacionados con los constructos PC y RPM, al encontrarse tétradas diferentes de cero. Este resultado, permitió confirmar y respaldar empíricamente la estructura teórica de los indicadores formativos de cada constructo [33], [59].

## **Análisis e interpretación**

Los resultados de la investigación confirmaron la pertinencia de las dimensiones evaluadas para el PC y la RPM, en un contexto global que establece relevante su relación [60], [61], [62] y donde aún no existen estudios concluyentes sobre los instrumentos que pueden apoyar los procesos de evaluación respecto a su relación en matemática de educación básica secundaria y media [63], [64], [65], [66], [67]. Consecuentemente, el instrumento desarrollado en el presente estudio y los indicadores establecidos desde la literatura para cada constructo, podrían ser considerados para determinar las percepciones de los docentes de secundaria en cuanto a la implementación del PC en la RPM en educación básica secundaria y media.

Los hallazgos en la revisión de la literatura presentaron las dimensiones sustantivas de PC y RPM en matemática para educación básica secundaria y media. Igualmente, la literatura ha presentado que las dimensiones relacionadas son, la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción, el diseño de algoritmos. Así, la abstracción se ha implementado en la resolución de problemas sin herramientas computacionales, promoviendo la comprensión de los problemas a través de la segmentación de estos, conllevando a reconocer los elementos relevantes que al relacionarse conllevan a una solución [37]. El reconocimiento de patrones posibilita la identificación de tendencias y repeticiones que son comunes dentro de la resolución de problemas, permitiendo ordenar procesos matemáticos al encontrar secuencias que guían a los estudiantes para establecer conexiones entre problemas y experiencias similares [43]. A través del diseño de algoritmos se construyen estructuras matemáticas, conllevando a identificar el problema, desarrollar un proceso de solución comprensible, escribir la situación a través del lenguaje matemático y finalmente optimizarlo según sea necesario [41]. La descomposición se integra en la resolución de problemas como un proceso que permite conformar problemas más simplificados, que pueden ser comprendidos, evaluados, y combinados para obtener la solución al problema inicial [36]. En relación con la resolución de problemas matemáticos, se relaciona con el pensamiento computacional de dos formas, sin herramientas computacionales y con herramientas computacionales. En los dos métodos se implementan las habilidades de pensamiento computacional, pero difieren, cuando se automatizan los procesos de resolución de problemas utilizando, simulaciones, software, programación [57], [58].

Consecuentemente, el análisis de contenido por medio del coeficiente V de Aiken a partir de la validación de los cinco expertos, demostró que las dimensiones planteadas son estadísticamente válidas y confiables para la construcción de un modelo de evaluación [30]. Igualmente, el análisis empírico a través de Smart PLS 4.1.1.4, validó a través de los valores VIF la independencia y poca correlación de las dimensiones que forman los constructos PC y RPM, afirmando la fiabilidad de cada constructo formativo [31]. Por su parte, los pesos confirmaron el aporte positivo de cada dimensión a la construcción de cada constructo pensamiento computacional y resolución de problemas matemáticos. En el mismo sentido el análisis empírico del modelo formativo por medio de análisis Tetradico confirmatorio (CTA-PLS) utilizando el software Smart PLS 4.1.1.4, permitió comprobar empíricamente el carácter formativo de los indicadores relacionados con los constructos PC y RPM, al encontrarse tétradas diferentes de cero. Este resultado, permitió confirmar y respaldar empíricamente la estructura teórica de los indicadores formativos de cada constructo [33], [59].

Por lo tanto, el PC junto a sus dimensiones descritas ha surgido como una habilidad fundamental en la RPM, fomentando el pensamiento lógico y la posibilidad de potenciar la resolución de problemas de los estudiantes [50], [68], [69]. A pesar de lo expuesto, se ha afirmado que una disposición negativa del estudiante hacia la matemática podría disminuir la evidencia del desarrollo de habilidades de PC en el diseño de algoritmos y la abstracción, el reconocimiento de patrones y la descomposición de problemas [70], [71], [72], [73]. Por lo tanto, es relevante que los docentes de matemática además de tener conocimientos de contenido, desarrollen capacidades para diseñar actividades pedagógicas sin computador y con computador que motiven a los estudiantes y además direccionen sus prácticas pedagógicas hacia la implementación y desarrollo de habilidades de PC [74]. De esta forma, los profesores con habilidades en el manejo de contenido, pedagógico, pueden diseñar actividades que ayuden a la comprensión matemática y del PC, con actividades sin el uso del computador o al implementar adecuadamente software de gráficos y simulaciones que apoyen la fluidez procedimental, la motivación y los conocimientos conceptuales de los estudiantes [75], [76], [77], [78], [79].

## **V. CONCLUSIONES**

En el presente estudio se ha planteado como objetivo, construir un modelo de evaluación del pensamiento computacional en la resolución de problemas matemáticos en educación básica secundaria y media. Inicialmente a través del análisis bibliométrico y la implementación de la metodología PRISMA, se realizó el análisis de 72 artículos que permitieron determinar las dimensiones de PC y RPM en educación básica secundaria y media, con lo cual se construyó un instrumento que fue validado por cinco expertos. La validez de contenido fue determinada cuantitativamente a través del coeficiente V de Aiken, arrojando un valor promedio de 0.96, que confirmó un alto grado de validez y solidez, respecto a los indicadores relacionados con los constructos [30]. Además, se obtuvieron los valores VIF que oscilaron entre, 1.019 y 2.730, los cuales no superaron el valor de referencia  $<5$ , demostrando fiabilidad del constructo formativo y conllevando a que no exista dificultad en la estimación posterior del modelo estructural formativo, debido a la baja correlación entre los indicadores que construyen los constructos PC y RPM. también se expresaron en el presente estudio los valores de los pesos, los cuales evidenciaron el aporte positivo de cada indicador al constructo [31]. Como parte del proceso de validación del instrumento, también se validó empíricamente a través del análisis Tetradico confirmatorio (CTA-PLS) utilizando el software Smart PLS 4.1.1.4, permitiendo comprobar empíricamente el carácter formativo de los indicadores relacionados con los constructos PC y RPM, al encontrarse tétradas diferentes de cero [33], [59]. En el presente estudio, no se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach el cual se utiliza para determinar la coherencia interna del instrumento basada en la correlación de los ítems, implementándose para modelos reflectivos donde los indicadores son reflejo del constructo, pero no para modelos formativos como se consolidó en esta investigación, donde los indicadores no deben de estar muy correlacionados con valores VIF menores de 5 y forman el constructo [33], [59].

A partir de la revisión de la literatura no se han establecido modelos de evaluación del PC en la RPM en educación básica secundaria y media, en este sentido la construcción del presente modelo de evaluación, junto a las interpretaciones futuras que surjan con base en su aplicación, podrían ser elementos que aporten teóricamente respecto a la forma como se implementa el pensamiento computacional por los docentes de secundaria, generando nuevas oportunidades de investigación en el contexto de la educación matemática a nivel de educación básica secundaria y media.

El valor que surgió a través de la validación de contenido por medio del coeficiente V de Aiken permitió consolidar la solidez del instrumento y los resultados estadísticos que surjan a partir de su aplicación. Por tanto, se establece que el modelo de evaluación construido podría implementarse en el desarrollo de otras investigaciones en las que se busque analizar la influencia del PC en RPM en secundaria de forma conectada y desconectada, como también, podría considerarse como ejemplo para construir un modelo de evaluación que este enmarcado en otras definiciones de PC, relacionado con otras dimensiones y en relación con una situación particular por resolver.

## VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con la revisión sistemática de la literatura, el pensamiento computacional no tiene una sola conceptualización y se define como forma de pensar, herramienta, proceso, la cual depende del contexto en el que se enmarca la investigación. Por tanto, podría considerarse como limitación en el presente estudio, que la construcción del modelo de evaluación no contiene más de una definición del pensamiento computacional, sino que, de acuerdo con la intención investigativa, este se define como una forma de pensar que involucra la formulación y descomposición de problemas, la estructuración y comunicación de las soluciones tal que pueden ser entendidas por humanos y procesadas por máquinas [12]. En el mismo sentido, las definiciones de las dimensiones, descomposición de problemas, abstracción, diseño de algoritmos y reconocimiento de patrones se determinaron como procesos en relación con la matemática en educación básica secundaria y media, que a su vez forman o construyen el pensamiento computacional. De esta forma, se recomienda para otras investigaciones la construcción de modelos de evaluación enmarcados en otras definiciones y dimensiones del pensamiento computacional, con tal de puedan abordar su implementación en diferentes áreas del conocimiento desde situaciones problema específicas.

## VII. REFERENCIAS

- [1] ICFES, «Icfes Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - Resultados». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.icfes.gov.co/resultados.html>.
- [2] W. Ríos, «Desempeño histórico en la Prueba Saber de matemáticas: la necesidad de revisar la política educativa del Chocó - Buscar con Google». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.google.com/search?q=Desempe%C3%B1o+hist%C3%B3rico+en+la+Prueba+Saber+de+matem%C3%A1ticas%3A+la+necesidad+de+revisar+la+pol%C3%ADtica+educativa+del+Choc%C3%B3&rlz=1C1UEAD\\_esCO967CO967&oq=Desempe%C3%B1o+hist%C3%B3rico+en+la+Prueba+Saber+de+matem%C3%A1ticas%3A+la+necesidad+de+revisar+la+pol%C3%ADtica+educativa+del+Choc%C3%B3&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUqBggAEEUYOzIGCAAQRrG7MgYIARBFgdzSAQc1NjBqMG03qAIAA&sourceid=c\\_hrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Desempe%C3%B1o+hist%C3%B3rico+en+la+Prueba+Saber+de+matem%C3%A1ticas%3A+la+necesidad+de+revisar+la+pol%C3%ADtica+educativa+del+Choc%C3%B3&rlz=1C1UEAD_esCO967CO967&oq=Desempe%C3%B1o+hist%C3%B3rico+en+la+Prueba+Saber+de+matem%C3%A1ticas%3A+la+necesidad+de+revisar+la+pol%C3%ADtica+educativa+del+Choc%C3%B3&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqBggAEEUYOzIGCAAQRrG7MgYIARBFgdzSAQc1NjBqMG03qAIAA&sourceid=c_hrome&ie=UTF-8).
- [3] D. Anggraini, D. Suryadi, y I. Albania, «The analysis of students' difficulties in solving non-routine mathematical problems | AIP Conference Proceedings | AIP Publishing». Accedido: 4 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/2734/1/090035/2917198/The-analysis-of-students-difficulties-in-solving>.
- [4] G. Defaz, «El desarrollo de habilidades cognitivas mediante la resolución de problemas matemáticos», Journal of Science and Research, vol. 2, n.o 5, Art. n.o 5, mar. 2017, doi: [10.26910/issn.2528-8083vol2iss5.2017pp14-17](https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol2iss5.2017pp14-17).
- [5] K. M. Rich, A. Yadav, y C. J. Fessler, «Computational thinking practices as tools for creating high cognitive demand mathematics instruction», J Math Teacher Educ, vol. 27, n.o 2, pp. 235-255, abr. 2024, doi: [10.1007/s10857-022-09562-3](https://doi.org/10.1007/s10857-022-09562-3).
- [6] F. Faul, E. Erdfelder, A. Buchner, y A.-G. Lang, «Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses», Behav Res Methods, vol. 41, n.o 4, pp. 1149-1160, nov. 2009, doi: [10.3758/BRM.41.4.1149](https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149).
- [7] V. Barr y C. Stephenson, «Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community?», ACM Inroads, vol. 2, n.o 1, pp. 48-54, feb. 2011, doi: [10.1145/1929887.1929905](https://doi.org/10.1145/1929887.1929905).
- [8] Z. Cui y O.-L. Ng, «The Interplay Between Mathematical and Computational Thinking in Primary School Students' Mathematical Problem-Solving Within a Programming Environment», Journal of Educational Computing Research, vol. 59, p. 073563312097993, ene. 2021, doi: [10.1177/0735633120979930](https://doi.org/10.1177/0735633120979930).
- [9] M. Kallia, S. van, P. Drijvers, E. Barendsen, y J. Tolboom, «Characterising computational thinking in mathematics education: a literature-informed Delphi study», Research in Mathematics Education, vol. 23, n.o 2, pp. 159-187, may 2021, doi: [10.1080/14794802.2020.1852104](https://doi.org/10.1080/14794802.2020.1852104).
- [10] E. Relkin y Strawhacker, «(PDF) Unplugged Learning: Recognizing Computational Thinking in Everyday Life», en ResearchGate, 2024. Accedido: 16 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/353696684\\_Unplugged\\_Learning\\_Recognizing\\_Computational\\_Thinking\\_in\\_Everyday\\_Life](https://www.researchgate.net/publication/353696684_Unplugged_Learning_Recognizing_Computational_Thinking_in_Everyday_Life).
- [11] M. Zapata, Pensamiento computacional desconectado. Computational thinking unplugged. 2019. doi: [10.13140/RG.2.2.12945.48481](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12945.48481).
- [12] K. Waterman, L. Goldsmith, y M. Pasquale, «Integrating Computational Thinking into Elementary Science Curriculum: an Examination of Activities that Support Students' Computational Thinking in the Service of Disciplinary Learning», Journal of Science Education and Technology, vol. 29, feb. 2020, doi: [10.1007/s10956-019-09801-y](https://doi.org/10.1007/s10956-019-09801-y).
- [13] S. Papert, Mindstorms: children, computers, and powerful ideas. USA: Basic Books, Inc., 1980.
- [14] C. Huerta y M. Velasquez, «Pensamiento computacional como una habilidad genérica: una revisión sistemática», Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, vol. 5, n.o 1, Art. n.o 1, mar. 2021, doi: [10.37811/cl\\_rem.v5i1.311](https://doi.org/10.37811/cl_rem.v5i1.311).
- [15] J. M. Wing, «Computational thinking», Commun. ACM, vol. 49, n.o 3, pp. 33-35, mar. 2006, doi: [10.1145/1118178.1118215](https://doi.org/10.1145/1118178.1118215).
- [16] L. Zhang y J. Nouri, «A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9», Computers & Education, vol. <https://authors.elsevier.com/a/1ZIfP1HucdHyVb>, p. 103607, jun. 2019, doi: [10.1016/j.compedu.2019.103607](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103607).
- [17] J. Carrillo, N. Climent, M. Montes, y M. Muñoz, «Una trayectoria de investigación sobre el conocimiento del profesor de matemáticas: del grupo SIDM a la Red Iberoamericana MTSK», Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática, vol. 2, n.o 2, pp. 1-26, may 2022, doi: [10.54541/reviem.v2i2.41](https://doi.org/10.54541/reviem.v2i2.41).
- [18] MEN, «Lineamientos Curriculares - ...:Ministerio de Educación Nacional de Colombia:...» Accedido: 24 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-89869.html>.
- [19] G. Polya, How to solve it; a new aspect of mathematical method. en How to solve it; a new aspect of mathematical method. Princeton, NJ, US: Princeton University Press, 1945, pp. xv, 204.

- [20] A. Schoenfeld, «Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics», 1992, pp. 334-370.
- [21] F. Kalelioglu, Y. Gulbahar, y V. Kukul, «A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review», *Baltic Journal of Modern Computing*, vol. 4, pp. 583-596, may 2016.
- [22] E. L. S. Silva, «La Resolución de Problemas en el área de Matemáticas mediado por la comprensión del Método Pólya», TESIS DOCTORALES, jun. 2024, Accedido: 20 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/1269>.
- [23] E. Carvajal y J. Diaz, «El pensamiento matemático para la resolución de problemas de Física en las carreras de ingeniería», *Órbita Científica*, jun. 2022, Accedido: 1 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rOrb/article/view/1627>.
- [24] J. Diaz y J. Caballero, «Problem solving from an epistemological approach», *Foro de Educacion*, vol. 18, n.o 2, Art. n.o 2, jul. 2020, doi: [10.14516/fde.694](https://doi.org/10.14516/fde.694).
- [25] R. Hall, «(PDF) Mixed Methods: In search of a paradigm». Accedido: 20 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/259045135\\_Mixed\\_Methods\\_In\\_search\\_of\\_a\\_paradigm](https://www.researchgate.net/publication/259045135_Mixed_Methods_In_search_of_a_paradigm).
- [26] L. Crocker y J. Algina, *Introduction to classical and modern test theory*. New York : Holt, Rinehart, and Winston, 2008. Accedido: 20 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://archive.org/details/introductiontocl00croc>.
- [27] R. Hadfield, «Pearl growing in systematic literature searching - what, why and how?», Ruth Hadfield, PhD. Accedido: 15 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.mediwrite.com.au/medical-writing/pearl-growing/>.
- [28] M. Paget et al., «Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas», *Revista Española de Cardiología*, vol. 74, n.o 9, pp. 790-799, sep. 2021, doi: [10.1016/j.recresp.2021.06.016](https://doi.org/10.1016/j.recresp.2021.06.016).
- [29] P. R. Garrote y M. del C. Rojas, «La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada», *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a la Enseñanza de Lenguas*, n.o 18, pp. 124-139, mar. 2015, doi: [10.26378/rmlael918259](https://doi.org/10.26378/rmlael918259).
- [30] L. Aiken, «Content Validity and Reliability of Single Items or Questionnaires», *Educational and Psychological Measurement*, vol. 40, n.o 4, pp. 955-959, dic. 1980, doi: [10.1177/001316448004000419](https://doi.org/10.1177/001316448004000419).
- [31] M. Sarstedt, M. Ringle, J. Hair, y J. Hair (2022). Modelado de ecuaciones estructurales mediante mínimos cuadrados parciales. En: Homburg, C., Klarmann, M., Vomberg, A. (eds) *Manual de investigación de mercado*. Springer, Cham. DOI: [10.1007/978-3-319-57413-4\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-57413-4_15).
- [32] J. Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2.a ed. New York: Routledge, 2013. doi: [10.4324/9780203771587](https://doi.org/10.4324/9780203771587).
- [33] Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., y Ringle, C. M., "Cuando usar y cómo informar los resultados de PLS-SEM," *European Business Review*, vol. 31, pp. 2-24, 2019, doi: [10.1108/EBR-11-2018-0203](https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203).
- [34] M. Sarstedt, J. F. Hair, M. Pick, B. D. Liengaard, L. Radomir, y C. M. Ringle, «Progress in partial least squares structural equation modeling use in marketing research in the last decade», *Psychology & Marketing*, vol. 39, n.o 5, pp. 1035-1064, 2022, doi: [10.1002/mar.21640](https://doi.org/10.1002/mar.21640).
- [35] I. Alonso, «Sistema Básico de Habilidades para la Algoritmización Computacional», *Revista de Investigación, Formación y Desarrollo: Generando Productividad Institucional*, vol. 9, p. 14, abr. 2021, doi: [10.34070/rif.v9i1.255](https://doi.org/10.34070/rif.v9i1.255).
- [36] R. Paucar, «Influencia del pensamiento computacional en los procesos de resolución de problemas en los estudiantes de ingeniería de reciente ingreso a la universidad». Accedido: 21 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4199>.
- [37] Lehmann, «Examining the interaction of computational thinking skills and heuristics in mathematical problem solving», *Research in Mathematics Education*, vol. 0, n.o 0, pp. 1-22, 2025, doi: [10.1080/14794802.2025.2460460](https://doi.org/10.1080/14794802.2025.2460460).
- [38] J. V. Valverde, M. Fernandez, y M. Garrido, «El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje», *Revista de Educación a Distancia (RED)*, n.o 46, oct. 2015, Accedido: 18 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.um.es/red/article/view/240311>.
- [39] M. Maciej, «(PDF) Mathematical Versus Computational Thinking with a Computer in the Background», en ResearchGate, 2024. doi: [10.1007/978-3-031-73257-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-73257-7_12).
- [40] Rosas, M. E. Zúñiga, J. Fernández, y R. A. Guerrero, «El pensamiento computacional: experiencia de su aplicación en el aprendizaje de la resolución de problemas», presentado en XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (La Plata, 2017)., oct. 2017. Accedido: 21 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/63918>.
- [41] I. Pérez, «(PDF) Algoritmos para la resolución de problemas», ResearchGate, may 2025, doi: [10.29057/prepa4.v12i24.12802](https://doi.org/10.29057/prepa4.v12i24.12802).
- [42] K. Bhagat y C. Dasgupta, «(PDF) Computational Thinking for Teachers», ResearchGate. Accedido: 22 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/352871410\\_Computational\\_Thinking\\_for\\_Teachers](https://www.researchgate.net/publication/352871410_Computational_Thinking_for_Teachers).
- [43] S. Ramaila y H. Shilenge, «Integration of computational thinking activities in Grade 10 mathematics learning», *International Journal of Research in Business and Social Science* (2147-4478), vol. 12, n.o 2, pp. 458-471, 2023, Accedido: 22 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://econpapers.repec.org/article/rbsijbrss/v\\_3a12\\_3ay\\_3a2023\\_3ai\\_3a2\\_3ap\\_3a458-471.htm](https://econpapers.repec.org/article/rbsijbrss/v_3a12_3ay_3a2023_3ai_3a2_3ap_3a458-471.htm).
- [44] Y. Gonzalez y A. Muñoz, «Educational robotics for the formation of programming skills and computational thinking in childish», 2017 International Symposium on Computers in Education (SIIE), pp. 1-5, nov. 2017, doi: [10.1109/SIIE.2017.8259652](https://doi.org/10.1109/SIIE.2017.8259652).
- [45] E. Puerto y J. L. Aguilar, «Un Algoritmo Recursivo de Reconocimiento de Patrones», *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, vol. 40, n.o 2, pp. 095-104, ago. 2017, Accedido: 18 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0254-07702017000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0254-07702017000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- [46] C. Delgado, «Descomposición una Habilidad Para la Resolución de Problemas Matemáticos en los Estudiantes del Grado Quinto de la Concentración Educativa Indígena el Vigía Arauquita Arauca», may 2024, Accedido: 21 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/7a48bbda-e7c6-4e94-8a6f-2cbe9c7251c3>.
- [47] D. Oliveros, L. Martínez, y A. F. Barrios, «Método de Polya: una alternativa en la resolución de problemas matemáticos», *Ciencia e Ingeniería: Revista de investigación interdisciplinar en biodiversidad y desarrollo sostenible, ciencia, tecnología e innovación y procesos productivos industriales*, vol. 8, n.o 2, p. 2, 2021, Accedido: 17 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8742480>.
- [48] Y. Pérez y R. Ramírez, «Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos: Fundamentos teóricos y metodológicos», *Revista de Investigación*, vol. 35, n.o 73, pp. 169-194, ago. 2011, Accedido: 17 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1010-29142011000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1010-29142011000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

- [49] W. Tarigan, . Paidi, A. Wiyarsi, L. Handoyo, H. Nuryani, y R. P. Dewi, «Factors associated with computational thinking skills among colleges in the university», *Edelweiss Applied Science and Technology*, vol. 8, n.o 5, pp. 2167-2183, Subtitle 2024, Accedido: 2 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/ajp/edwast/v8y2024i5p2167-2183id1968.html>.
- [50] J. Obando, M. Valencia, C. Romero, y S. Reyes, «Categorías y prácticas implicadas con el pensamiento computacional para la mejora de las habilidades en la resolución de problemas matemáticos en secundaria», *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, vol. 12, n.o 2, Art. n.o 2, may 2024, doi: [10.15649/2346030X.4408](https://doi.org/10.15649/2346030X.4408).
- [51] V. Shute, C. Sun, y J. Asbell-Clarke, «Demystifying computational thinking», *Educational Research Review*, vol. 22, sep. 2017, doi: [10.1016/j.edurev.2017.09.003](https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003).
- [52] J. Wing, «Computational thinking and thinking about computing», *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol. 366, n.o 1881, pp. 3717-3725, jul. 2008, doi: [10.1098/rsta.2008.0118](https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118).
- [53] R. Avello, J. Lavonen, y M. Zapata, «(PDF) Coding and educational robotics and their relationship with computational and creative thinking. A compressive review: Codificación y robótica educativa y su relación con el pensamiento computacional y creativo. Una revisión comprensiva», *ResearchGate*, 2020, doi: [10.6018/red.413021](https://doi.org/10.6018/red.413021).
- [54] J. Á. R. Ortiz y J. V. Guizado, «Proceso del pensamiento crítico y computacional en el aprendizaje de la Matemática en educación secundaria», *Revista Prisma Social*, n.o 41, Art. n.o 41, abr. 2023, Accedido: 14 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://revistaprismasocial.es/article/view/4776>.
- [55] M. Lehmann, P. Cornelius, y F. Sting, «AI Meets the Classroom: When Does ChatGPT Harm Learning? | SCALE Initiative». Accedido: 29 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://scale.stanford.edu/genai/repository/ai-meets-classroom-when-does-chatgpt-harm-learning>.
- [56] J. Rodríguez, J. Gonzalez, y J. Saez, «(PDF) Computational thinking and mathematics using Scratch: an experiment with sixth-grade students», *ResearchGate*. Accedido: 23 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/332840258 Computational thinking and mathematics using Scratch an experiment with sixth-grade students](https://www.researchgate.net/publication/332840258_Computational_thinking_and_mathematics_using_Scratch_an_experiment_with_sixth-grade_students).
- [57] M. Cabra y S. A. R. Ramirez, «Desarrollo del pensamiento computacional y las competencias matemáticas en análisis y solución de problemas: una experiencia de aprendizaje con Scratch en la plataforma Moodle», *Revista Educación*, vol. 46, n.o 1, pp. 1-30, 2022, Accedido: 23 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/440/44068165016/html>.
- [58] A. Molina, R. Bracho, y N. Adamuz, «Contribución del pensamiento computacional con “scratch” al proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas», <http://purl.org/dc/dcmitype/Text>, Universidad de Córdoba (ESP), 2022. Accedido: 23 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=314491>.
- [59] R. Kumar, «Unidad III METODOLOGÍA DE ALFA DE CRONBACH Y CORRE | PDF», *Scribd*. Accedido: 1 de noviembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/657766630/Unidad-III-METODOLOGIA-DE-ALFA-DE-CRONBACH-Y-CORRE> <https://www.redalyc.org/journal/440/44068165016/html>.
- [60] E. Irawan, R. Rosjanuardi, y S. Prabawanto, «Research trends of computational thinking in mathematics learning: A bibliometric analysis from 2009 to 2023», *EURASIA J Math Sci Tech Ed*, vol. 20, n.o 3, p. em2417, mar. 2024, doi: [10.29333/ejmste/14343](https://doi.org/10.29333/ejmste/14343).
- [61] A. Muhammad, N. Rizkiya, y J. Rahmatullah, «Integration of Scratch Media in Mathematics Learning to Improve Computational Thinking Skills of High School Students», *Journal of Teaching and Learning Mathematics*, vol. 2, n.o 2, pp. 45-81, ene. 2025, doi: [10.22219/jtlm.v2i2.37686](https://doi.org/10.22219/jtlm.v2i2.37686).
- [62] C. Zubainur, M. Subianto, y D. Fadhiliani, «Unpacking research on computational thinking in mathematics education: A systematic literature review», *Jurnal Elemen*, vol. 11, n.o 2, may 2025, doi: [10.29408/jel.v11i2.29183](https://doi.org/10.29408/jel.v11i2.29183).
- [63] H. Chaabi, A. Azmani, y J. M. Doderó, «Bridging computational thinking research and practice of pre-service and in-service teachers», *Humanit Soc Sci Commun*, vol. 12, n.o 1, p. 666, may 2025, doi: [10.1057/s41599-025-04895-9](https://doi.org/10.1057/s41599-025-04895-9).
- [64] A.-M. M. Gasaymeh y R. M. AlMohtadi, «A scoping review of the literature on computational thinking in education in the Arab world», *EURASIA J Math Sci Tech Ed*, vol. 20, n.o 11, p. em2530, nov. 2024, doi: [10.29333/ejmste/15578](https://doi.org/10.29333/ejmste/15578).
- [65] S. C. Kong y M. Lai, «Validating a computational thinking concepts test for primary education using item response theory: An analysis of students' responses», *Computers & Education*, vol. 187, p. 104562, oct. 2022, doi: [10.1016/j.compedu.2022.104562](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104562).
- [66] R. N. Rodrigues, S. Brito-Costa, M. Abbasi, C. Costa, y F. Martins, «Pre-service teachers' competencies to develop computational thinking: A Portuguese tool to analyse Computational Thinking», *EURASIA J Math Sci Tech Ed*, vol. 20, n.o 11, p. em2528, nov. 2024, doi: [10.29333/ejmste/15523](https://doi.org/10.29333/ejmste/15523).
- [67] D. Tagare, «Factors That Predict K-12 Teachers' Ability to Apply Computational Thinking Skills», *ACM Trans. Comput. Educ.*, vol. 24, n.o 1, p. 3:1-3:26, ene. 2024, doi: [10.1145/3633205](https://doi.org/10.1145/3633205).
- [68] J. Argoti, «El pensamiento computacional como soporte del pensamiento matemático, en la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas, Colombia)Computational thinking, as a support for mathematical thinking, at the Santo Domingo Savio de Chinchiná Educational Institution (Caldas- Colombia)O pensamento computacional, como suporte ao pensamento matemático, na Instituição Educacional Santo Domingo Sávio de Chinchiná (Caldas – Colômbia)», *ResearchGate*, 2024, doi: [10.18175/VyS15.1.2024.5](https://doi.org/10.18175/VyS15.1.2024.5).
- [69] B. Mulyono, H. Hapizah, y D. Cahyawati, «Computational thinking skills in mathematics: A study of social arithmetic | Journal of Honai Math». Accedido: 4 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://journalfkipunipa.org/index.php/jhm/article/view/759>.
- [70] R. Almagro y M. Edig, «Mathematics learning motivated by computer attitude and social media engagement», *Journal of Social, Humanity, and Education*, vol. 4, n.o 2, pp. 79-97, feb. 2024, doi: [10.35912/jshe.v4i2.1575](https://doi.org/10.35912/jshe.v4i2.1575).
- [71] A. Astuti, E. Suryawati, E. Suanto, P. Yuanita, y E. Noviana, «Charting a course: Exploring computational thinking skills in statistics content among junior high school students», *Journal of Pedagogical Research*, vol. 9, n.o 1, pp. 182-202, mar. 2025, doi: [10.33902/JPR.202531653](https://doi.org/10.33902/JPR.202531653).
- [72] W. C. Choi y I. C. Choi, «The Influence and Relationship between Computational Thinking, Learning Motivation, Attitude, and Achievement of Code.org in K-12 Programming Education», 5 de diciembre de 2024, arXiv: arXiv:2412.14180. doi: [10.48550/arXiv.2412.14180](https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.14180).
- [73] J. Tomanova, M. Vozar, y D. Munkova, «An Insight into the Relationship between Computational Thinking Concepts and Students' Attitudes towards Mathematics», *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, vol. 12, n.o 3, pp. 793-809, may 2024, doi: [10.46328/ijemst.3805](https://doi.org/10.46328/ijemst.3805).
- [74] L. Suters y H. Suters, «Coding for the Core: Computational Thinking and Middle Grades Mathematics – CITE Journal». Accedido: 5 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://citejournal.org/volume-20/issue-3-20/mathematics/coding-for-the-core-computational-thinking-and-middle-grades-mathematics>.

- [75] E. Barlow, A. Barlow, y L. Nadelson, «Computational Thinking: Perspectives of Preservice K-8 Mathematics Teachers – CITE Journal». Accedido: 6 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://citejournal.org/volume-23/issue-2-23/mathematics/computational-thinking-perspectives-of-preservice-k-8-mathematics-teachers>.
- [76] Q. Bidy et al., «A Professional Development Model to Integrate Computational Thinking Into Middle School Science Through Codesigned Storylines – CITE Journal». Accedido: 6 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://citejournal.org/volume-21/issue-1-21/science/a-professional-development-model-to-integrate-computational-thinking-into-middle-school-science-through-codesigned-storylines>.
- [77] R. Priyanda, T. Herman, R. Amalia, y I. R. Ihsan, «Exploring teachers' pedagogical reasoning in mathematics education using the TPACK framework», *Front. Educ.*, vol. 10, may 2025, doi: [10.3389/educ.2025.1552760](https://doi.org/10.3389/educ.2025.1552760).
- [78] Y. Romafilani, N. Lailasari, N. Aminah, y L. Laelasari, «Mathematics Professional Teacher Education (TPE) Participants Viewed From Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)», *International Journal Of Humanities Education and Social Sciences*, vol. 4, n.o 2, oct. 2024, doi: [10.55227/ijhess.v4i2.1134](https://doi.org/10.55227/ijhess.v4i2.1134).
- [79] P. Tadeu, D. Kaya, y T. Kutluca, «Enhancing computational thinking in preservice elementary math teachers through Design-Based Learning», *Millenium - Journal of Education, Technologies, and Health*, n.o 27, pp. e40841-e40841, jun. 2025, doi: [10.29352/mill0227.40841](https://doi.org/10.29352/mill0227.40841).