



Revista EIA
ISSN 1794-1237
e-ISSN 2463-0950
Año XIX/ Volumen 21/ Edición N.42
Julio - diciembre de 2024
Reia4208 pp. 1-28

Publicación científica semestral
Universidad EIA, Envigado, Colombia

**PARA CITAR ESTE ARTÍCULO /
TO REFERENCE THIS ARTICLE /**

Corrales-Álvarez, M.; Ocampo, L. M.;
Cardona-Torres, S. A.
Revisión sistemática de la integración
y la relación entre el pensamiento
computacional y las matemáticas en
los primeros años escolares
Revista EIA, 21(42), Reia4208.
pp. 1-28.
<https://doi.org/10.24050/reia.v21i42.1717>

✉ Autor de correspondencia:

Corrales-Álvarez, M.
Licenciatura en Matemáticas y
Computación
Universidad del Quindío, Colombia
Universidad del Quindío, Colombia
mcorrales@uniquindio.edu.co

Recibido: 29-06-2023

Aceptado: 27-05-2024

Disponibile online: 01-07-2024

Revisión sistemática de la integración y la relación entre el pensamiento computacional y las matemáticas en los primeros años escolares

✉ LINA M. OCAMPO¹

MILENA CORRALES-ÁLVAREZ¹

SERGIO A. CARDONA-TORRES¹

1. Universidad del Quindío, Colombia

Resumen.

El pensamiento computacional surge como un área de conocimiento debido a que la tecnología y la informática se han vuelto cada vez más importantes en la sociedad actual. Se ha demostrado que el pensamiento computacional puede mejorar a la resolución de problemas, utiliza técnicas de la ciencia de la computación para desarrollar soluciones a problemas complejos, y a menudo implica la aplicación de principios matemáticos, como el álgebra, la geometría y la estadística. Por otro lado, las matemáticas son fundamentales para el pensamiento computacional, ya que proporcionan la base teórica y conceptual para muchas técnicas de las ciencias de la computación. Los conceptos matemáticos, como las funciones, los conjuntos y la teoría de grafos, son esenciales para la comprensión de muchos algoritmos y estructuras de datos. El objetivo de este trabajo fue analizar la manera en que se han integrado las matemáticas y el pensamiento computacional, y cómo se ha medido esa relación al utilizar actividades conectadas y desconectadas en estudiantes de los primeros años de escolaridad. Se revisaron 302 artículos a los cuales se les aplicaron criterios de inclusión y exclusión asociados a las variables de interés del estudio. Al finalizar la revisión se encuentra que en la mayoría de los artículos se integran las matemáticas y el pensamiento computacional tomando como base la relación que guardan entre sí, y se utilizan estrategias en el aula que favorecen ambos campos del conocimiento; en once de los artículos se proponen actividades desde cuatro componentes matemáticos (geométrico, métrico, espacial y numérico) para abordar el pensamiento computacional, siendo el componente geométrico el más utilizado; solo siete artículos incluyen en su población de estudio el grado 0º y sólo dos artículos trabajan con población de países de Centro (Panamá) y Sur América

(Uruguay); lo que podría indicar que el pensamiento computacional está en una etapa naciente en nuestro continente, excluyendo a los países de Norte América donde se reportan un mayor número de artículos.

Palabras clave: Pensamiento computacional, matemáticas, educación primaria, transición, actividades conectadas, actividades desconectadas, componente matemático, integración, educación, relación.

Systematic review of the integration and relationship between computational thinking and mathematics in the early years of schooling

Abstract.

Computational thinking emerges as a field of knowledge due to the increasing importance of technology and computing in today's society. It has been demonstrated that computational thinking can enhance problem-solving abilities by employing techniques from computer science to develop solutions for complex problems. It often involves the application of mathematical principles, such as algebra, geometry, and statistics. Mathematics is fundamental to computational thinking as it provides the theoretical and conceptual foundation for many computer science techniques. Mathematical concepts like functions, sets, and graph theory are essential for understanding algorithms and data structures. The aim of this study was to analyze the integration of mathematics and computational thinking and how this relationship has been measured using both connected and disconnected activities in primary school students. A total of 302 articles were reviewed, applying inclusion and exclusion criteria related to the study's variables of interest. The review found that most articles integrate mathematics and computational thinking based on their interconnectedness, using classroom strategies that support both fields of knowledge. Eleven articles propose activities encompassing four mathematical components (geometric, metric, spatial, and numeric) to address computational thinking, with the geometric component being the most commonly utilized. Only seven articles included students at the 0th grade level, and only two articles worked with populations from Central (Panama) and South America (Uruguay), suggesting that computational thinking is in its early stages in our continent, excluding North American countries where a higher number of articles are reported.

Keywords: Computational thinking, mathematics, primary school, transition, connected activities, disconnected activities, mathematical component, integration, education, relationship.

1. Introducción

Los avances tecnológicos de los últimos años han permeado todos los campos de la sociedad y su incidencia se manifiesta en ámbitos económicos, educativos, productivos y de ocio, sin discriminar género y edad. Las habilidades para su uso se han desarrollado de manera paralela a la evolución de la tecnología (Durak & Saritepeci, 2018) y la apropiación eficiente permite a las sociedades desarrollarse más rápido y ser más productivas (Özgür, 2020). Esto ha llevado a la identificación de una serie de competencias clave que se conocen como las competencias del siglo XXI (Scott, 2015).

Una de estas competencias es la resolución de problemas, sobre ella se centra el Pensamiento Computacional (PC) que se considera una habilidad clave en la era digital actual (Durak & Saritepeci, 2018), por esta razón, cada vez más sistemas educativos lo están incluyendo en sus currículos (González-González, 2019; Hickmott et al., 2017; Laurent et al., 2022; Zapata-Ros, 2018), ya que ayuda a las personas a abordar las problemáticas de manera más efectiva y a desarrollar otras competencias clave, como la creatividad, la colaboración y la alfabetización digital. Lo anterior implica que al igual que las matemáticas y el lenguaje, el PC sea una competencia clave en el mundo actual (Zapata-Ros, 2018).

El PC es definido como un conjunto de habilidades de uso universal, que todos debemos aprender, incluso las nuevas generaciones de estudiantes (Román et al., 2017). Se “utiliza para hacer referencia a técnicas y metodologías de resolución de problemas donde intervienen la experiencia y los saberes relacionados con la programación de computadoras” (Bordignon & Iglesias, 2020). Puede aplicarse a una amplia gama de disciplinas, siendo las ciencias y las matemáticas, las áreas con las que se debe integrar (Chan et al., 2022; Weintrop et al., 2016) ya que tienen conexiones fundamentales entre sí (Barcelos et al., 2018).

Al ver las matemáticas no sólo como una habilidad, sino como una forma de pensar sobre el mundo (Sneider et al., 2014) y al PC como un elemento de unión que complementa el pensamiento matemático e ingenieril (J. Wing, 2006), cobra importancia analizar

la relación entre ambas con el propósito de identificar cómo se han abordado en el aula para promover en los estudiantes competencias que les permitan desenvolverse en el mundo de hoy. Dada esta relación de reciprocidad, ambas disciplinas se apoyan (Israel & Lash, 2020) y es más probable que el proceso de enseñanza tenga éxito entre dominios estrechamente relacionados y cuando se lleva a cabo conscientemente (Laurent et al., 2022).

Para Jeannette Wing “el PC es una tipo de pensamiento analítico. Comparte con el pensamiento matemático las formas generales en que podríamos abordar la solución de un problema” (Wing, 2008). Esta relación se observa desde las habilidades cognitivas involucradas en el PC (análisis y abstracción, algoritmos, reconocimiento de patrones, pensamiento iterativo, transformación, reducción de problemas, prevención y preservación de errores y razonamiento intuitivo) (Subramaniam et al., 2022), y los cinco procesos generales de las matemáticas expresados por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (formular y resolver problemas; modelar procesos y fenómenos de la realidad; comunicar; razonar, y formular comparar y ejercitar procedimientos y algoritmos), que son utilizados cuando se busca desarrollar el proceso de formular y resolver problemas, ya que este involucra los otros procesos en distinto nivel en diferentes momentos (Ministerio de Educación Nacional, 2006).

La enseñanza, los aprendizajes y la transversalidad entre las áreas tradicionales se ha estudiado ampliamente, y aunque el avance del PC en la educación primaria ya se ha investigado (Kakavas et al., 2019), junto con las herramientas que permite mejorar sus habilidades, aún falta ahondar en cómo se relacionan las matemáticas y el PC (Gerosa et al., 2022), de manera particular en los primeros años de escolaridad, partiendo de lo expresado por Gerosa et al., quienes manifiestan que “desarrollar habilidades de PC a una edad temprana es fundamental para preparar a los niños en edad preescolar para que se involucren con las tecnologías” (Lavigne et al., 2020).

El objetivo de esta revisión sistemática es identificar cómo se ha integrado y se ha medido la relación entre las matemáticas y el PC en los primeros años de escolaridad.

Este propósito lleva a plantearse las siguientes preguntas:

- ¿Se han integrado las matemáticas y el PC en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los primeros años de escolaridad?
- ¿Se ha medido la relación entre las matemáticas y el PC en los primeros años de escolaridad?
- ¿Qué tipo de actividades se han utilizado al abordar las matemáticas y el PC en los primeros años de escolaridad?
- ¿Qué componentes matemáticos se abordan en las actividades propuestas en los primeros años de escolaridad?
- ¿Qué técnicas se han utilizado para medir la relación que existe entre las matemáticas y el PC en los primeros años de escolaridad?
- ¿Cuáles son los grados de los primeros años de escolaridad en los que se han desarrollado estudios donde se relaciona las matemáticas y el PC?

2. Metodología

Se utiliza el protocolo creado por Manchado, Tamames, López, Mohedano, D'Agostino, & Veiga (Manchado Garabito et al., 2009), en el cual se tienen en cuenta las variables bibliométricas y las variables de interés en la revisión sistemática, toda esta información se organiza en una matriz de datos la cual fue analizada a través de procesos estadísticos.

La revisión sistemática se realizó sobre cinco bases de datos ScienceDirect, Springer, Taylor & Francis Online, Web of Science (WOS) y SAGE. Se obtuvieron 24 artículos que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión propuestos en el protocolo de revisión sistemática, los cuales fueron analizados para identificar las variables de interés:

- Relación entre matemáticas y el PC en los primeros años de escolaridad
- Técnicas empleadas para medir la relación entre la matemática y el PC
- Actividades implementadas al abordar el PC y las matemáticas
- Componente matemático abordado desde las actividades propuestas
- Grado en el que se realizó el estudio y las variables bibliométricas: título, base de datos, año de publicación, revista, autor o autores, idioma y país. En la Tabla 1, se muestra el protocolo de la revisión sistemática.

Tabla 1. Protocolo de la revisión sistemática.

Introducción	Breve presentación de la temática:	El PC es un conjunto de habilidades es un proceso mental que permite solucionar problemas y representarlos de tal manera que puedan ser llevadas a cabo por un agente de procesamiento de información; involucra análisis, descomposición y abstracción. Estas habilidades, también se vinculan a las matemáticas. La relación que guarda el PC con las matemáticas (de manera particular con la competencia de resolución de problemas), promueve el interés de esta revisión en los primeros años de escolaridad.
	Justificación de la revisión:	Se identifica la necesidad de conocer los estudios que miden la relación entre el PC y las matemáticas, cuáles componentes se han abordado, el tipo de actividades utilizadas y la técnica de medición utilizada para medir dicha relación.
Metodología	Período del estudio	2012 - 2022
	Idioma	Inglés y Español

Tabla 1. Protocolo de la revisión sistemática.

Metodología	Otras restricciones	Investigaciones realizadas que incluyan algunos o varios grados de la básica primaria.
	Fuentes de la información	Science Direct, Springer, Taylor & Francis Online, WOS, SAGE
	Cadena de búsqueda	("pensamiento computacional" OR "computational thinking") AND ("primaria" OR "primary school") AND ("competencias matemáticas" OR "mathematics skills") OR ("mathematics" OR "matemáticas")
	Criterios de inclusión	Artículos y artículos de revisión que tienen en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • La relación entre las matemáticas y el PC en la escuela primaria • Las técnicas empleadas para medir la relación entre la matemática y el PC • El tipo de actividades implementadas al abordar el PC y las matemáticas
	Criterios de exclusión	Libro, tesis, publicación como poster, publicación de memorias en evento, nivel de escolaridad diferente a básica primaria.
	Variables Bibliométricas	Título, Base de datos, Año de publicación, Revista / Congreso, Tipo de publicación, Autores, País, e Idioma.
	Variables de interés sobre el contenido	Integración entre matemáticas y el PC en básica primaria. Relación entre competencias matemáticas y el pensamiento computacional en básica primaria. Técnicas empleadas para medir la relación entre la matemática y el PC. Actividades implementadas (conectadas o desconectadas) al abordar el pensamiento computacional y las matemáticas. Componente matemático abordado desde las actividades propuestas. Grado en el que se realizó el estudio.

Se identificaron 302 artículos que cumplen con los criterios de búsqueda, de los cuales 58 se encontraban en más de una de las fuentes revisadas. Al aplicar los criterios de exclusión y remover los artículos se obtuvieron 24 de ellos para realizar el análisis, se utiliza el diagrama de flujo sugerido por Urrútia G. & Bonfill X., (2010). En la Tabla 2 se presenta el flujo de la revisión sistemática.

Tabla 2. Flujo de la revisión sistemática.

Identificación	Fuente 1 (Springer)	Fuente 2 (Science Direct)
	63	171
	Fuente 3 (Taylor & Francis Online)	Fuente 4 (WOS)
	20	45
	Fuente 5 (SAGE)	Total de documentos identificados
	3	302
Pantalla	Documentos Repetidos	Documentos (sin duplicación)
	58	244
	Documentos Excluidos por Limpieza	Documentos (removiendo los excluidos)
	199	45
Elegibilidad	Documentos Excluidos por algún criterio	Documentos (removiendo los excluidos)
	21	24
Incluidos	Documentos Excluidos por énfasis	Documentos (removiendo los excluidos)
	0	24

La información obtenida se lleva a una matriz de datos donde se hacen visibles las variables bibliométricas que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Matriz de datos de los resultados obtenidos (Variables bibliométricas).

No.	Autores	Año	Base de datos	País
Art. 1	Falloon, G.	2016	WOS	Nueva Zelanda
Art. 2	Román, M., Pérez, J. C., & Jiménez, C.	2017	Science Direct	España
Art. 3	Durak, H. Y., & Saritepeci, M.	2018	Science Direct	Turquía
Art. 4	Miller, J.	2019	Springer	Australia
Art. 5	Fanchamps, N. L., Slangen, L., Hennissen, P., & Specht, M.	2019	Springer	Países Bajos
Art. 6	Ng, O. L., & Cui, Z.	2020	Springer	China
Art. 7	Israel, M., & Lash, T.	2020	Taylor & Francis Online	Estados Unidos
Art. 8	Jurado, E., Fonseca, D., Coderch, J., & Canaleta, X.	2020	WOS	España
Art. 9	Lavigne, H. J., Lewis-Presser, A., & Rosenfeld, D.	2020	Taylor & Francis Online	Estados Unidos
Art. 10	Muñoz, L., Villarreal, V., Morales, I., Gonzalez, J. & Nielsen, M.	2020	WOS	Panamá
Art. 11	Rich, K. M., Spaepen, E., Strickland, C., & Moran, C.	2020	Taylor & Francis Online	Estados Unidos
Art. 12	Stigberg, H., & Stigberg, S.	2020	SAGE	Suecia
Art. 13	Sung, W., & Black, J. B.	2020	Taylor & Francis Online	Estados Unidos
Art. 14	Bråting, K., & Kilhamn, C.	2021	Taylor & Francis Online	Suecia
Art. 15	Cui, Z., & Ng, O. L.	2021	SAGE	China
Art. 16	Moreno-León, J., Román, M., García, R., & Robles, G.	2021	WOS	España
Art. 17	Gerosa, A., Koleszar, V., Tejera, G., Gómez-Sena, L., & Carboni, A.	2021	Science Direct	Uruguay
Art. 18	Goldenberg, E. P., & Carter, C. J.	2021	WOS	Estados Unidos
Art. 19	Kjällander, S., Mannila, L., Åkerfeldt, A., & Heintz, F.	2021	WOS	Suecia
Art. 20	Ferrada, C. A., Puraivan, E., Silva, F., & Díaz-Levicoy, D.	2021	WOS	España
Art. 21	Laurent, M., Crisci, R., Bressoux, P., Chaachoua, H., Nurra, C., de Vries, E., & Tchounikine, P.	2022	Science Direct	Francia
Art. 22	Nordby, S. K., Bjerke, A. H., & Mifsud, L.	2022	Springer	Noruega
Art. 23	Wang, J., Zhang, Y., Hung, C. Y., Wang, Q., & Zheng, Y.	2022	Springer	China
Art. 24	Xu, W., Geng, F., & Wang, L.	2022	Science Direct	China

El análisis de las variables de interés de la revisión se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Matriz de datos de los resultados obtenidos (Variables de interés).

No.	Integración entre matemáticas y el PC	Relación entre matemáticas y el PC	Actividades implementadas al abordar el PC y las matemáticas	Componente matemático abordado en las actividades propuestas	Técnicas empleadas para medir la relación entre matemáticas y el PC	Grado en el que se realizó el estudio
Art. 1	Si	No	Conectadas	Geométrico	Observación Estadística descriptiva	0º a 1º
Art. 2	Si	Si	Desconectadas	Geométrico Métrico Espacial Numérico	Regresión lineal múltiple	5º a 10º
Art. 3	Si	Si	No	No	Modelo de detección relacional	5º
Art. 4	Si	Si	Conectadas	Geométrico Métrico Espacial Numérico	Observación Estadística descriptiva	2º
Art. 5	Si	Si	Conectadas	Geométrico Espacial	Estadística descriptiva	5º a 6º
Art. 6	Si	Si	Conectadas	Geométrico Métrico Espacial Numérico	Observación	5º
Art. 7	Si	No	Conectadas y desconectadas	Geométrico Métrico Espacial Numérico	Estadística descriptiva	1º a 5º
Art. 8	Si	No	Desconectadas	Geométrico Espacial	Observación	0º a 1º
Art. 9	Si	No	Conectadas y desconectadas	Geométrico Métrico Espacial Numérico	Observación	0º
Art. 10	Si	Si	Desconectadas	Geométrico Numérico	Estadística descriptiva	0º a 1º
Art. 11	Si	Si	No	Geométrico Métrico Espacial Numérico	No	0º a 5º
Art. 12	Si	Si	Desconectadas	Geométrico Espacial	Observación no participante Entrevistas semiestructuradas	2º

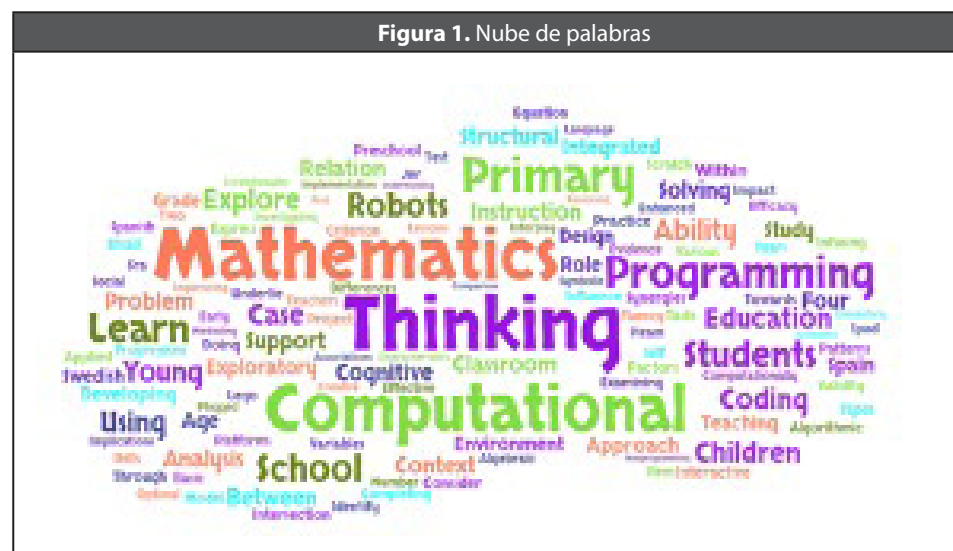
Tabla 4. Matriz de datos de los resultados obtenidos (Variables de interés).

No.	Integración entre matemáticas y el PC	Relación entre matemáticas y el PC	Actividades implementadas al abordar el PC y las matemáticas	Componente matemático abordado en las actividades propuestas	Técnicas empleadas para medir la relación entre matemáticas y el PC	Grado en el que se realizó el estudio
Art. 13	Si	Si	Conectadas y desconectadas	Geométrico	ANOVA 2x2	2º a 5º
Art. 14	Si	No	Conectadas y desconectadas	Geométrico Métrico Espacial Numérico	No	1º a 5º
Art. 15	Si	Si	Conectadas	Métrico Numérico	Observación	5º
Art. 16	Si	Si	Conectadas y desconectadas	Geométrico Métrico Espacial Numérico	Estadística descriptiva	5º
Art. 17	Si	Si	Conectadas y desconectadas	Geométrico Métrico Espacial Numérico	Modelo de regresión lineal múltiple	0º
Art. 18	Si	Si	Conectadas y desconectadas	Numérico	Observación	1º a 6º
Art. 19	Si	No	Conectadas y desconectadas	Geométrico Espacial	Observación Estadística descriptiva	1º, 4º y 7º
Art. 20	Si	No	Conectadas	Métrico Geométrico Espacial	Estadística descriptiva	5º a 6º
Art. 21	Si	Si	Conectadas y desconectadas	Numérico	Modelo estadístico multinivel	4º a 5º
Art. 22	Si	Si	Desconectadas	Geométrico Métrico Espacial Numérico	No	1º a 4º
Art. 23	Si	Si	Conectadas sin programación	Geométrico	Análisis de varianza	3º a 4º
Art. 24	Si	Si	Desconectadas	Geométrico Métrico Espacial Numérico	Análisis de correlación	0º

3. Resultados y discusión

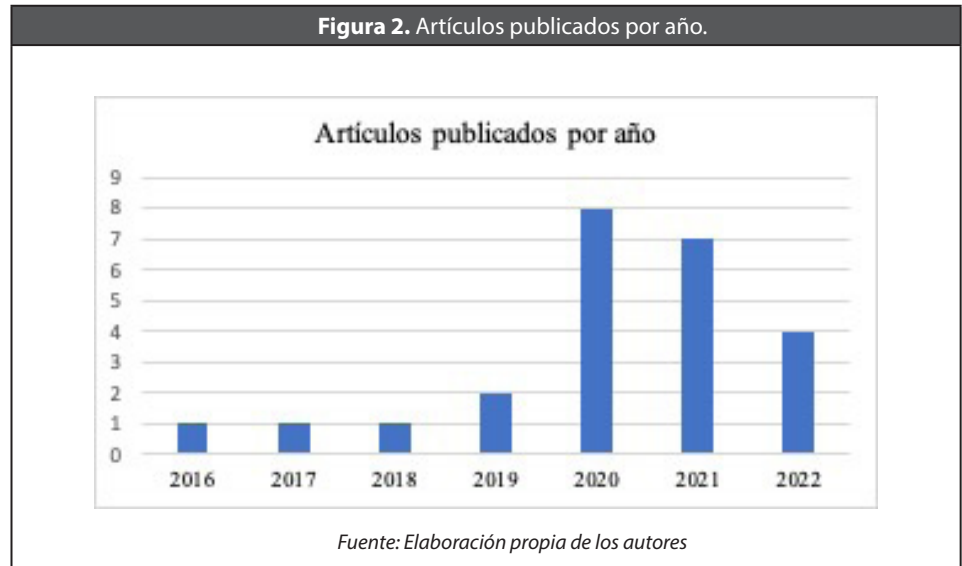
El análisis de las variables bibliométricas de los artículos revisados se presenta a continuación:

A partir de una nube de palabras elaborada en Wordart.com con los títulos de los artículos revisados se observa en la Figura 1 que las palabras más comunes son: Thinking (pensamiento), Mathematics (matemáticas), Computational (computacional), Primary (primaria), Programming (programación), Learning (aprendizaje), Students (estudiantes), School (escuela), Robots (robots).



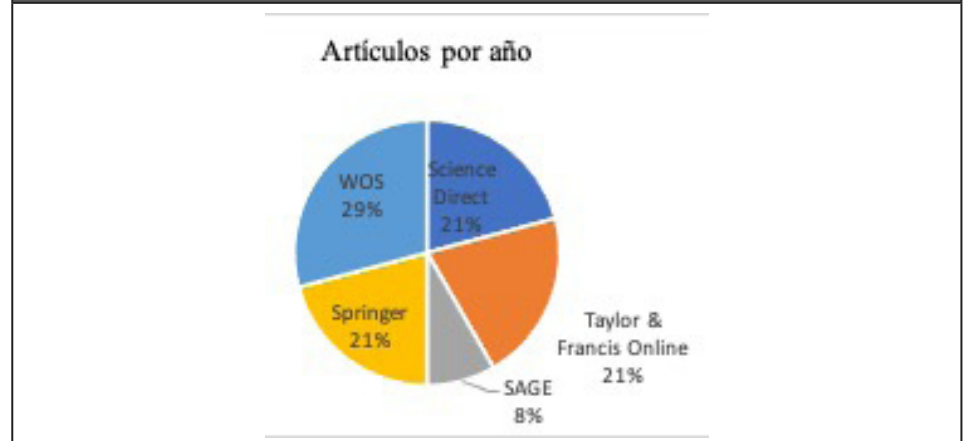
Respecto a la variable bibliométrica año de publicación se encuentra que el año 2020 fue donde más publicaciones se han hecho con un total de ocho artículos (Israel & Lash, 2020; Jurado et al., 2020; Lavigne et al., 2020; Muñoz et al., 2020; Ng & Cui, 2020; Rich et al., 2020; Stigberg & Stigberg, 2020; Sung & Black, 2020), seguido del año 2021 con siete artículos (Bråting & Kilhamn, 2021; Cui & Ng, 2021; Ferrada et al., 2021; Gerosa et al., 2021; Goldenberg & Carter, 2021; Kjällander et al., 2021; Moreno-León et al., 2021) y el año 2022 con cuatro (Laurent et al., 2022; Nordby et al., 2022; Wang et al., 2022; Xu et al., 2022). En el año 2019 se encuentran dos (Fanchamps et al., 2021; Miller, 2019), un solo artículo en el año 2016 (Falloon,

2016), uno en el año 2017 (Román et al., 2017) y uno en el año 2018 (Durak & Saritepeci, 2018), como se observa en la Figura 2. El rango utilizado para la búsqueda fue de 10 años, sin embargo, no se encontraron artículos antes del 2016.



Referente a la variable bases de datos, se encuentra que la mayoría de los artículos se encuentran en Web of Science (WOS) donde se han publicado siete artículos (29%) (Falloon, 2016; Ferrada et al., 2021; Goldenberg & Carter, 2021; Jurado et al., 2020; Kjällander et al., 2021; Moreno-León et al., 2021; Muñoz et al., 2020), seguida de Science Direct (Durak & Saritepeci, 2018; Gerosa et al., 2021; Laurent et al., 2022; Román et al., 2017; Xu et al., 2022), Taylor & Francis Online (Bråting & Kilhamn, 2021; Israel & Lash, 2020; Lavigne et al., 2020; Rich et al., 2020; Sung & Black, 2020) y Springer (Fanchamps et al., 2021; Miller, 2019; Ng & Cui, 2020; Nordby et al., 2022; Wang et al., 2022) donde se han publicado cinco artículos en cada una de ellas (21% cada una) y por último en SAGE dos artículos (8%) (Cui & Ng, 2021; Stigberg & Stigberg, 2020), como se observa en la Figura 3.

Figura 3. Bases de datos donde se publicaron los artículos.



Al analizar el año de publicación y las bases de datos se encuentra que es WOS donde se publica el primer artículo en el año 2016 (Falloon, 2016). En el año 2020 y el año 2021 se encuentra el mayor número de publicaciones (4 artículos) en las bases de datos Taylor & Francis Online (Israel & Lash, 2020; Lavigne et al., 2020; Rich et al., 2020; Sung & Black, 2020) y WOS (Ferrada et al., 2021; Goldenberg & Carter, 2021; Kjällander et al., 2021; Moreno-León et al., 2021), respectivamente como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Año de publicación y base de datos

Año de publicación	Base de datos					Total
	SAGE	Science Direct	Springer	Taylor & Francis Online	WOS	
2016					1	1
2017		1				1
2018		1				1
2019			2			2
2020	1		1	4	2	8
2021	1	1		1	4	7
2022		2	2			4
Total	2	5	5	5	7	24

En la variable bibliométrica revista, se identificó que los veinticuatro artículos están publicados en veintiún revistas diferentes. En la revista Interactive Learning Environments están publicados dos de ellos (Israel & Lash, 2020; Rich et al., 2020), al igual que en la revista Sensors (Jurado et al., 2020; Muñoz et al., 2020) y la revista ZDM– Mathematics Education (Miller, 2019; Ng & Cui, 2020); las cuales están incluidas en Scimago Journal & Country Rank (SRJ), dieciséis de ellas con cuartil Q1 (Bråting & Kilhamn, 2021; Cui & Ng, 2021; Durak & Saritepeci, 2018; Falloon, 2016; Fanchamps et al., 2021; Gerosa et al., 2021; Goldenberg & Carter, 2021; Israel & Lash, 2020; Jurado et al., 2020; Laurent et al., 2022; Lavigne et al., 2020; Muñoz et al., 2020; Rich et al., 2020; Román et al., 2017; Sung & Black, 2020; Wang et al., 2022; Xu et al., 2022), cuatro con cuartil Q2 (Kjällander et al., 2021; Moreno-León et al., 2021; Nordby et al., 2022; Stigberg & Stigberg, 2020) y una con cuartil Q4 (Ferrada et al., 2021). En la Tabla 6 se presentan los artículos publicados por revista.

Tabla 6. Artículos publicados por revista

Revista	Cantidad de artículos publicados	Cuartil de publicación
British Journal of Educational Technology	1	Q1
Computers & Education	1	Q1
Computers and Education Open	1	Q1
Computers in Human Behavior	1	Q1
Education Sciences	1	Q2
Educational technology research and development	1	Q1
Interactive Learning Environments	2	Q1
International Journal of Technology and Design Education	1	Q1
Journal of Computer Assisted Learning	1	Q1
Journal of Digital Learning in Teacher Education	1	Q1
Journal of Educational Computing Research	1	Q1

Tabla 6. Artículos publicados por revista

Revista	Cantidad de artículos publicados	Cuartil de publicación
Journal of Research on Technology in Education	1	Q1
KI-Künstliche Intelligenz	1	Q2
Learning and Instruction	1	Q1
Mathematical Thinking and Learning	1	Q1
Policy Futures in Education	1	Q2
Revista de Educación a Distancia	1	Q2
Sensors	2	Q1
Sociología y tecnociencia	1	Q4
Thinking Skills and Creativity	1	Q1
ZDM–Mathematics Education	2	Q1

En la variable bibliométrica autores, se encuentra que son varios los investigadores interesados en estudiar cómo se relacionan el PC y las matemáticas. Tres de los autores aparecen en más de uno de los artículos que cumplen con los criterios de búsqueda: Oi-Lam Ng (Cui & Ng, 2021; Ng & Cui, 2020), Zhihao Cui (Cui & Ng, 2021; Ng & Cui, 2020) y Marcos Román-González (Moreno-León et al., 2021; Román et al., 2017).

En el protocolo de búsqueda se planteó buscar artículos en inglés y en español, al analizar la variable bibliométrica idioma, se encontraron veintitrés documentos en inglés (Bråting & Kilhamn, 2021; Cui & Ng, 2021; Durak & Saritepeci, 2018; Falloon, 2016; Fanchamps et al., 2021; Gerosa et al., 2021; Goldenberg & Carter, 2021; Israel & Lash, 2020; Jurado et al., 2020; Kjällander et al., 2021; Laurent et al., 2022; Lavigne et al., 2020; Miller, 2019; Moreno-León et al., 2021; Muñoz et al., 2020; Ng & Cui, 2020; Nordby et al., 2022; Rich et al., 2020; Román et al., 2017; Stigberg & Stigberg, 2020; Sung & Black, 2020; Wang et al., 2022; Xu et al., 2022) y uno en español (Ferrada et al., 2021). Respecto a la variable bibliométrica país, se encontró que se han publicado investigaciones en varios países, cinco

de ellas en Estados Unidos (Goldenberg & Carter, 2021; Israel & Lash, 2020; Lavigne et al., 2020; Rich et al., 2020; Sung & Black, 2020), cuatro en España (Ferrada et al., 2021; Jurado et al., 2020; Moreno-León et al., 2021; Román et al., 2017) y China (Cui & Ng, 2021; Ng & Cui, 2020; Wang et al., 2022; Xu et al., 2022), tres en Suecia (Bråting & Kilhamn, 2021; Kjällander et al., 2021; Stigberg & Stigberg, 2020) y uno en Turquía (Durak & Saritepeci, 2018), Uruguay (Gerosa et al., 2021), Francia (Laurent et al., 2022), Noruega (Nordby et al., 2022), Australia (Miller, 2019), Países Bajos (Fanchamps et al., 2021), Nueva Zelanda (Falloon, 2016) y Panamá (Muñoz et al., 2020), En la Figura 2 se presenta un mapa con los países en donde se ha publicado.



A partir del análisis de la variable país donde se realizó el estudio y el año de publicación, se encontró que solo se publica un artículo en Nueva Zelanda durante el año 2016 (Falloon, 2016), uno en España en el año 2017 (Román et al., 2017) y uno en Turquía en el año 2018 (Durak & Saritepeci, 2018). En el año 2019 se publican dos artículos en diferentes países: Australia (Miller, 2019) y Países bajos (Fanchamps et al., 2021); en el año 2020 se tiene el mayor número de publicaciones (8 en total), cuatro de ellas en Estados Unidos (Israel & Lash, 2020; Lavigne et al., 2020; Rich et al., 2020; Sung & Black, 2020), una en China (Ng & Cui, 2020), una en España

(Jurado et al., 2020), una en Panamá (Muñoz et al., 2020) y una en Suecia (Stigberg & Stigberg, 2020). En el año 2021 se publican siete artículos, dos en España (Ferrada et al., 2021; Moreno-León et al., 2021), dos en Suecia (Bråting & Kilhamn, 2021; Kjällander et al., 2021), uno en China (Cui & Ng, 2021), uno en Estados Unidos (Goldenberg & Carter, 2021) y uno en Uruguay (Gerosa et al., 2021). En el año 2022, se publican cuatro artículos, dos de ellos en China (Wang et al., 2022; Xu et al., 2022), uno en Francia (Laurent et al., 2022) y uno en Noruega (Nordby et al., 2022). En la Tabla 7 se presenta la relación entre el año de publicación y el país.

Cabe resaltar que dos artículos trabajan con población de países de Centro América (Muñoz et al., 2020) (Panamá) y Sur América (Gerosa et al., 2021) (Uruguay), contrario a lo que ocurre en Norte América donde se encuentran cinco artículos de un mismo país (Goldenberg & Carter, 2021; Israel & Lash, 2020; Lavigne et al., 2020; Rich et al., 2020; Sung & Black, 2020) (Estados Unidos).

Tabla 7. Año de publicación y País

País de publicación	Año de publicación							Total
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Australia				1				1
China					1	1	2	4
España		1			1	2		4
Estados Unidos					4	1		5
Francia							1	1
Noruega							1	1
Nueva Zelanda	1							1
Países Bajos				1				1
Panamá					1			1
Suecia					1	2		3
Turquía			1					1
Uruguay						1		1
Total	1	1	1	2	8	7	4	24

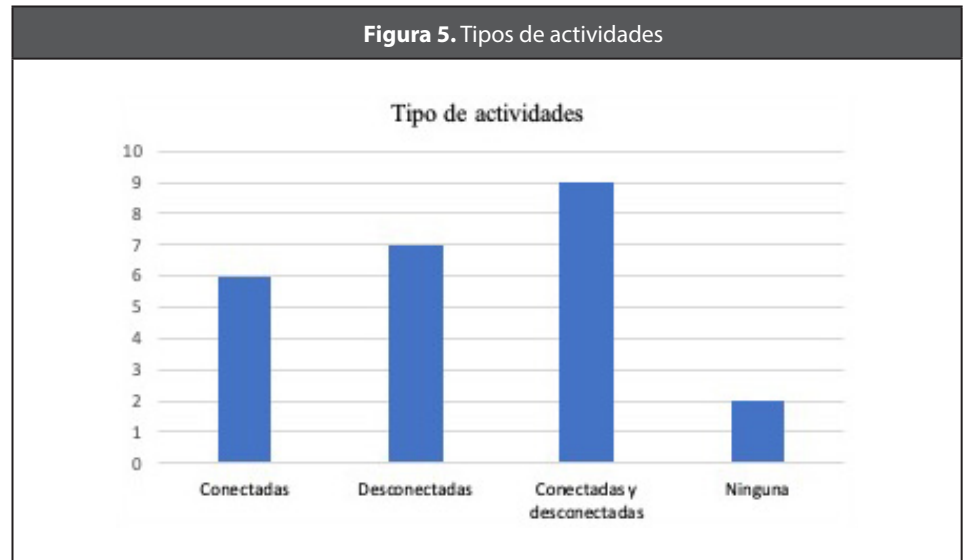
Respecto a las variables de interés (Tabla 4) que se tienen en la revisión sistemática se encuentra que los veinticuatro artículos analizan la integración entre el PC y las matemáticas por lo menos en un grado entre grado 0º y grado 5º (Bråting & Kilhamn, 2021; Cui & Ng, 2021; Durak & Saritepeci, 2018; Falloon, 2016; Fanchamps et al., 2021; Ferrada et al., 2021; Gerosa et al., 2021; Goldenberg & Carter, 2021; Israel & Lash, 2020; Jurado et al., 2020; Kjällander et al., 2021; Laurent et al., 2022; Lavigne et al., 2020; Miller, 2019; Moreno-León et al., 2021; Muñoz et al., 2020; Ng & Cui, 2020; Nordby et al., 2022; Rich et al., 2020; Román et al., 2017; Stigberg & Stigberg, 2020; Sung & Black, 2020; Wang et al., 2022; Xu et al., 2022).

En diecisiete de los artículos se estudia la relación del PC y las matemáticas (Cui & Ng, 2021; Durak & Saritepeci, 2018; Fanchamps et al., 2021; Gerosa et al., 2021; Goldenberg & Carter, 2021; Laurent et al., 2022; Miller, 2019; Moreno-León et al., 2021; Muñoz et al., 2020; Ng & Cui, 2020; Nordby et al., 2022; Rich et al., 2020; Román et al., 2017; Stigberg & Stigberg, 2020; Sung & Black, 2020; Wang et al., 2022; Xu et al., 2022), en veintiuno de ellos utilizan técnicas estadísticas para medir esta relación (Cui & Ng, 2021; Durak & Saritepeci, 2018; Falloon, 2016; Fanchamps et al., 2021; Ferrada et al., 2021; Gerosa et al., 2021; Goldenberg & Carter, 2021; Israel & Lash, 2020; Jurado et al., 2020; Kjällander et al., 2021; Laurent et al., 2022; Lavigne et al., 2020; Miller, 2019; Moreno-León et al., 2021; Muñoz et al., 2020; Ng & Cui, 2020; Román et al., 2017; Stigberg & Stigberg, 2020; Sung & Black, 2020; Wang et al., 2022; Xu et al., 2022). En siete de los artículos no se plantea como objeto de estudio la relación entre las matemáticas y el PC (Bråting & Kilhamn, 2021; Falloon, 2016; Ferrada et al., 2021; Israel & Lash, 2020; Jurado et al., 2020; Kjällander et al., 2021; Lavigne et al., 2020), sin embargo, en seis de ellos utilizan la observación y estadística básica como técnica para medirla (Bråting & Kilhamn, 2021; Falloon, 2016; Ferrada et al., 2021; Israel & Lash, 2020; Jurado et al., 2020; Kjällander et al., 2021; Lavigne et al., 2020) y dos de los artículos que mencionan la relación entre ambas no utilizan ninguna técnica para medirla (Nordby et al., 2022; Rich et al., 2020) (Tabla 4).

Las investigaciones realizadas mostraron diferencias en la población de estudio (grados de escolaridad) hacia la cual estaban

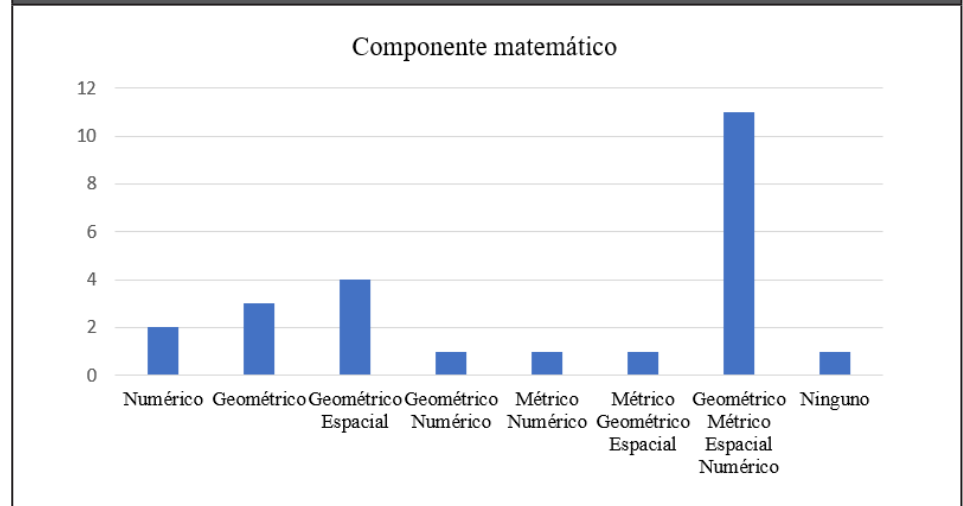
dirigidas. Tres se realizan con estudiantes de grado 0º (Gerosa et al., 2021; Lavigne et al., 2020; Xu et al., 2022), tres con estudiantes de grado 0º y 1º (Falloon, 2016; Jurado et al., 2020; Muñoz et al., 2020), dos con estudiantes de grado 1º a grado 5º (Bråting & Kilhamn, 2021; Israel & Lash, 2020) y uno con estudiantes de grado 1º a 6º (Goldenberg & Carter, 2021), uno con estudiantes de grado 1º a 4º (Nordby et al., 2022), otro estudio con estudiantes de 2º a 5º (Sung & Black, 2020) y uno tuvo en cuenta todos los grados de 0º hasta grado 5º (Rich et al., 2020). Dos artículos solo tienen en cuenta dos grados (3º y 4º, 4º y 5º) (Laurent et al., 2022; Wang et al., 2022), dos artículos trabajan en grado 2º (Miller, 2019; Stigberg & Stigberg, 2020) y cuatro artículos trabajan solo en grado 5º (Cui & Ng, 2021; Durak & Saritepeci, 2018; Moreno-León et al., 2021; Ng & Cui, 2020). En tres artículos se trabaja de grado 5º en adelante (Fanchamps et al., 2021; Ferrada et al., 2021; Román et al., 2017); y en un solo artículo se abordan los grados 1º, 4º y 7º (Kjällander et al., 2021) (Tabla 4).

Respecto a las actividades implementadas para abordar el PC y las matemáticas, en los artículos se identifican de tipo conectadas, desconectadas y conectadas sin programación (que harían parte de las actividades desconectadas). En la Figura 4 se observa que nueve de los artículos trabajan ambos tipos de actividades (Bråting & Kilhamn, 2021; Gerosa et al., 2021; Goldenberg & Carter, 2021; Israel & Lash, 2020; Kjällander et al., 2021; Laurent et al., 2022; Lavigne et al., 2020; Moreno-León et al., 2021; Sung & Black, 2020), seis artículos actividades de tipo conectadas (Cui & Ng, 2021; Falloon, 2016; Fanchamps et al., 2021; Ferrada et al., 2021; Miller, 2019; Ng & Cui, 2020) y siete artículos de tipo desconectadas (Jurado et al., 2020; Muñoz et al., 2020; Nordby et al., 2022; Román et al., 2017; Stigberg & Stigberg, 2020; Wang et al., 2022; Xu et al., 2022). Dos de los artículos no utilizan ningún tipo de actividad (Durak & Saritepeci, 2018; Rich et al., 2020), uno de ellos está enfocado al uso de un modelo de ecuaciones estructurales para medir la relación entre el PC y las matemáticas (Durak & Saritepeci, 2018) y el otro tiene en cuenta el Pensamiento Proto-Computacional (PCT) y los estándares estatales básicos comunes para matemáticas (CCSS-M) de grado 0º a grado 5º para encontrar sinergias y diferencias, esta investigación no trabaja con estudiantes directamente (Rich et al., 2020).



La última variable de interés analizada es el componente matemático abordado desde las actividades descritas. Se encuentra en once de los artículos que abordan el componente geométrico, componente métrico, componente espacial y componente numérico (Bråting & Kilhamn, 2021; Gerosa et al., 2021; Israel & Lash, 2020; Lavigne et al., 2020; Miller, 2019; Moreno-León et al., 2021; Ng & Cui, 2020; Nordby et al., 2022; Rich et al., 2020; Román et al., 2017; Xu et al., 2022). Uno de los artículos el componente métrico, el componente geométrico y el componente espacial (Ferrada et al., 2021). Cuatro de los artículos abordan el componente geométrico y el componente espacial (Fanchamps et al., 2021; Jurado et al., 2020; Kjällander et al., 2021; Stigberg & Stigberg, 2020). Uno de los artículos el componente geométrico y el componente numérico (Muñoz et al., 2020). Uno de los artículos el componente métrico y el componente numérico (Cui & Ng, 2021). Tres artículos solo abordan el componente geométrico (Falloon, 2016; Sung & Black, 2020; Wang et al., 2022). Dos artículos el componente numérico (Goldenberg & Carter, 2021; Laurent et al., 2022) y otro no aborda ninguno ya que su interés radica en medir la relación entre el PC y las matemáticas (Durak & Saritepeci, 2018) (Figura 5). Siendo el componente geométrico el más abordado, seguido del componente numérico y por último los componente métrico y espacial.

Figura 6. Componente matemático.



En la Tabla 4, se observa que de los veinticuatro artículos revisados dos abordan las seis variables de interés de esta revisión sistemática y tienen en cuenta las actividades conectadas y desconectadas y los componentes matemáticos: geométrico, métrico, espacial y numérico (Gerosa et al., 2021; Moreno-León et al., 2021). Dos abordan cinco de las variables de interés, no tienen en cuenta la relación entre el PC y las matemáticas pero utilizan las actividades conectadas y desconectadas y los componentes geométrico, métrico, espacial y numérico (Israel & Lash, 2020; Lavigne et al., 2020). Dos artículos abordan las seis variables de interés, utilizan actividades desconectadas y los componentes geométrico, métrico, espacial y numérico (Román et al., 2017; Xu et al., 2022). Dos artículos abordan las seis variables de interés, utilizan actividades conectadas y los componentes geométrico, métrico, espacial y numérico (Miller, 2019; Ng & Cui, 2020). Cuatro abordan las seis variables de interés con actividades conectadas y/o desconectadas y solo un componente matemático (Goldenberg & Carter, 2021; Laurent et al., 2022; Sung & Black, 2020; Wang et al., 2022). Dos de los artículos abordan las seis variables de interés, utilizan actividades desconectadas y dos componentes matemáticos (Muñoz et al., 2020; Stigberg & Stigberg, 2020) y dos de los artículos no utilizan actividades, uno de ellos tiene en cuenta los componentes mencionados anteriormente.

Al comparar los resultados obtenidos en esta revisión sistemática con revisiones de otros autores se observa que hay puntos en común. En concordancia con Barcelos (2018) y Chan (2022) las actividades que involucran el componente geométrico son las más comunes, lo que muestra la necesidad de investigar teniendo en cuenta actividades que integren probabilidad, estadística, medición y funciones junto con el PC (Hickmott et al., 2017) y que al integrar de manera consciente el PC y las matemáticas se utilicen ejemplos relevantes apropiados para su edad (Barr & Stephenson, 2011).

4. Conclusiones

El objetivo de esta revisión sistemática fue identificar y analizar en los 24 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión, cómo se ha integrado y se ha medido la relación entre las matemáticas y el PC en los primeros años de escolaridad.

¿Se han integrado las matemáticas y el PC en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los primeros años de escolaridad?, ¿Se ha medido la relación entre las matemáticas y el PC en los primeros años de escolaridad?

En todos los artículos analizados, se trabaja el PC de manera integrada con el área de matemáticas, teniendo como propósito promover habilidades del PC. Esta integración en 17 de los artículos se realiza teniendo como base la relación que guardan para los autores estas dos áreas del conocimiento; razón por la cual utilizan estrategias que favorecen tanto habilidades del PC como los conceptos matemáticos, es decir, se busca promover al tiempo ambos conocimientos.

¿Qué tipo de actividades se han utilizado al abordar las matemáticas y el PC en los primeros años de escolaridad?

Se utilizan actividades conectadas y desconectadas para abordar el PC dentro de las clases de matemáticas. En siete de los artículos solo utilizan actividades desconectadas, lo que indica que son una herramienta de amplio uso y las instituciones que no cuentan con recursos suficientes y conectividad, las pueden

utilizar para promover habilidades del PC (Kakavas et al., 2019) junto con las matemáticas. Una de las ventajas que puede tener su uso es que les permite a los estudiantes tener experiencias concretas (Bati, 2022) que es fundamental en edades escolares tempranas teniendo presente en su diseño que las intenciones, las condiciones y los recursos con los que se dispone deben ir enlazados con los objetivos y resultados esperados en el proceso de aprendizaje (Zapata-Ros, 2019).

¿Qué componentes matemáticos se abordan en las actividades propuestas en los primeros años de escolaridad?

Once de los artículos proponen actividades desde cuatro componentes matemáticos para abordar el PC, siendo el componente geométrico el más utilizado, seguido del componente numérico y por último los componente métrico y espacial. No se evidencia el componente aleatorio en ninguno de los artículos; lo que muestra la necesidad de investigar teniendo en cuenta actividades que integren probabilidad y estadística.

¿Qué técnicas se han utilizado para medir la relación que existe entre las matemáticas y el PC en los primeros años de escolaridad?

Se encuentra que las técnicas empleadas para medir la relación entre las matemáticas y el PC se basan en su mayoría en la observación y la estadística descriptiva, y los datos utilizados se obtienen después de implementar actividades de enseñanza en el aula; solo dos artículos analizan la relación desde fundamentos conceptuales y no realizan intervención con los estudiantes. Lo que muestra un espacio de investigación donde se utilicen métodos cuantitativos (Leung, 2021) que midan la relación entre las matemáticas y el PC.

¿Cuáles son los grados de los primeros años de escolaridad en los que se han desarrollado estudios donde se relaciona las matemáticas y el PC?

Se observa que se han realizado estudios en todos los grados que hacen parte de los primeros años de escolaridad, en su mayoría de grado 1º a grado 5º, solo siete artículos incluyen en su población

de estudio el grado 0º, lo que podría verse como un espacio para futuras investigaciones.

Solo dos artículos trabajan con población de países de Centro (Panamá) y Sur América (Uruguay), lo que podría indicarnos que el PC está en una etapa naciente en nuestro continente, excluyendo a los países de Norte América donde se reportan un mayor número de artículos.

5. Agradecimientos

A la Universidad del Quindío y al Doctorado en Ciencias de la Educación por su interés en la formación de sus estudiantes y apoyo económico otorgado.

6. Referencias

- Barcelos, T., Munoz, R., Villarroel, R., Merino, E. and Silveira, I. (2018) 'Mathematics Learning through Computational Thinking Activities: A Systematic Literature Review', *Journal of Universal Computer Science*, 24(7), pp. 815–845. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/326894640> (Accedido: 20 junio 2024).
- Barr, V. and Stephenson, C. (2011) 'Bringing-CT-K12-Role-of-CS-Education', *ACM Inroads*, 2(1), pp. 48–54.
- Bati, K. (2022) 'A systematic literature review regarding computational thinking and programming in early childhood education', *Education and Information Technologies*, 27(2), pp. 2059–2082. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10700-2>
- Bordignon, F. and Iglesias, A. (2020) *Introducción al Pensamiento Computacional*. Universidad Pedagógica Nacional y Educar SE.
- Bråting, K. and Kilhamn, C. (2021) 'Exploring the intersection of algebraic and computational thinking', *Mathematical Thinking and Learning*, 23(2), pp. 170–185. <https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1779012>
- Chan, S., Looi, C., Ho, W. and Kim, M. (2022) 'Tools and approaches for integrating computational thinking and mathematics: A scoping review of current empirical studies', *Journal of Educational Computing Research*. <https://doi.org/10.1177/07356331221098793>
- Cui, Z. and Ng, O.L. (2021) 'The Interplay Between Mathematical and Computational Thinking in Primary School Students' Mathematical Problem-Solving Within a Programming Environment', *Journal of Educational Computing Research*, 59(5), pp. 988–1012. <https://doi.org/10.1177/0735633120979930>
- Durak, H.Y. and Saritepeci, M. (2018) 'Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model', *Computers &*

- Education*, 116, pp. 191–202. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.004>
- Falloon, G. (2016) 'An analysis of young students' thinking when completing basic coding tasks using Scratch Jr. on the iPad', *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(6), pp. 576–593. <https://doi.org/10.1111/jcal.12155>
- Fanchamps, N.L.J.A., Slangen, L., Hennissen, P. and Specht, M. (2021) 'The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efficacy using Lego robotics in two types of instruction', *International Journal of Technology and Design Education*, 31(2), pp. 203–222. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09559-9>
- Ferrada, C.A., Puraivan, E., Silva, F. and Díaz Levicoy, D. (2021) 'Robótica aplicada al aula en Educación Primaria: un caso en el contexto español', *Sociología y Tecnociencia*, 11(2), pp. 240–259. https://doi.org/10.24197/st.Extra_2.2021.240-259
- Gerosa, A., Koleszar, V., Tejera, G., Gómez-Sena, L. and Carboni, A. (2021) 'Cognitive abilities and computational thinking at age 5: Evidence for associations to sequencing and symbolic number comparison', *Computers and Education Open*, 2, 100043. <https://doi.org/10.1016/J.CAEO.2021.100043>
- Gerosa, A., Koleszar, V., Tejera, G., Gómez-Sena, L. and Carboni, A. (2022) 'Educational Robotics Intervention to Foster Computational Thinking in Preschoolers: Effects of Children's Task Engagement', *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.904761>
- Goldenberg, E.P. and Carter, C.J. (2021) 'Programming as a language for young children to express and explore mathematics in school', *British Journal of Educational Technology*, 52(3), pp. 969–985. <https://doi.org/10.1111/bjet.13080>
- 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, pp. 1–17. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17
- Hickmott, D., Prieto-Rodríguez, E. and Holmes, K. (2017) 'A Scoping Review of Studies on Computational Thinking in K–12 Mathematics Classrooms', *Digital Experiences in Mathematics Education*, 4(1), pp. 48–69. <https://doi.org/10.1007/s40751-017-0038-8>
- Israel, M. and Lash, T. (2020) 'From classroom lessons to exploratory learning progressions: mathematics + computational thinking', *Interactive Learning Environments*, 28(3), pp. 362–382. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674879>
- Jurado, E., Fonseca, D., Coderch, J. and Canaleta, X. (2020) 'Social steam learning at an early age with robotic platforms: A case study in four schools in Spain', *Sensors (Switzerland)*, 20(13), pp. 1–23. <https://doi.org/10.3390/s20133698>
- Kakavas, P., Holmes, C., Wadhwa, B. and Ugolini, F.C. (2019) 'Computational thinking in primary education: a systematic literature review', *Research on Education and Media*, 11(2). <https://doi.org/10.2478/rem-2019-0023>
- Kjällander, S., Mannila, L., Åkerfeldt, A. and Heintz, F. (2021) 'Elementary students' first approach to computational thinking and programming', *Education Sciences*, 11(2), pp. 1–15. <https://doi.org/10.3390/educsci11020080>
- Laurent, M., Crisci, R., Bressoux, P., Chaachoua, H., Nurra, C., de Vries, E. and Tchounikine, P. (2022) 'Impact of programming on primary mathematics learning', *Learning and Instruction*, 82, 101667. <https://doi.org/10.1016/j.LEARNINSTRUC.2022.101667>
- Lavigne, H.J., Lewis-Presser, A. and Rosenfeld, D. (2020) 'An exploratory approach for investigating the integration of computational thinking and mathematics for preschool children', *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 36(1), pp. 63–77. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1693940>
- Leung, H.Y.H. (2021) 'Systematic Literature Review of Integrating Computational Thinking into Mathematics Education', *US-China Education Review A*, 11(4), pp. 152–163. <https://doi.org/10.17265/2161-623X/2021.04.002>

- Manchado Garabito, R., Tamames Gómez, S., López González, M., Mohedano Macías, L. and Veiga de Cabo, J. (2009) 'Revisiones Sistemáticas Exploratorias Scoping review', *Med Segur Trab (Internet)*, 55(216), pp. 12–19.
- Miller, J. (2019) 'STEM education in the primary years to support mathematical thinking: using coding to identify mathematical structures and patterns', *ZDM - Mathematics Education*, 51(6), pp. 915–927. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01096-y>
- Ministerio de Educación Nacional (2006) *Documento 3. Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional de Colombia.
- Moreno-León, J., Román-González, M., García-Perales, R. and Robles, G. (2021) 'Coding to learn Mathematics in 5th grade: Implementation of the ScratchMaths project in Spain', *Revista de Educación a Distancia*, 21(68). <https://doi.org/10.6018/red.485441>
- Muñoz, L., Villarreal, V., Morales, I., Gonzalez, J. and Nielsen, M. (2020) 'Developing an interactive environment through the teaching of mathematics with small robots', *Sensors (Switzerland)*, 20(7). <https://doi.org/10.3390/s20071935>
- Ng, O.L. and Cui, Z. (2020) 'Examining primary students' mathematical problem-solving in a programming context: towards computationally enhanced mathematics education', *ZDM - Mathematics Education*, 53(4), pp. 847–860. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01200-7>
- Nordby, S.K., Bjerke, A.H. and Mifsud, L. (2022) 'Primary Mathematics Teachers' Understanding of Computational Thinking', *KI - Kunstliche Intelligenz*, 36(1), pp. 35–46. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00750-6>
- Özgür, H. (2020) 'Relationships between Computational Thinking Skills, Ways of Thinking and Demographic Variables: A Structural Equation Modeling', *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 6(2), pp. 299–314. www.ijres.net
- Rich, K.M., Spaepen, E., Strickland, C. and Moran, C. (2020) 'Synergies and differences in mathematical and computational thinking: implications for integrated instruction', *Interactive Learning Environments*, 28(3), pp. 272–283. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612445>
- Román, M., Pérez, J.C. and Jiménez, C. (2017) 'Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test', *Computers in Human Behavior*, 72, pp. 678–691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Scott, C. L. (2015) *Investigación y Prospectiva en Educación. El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI?*
- Sneider, C., Stephenson, C., Schafer, B. and Flick, L. (2014) 'Computational Thinking in High School Science Classrooms', *The Science Teacher*, 81(5), pp. 53–60.
- Stigberg, H. and Stigberg, S. (2020) 'Teaching programming and mathematics in practice: A case study from a Swedish primary school', *Policy Futures in Education*, 18(4), pp. 483–496. <https://doi.org/10.1177/1478210319894785>
- Subramaniam, S., Maat, S. M. and Mahmud, M. S. (2022) 'Computational thinking in mathematics education: A systematic review', *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 17(6), pp. 2029–2044. <https://doi.org/10.18844/CJES.V17I6.7494>
- Sung, W. and Black, J. B. (2020) 'Factors to consider when designing effective learning: Infusing computational thinking in mathematics to support thinking-doing', *Journal of Research on Technology in Education*, 53(4), pp. 404–426. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1784066>
- Urrútia, G. and Bonfill, X. (2010) 'PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses', *Medicina Clinica*, 135(11), pp. 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>

- Wang, J., Zhang, Y., Hung, C. Y., Wang, Q. and Zheng, Y. (2022) 'Exploring the characteristics of an optimal design of non-programming plugged learning for developing primary school students' computational thinking in mathematics', *Educational Technology Research and Development*, 70(3), pp. 849–880. <https://doi.org/10.1007/S11423-022-10093-0/TABLES/7>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. and Wilensky, U. (2016) 'Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms', *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), pp. 127–147. <https://doi.org/10.1007/S10956-015-9581-5>
- Wing, J. (2006) 'Computational Thinking'. Available at: <https://www.cs.princeton.edu/~chazelle/courses/BIB/jeannette-wing.pdf>
- Wing, J. M. (2008) 'Computational thinking and thinking about computing', *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366, pp. 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Xu, W., Geng, F. and Wang, L. (2022) 'Relations of computational thinking to reasoning ability and creative thinking in young children: Mediating role of arithmetic fluency', *Thinking Skills and Creativity*, 44, 101041. <https://doi.org/10.1016/J.TSC.2022.101041>
- Zapata-Ros, M. (2018) 'Pensamiento computacional. Una tercera competencia clave. (I)', *Blog RED El Aprendizaje En La Sociedad Del Conocimiento*. Available at: <https://red.hypotheses.org/1059>