

Estableciendo vínculos entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico en educación infantil: Implicaciones para la práctica docente

Connecting computational thinking and algebraic thinking in early childhood education: Implications for teaching practice

Yeni Acosta 

Universitat de Girona
Catalunya, España
yeni.acosta@udg.edu

Nataly Pincheira 

Universitat de Girona
Catalunya, España
nataly.pincheira@udg.edu

Ángel Alsina 

Universitat de Girona
Catalunya, España
angel.alsina@udg.edu

Resumen. El objetivo de este artículo es doble: 1) explorar el conocimiento y las creencias de futuros docentes de educación infantil sobre el vínculo entre el pensamiento computacional y el algebraico a través de los patrones de repetición; y, con base en los datos obtenidos, 2) presentar y analizar tres tareas que promueven dicho vínculo. Para ello, se ha administrado un cuestionario a 51 futuros docentes del Grado en Maestro en Educación Infantil de una universidad pública española y se han utilizado indicadores referentes a los conocimientos esenciales sobre el pensamiento computacional y el algebraico en educación infantil, con énfasis en los patrones de repetición. Los datos muestran: a) cierta confusión entre componentes, estrategias y habilidades transversales del pensamiento computacional; b) se vincula el pensamiento computacional sobre todo con el sentido numérico y, cuando se vincula con el algebraico, se hace de forma genérica e imprecisa; c) para promover este vínculo, es recomendable diseñar e implementar tareas desde una perspectiva multidisciplinar que permitan superar las limitaciones identificadas.

Palabras clave: pensamiento computacional; pensamiento algebraico; patrones de repetición; formación del profesorado; tareas matemáticas; educación infantil.

Abstract. The aim of this article is both: 1) to explore the knowledge and beliefs of prospective early childhood education teachers about the link between computational and algebraic thinking through repetition patterns; and, based on the data obtained, 2) to present and analyze three tasks that promote this link. For this purpose, a questionnaire was administered to 51 pre-service Early Childhood Education teachers from a Spanish public university and indicators were used regarding essential knowledge of computational and algebraic thinking in Early Childhood Education, with an emphasis on repetition patterns. The data show: a) some confusion between components, strategies and soft skills of computational thinking; b) computational thinking is mainly linked to number sense and, when it is linked to algebraic thinking, it is done in a general and uncertain way; c) in order to promote this link, it is advisable to design and set tasks from a multidisciplinary perspective in order to overcome the restrictions identified.

Keywords: computational thinking; algebraic thinking; repetition patterns; teacher education; mathematic tasks; early childhood education.

Introducción

El pensamiento computacional es una de las competencias del siglo XXI para resolver de manera exitosa y creativa los problemas de una sociedad cada vez más compleja y tecnológica. En este escenario, la escuela debe adoptar un papel crucial a través de propuestas curriculares que favorezcan el desarrollo del pensamiento computacional desde las primeras edades. Estas propuestas curriculares deben impulsar el diseño e implementación de tareas que faciliten el desarrollo cognitivo, creativo y comunicativo del alumnado, ya que el pensamiento computacional ofrece un marco estructurado para cultivar y promocionar beneficios multidisciplinares en diversos ámbitos (e.g., Bråting & Kilhamn, 2021; Polanco Padrón et al., 2020; Ye et al., 2023).

En este artículo se asume que el pensamiento computacional es una habilidad del razonamiento humano que, a través de enfoques analíticos y algorítmicos, formula, analiza y resuelve problemas (Bocconi et al., 2018). En esta línea, la *International Society for Technology in Education* [ISTE] y la *Computer Science Teachers Association* [CSTA] (2011) describen, entre otros aspectos, ciertos rasgos esenciales de este tipo de pensamiento para promoverlo e implementarlo en la educación: a) organizar de manera lógica datos; b) representarlos a través de modelos y simulaciones; c) automatizar soluciones a través de la secuenciación de pasos ordenados; d) identificar y analizar soluciones con la habilidad de implementar el más eficiente; y e) tener la capacidad y actitud de comunicarse y trabajar en equipo para lograr un objetivo común. En este sentido, Polanco Padrón et al. (2020) exponen que es necesario considerar una formación especializada que involucre de manera interconectada disciplinas como las matemáticas. El pensamiento computacional y las matemáticas, tal como sostiene English (2018), están relacionados de manera natural. No en vano, la *Organisation for Economic Co-operation and Development* [OECD] (2019) incluye el pensamiento computacional en la prueba PISA sobre competencia matemática. Asimismo,

la revisión sistemática de Mukhibin y Juandi (2023) concluye que incorporar del pensamiento computacional en el aprendizaje de las matemáticas facilita que el estudiantado desarrolle habilidades de abstracción y de algoritmos. No obstante, se identifican limitaciones en el reconocimiento de patrones, lo cual indica la necesidad de brindar al alumnado oportunidades de aprendizaje que fortalezcan esta habilidad, fundamental tanto para el pensamiento computacional (ISTE, 2016) como para el pensamiento algebraico (e.g., Lüken & Sauzet, 2020; Mulligan et al., 2020; Wijns et al., 2020). Bilbao et al. (2024) señalan, por su parte, que el pensamiento computacional se combina con frecuencia con el pensamiento algebraico en currículos de diferentes países europeos. Sin embargo, diversos autores coinciden en que se requiere de una mayor atención en las agendas de investigación para así garantizar una conexión fructífera (e.g., Bråting & Kilhamn, 2021; Lv et al., 2023; Ye et al., 2023).

Considerando estos precedentes, este artículo se focaliza en la integración entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico, en particular, a través del reconocimiento de patrones.

Aun así, es importante considerar que, tanto la adquisición de pensamiento computacional como del pensamiento algebraico no emerge en el alumnado de manera espontánea, por tanto, se requiere de docentes formados y preparados para diseñar tareas que permitan abordar este tipo de pensamiento de manera transversal (González Martínez et al., 2018). No obstante, hay que tener presente que, por un lado, los docentes tienden a tener una formación instrumental, más centrada en las destrezas de programación que en estrategias de enseñanza que permitan avanzar en una implementación holística del pensamiento computacional (Bilbao et al., 2024; Bustillo & Garaizar, 2014); y, por otro lado, que reciben una formación limitada sobre el pensamiento algebraico (Pincheira & Alsina, 2022). Esta dualidad hace que sea esencial que el proceso de enseñanza requiera de una comprensión profunda no solo del contexto tecnológico, sino del saber (qué enseñar) y la pedagogía (cómo enseñar) para garantizar una integración exitosa (Mishra & Koehler, 2006). Por tanto, tal como exponen Kale et al. (2018) es necesario proporcionar estrategias a los docentes que les permitan entender cómo el pensamiento computacional, mediante las habilidades que moviliza, permite avanzar en la comprensión de otras áreas de conocimiento en edades tempranas (Greiff et al., 2014).

Desde este prisma, los objetivos de este estudio son: a) explorar el conocimiento y las creencias de futuros docentes de educación infantil sobre el pensamiento computacional y su vínculo con el pensamiento algebraico en edades tempranas; y b) presentar y analizar tareas matemáticas que permitan iniciar el vínculo entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico, a través del reconocimiento de patrones.

Marco de referencia

Para fundamentar teóricamente el estudio, se define primero el pensamiento computacional y, posteriormente, se establece su vínculo con el pensamiento algebraico, a través del reconocimiento de patrones en la educación infantil.

El pensamiento computacional como una habilidad transversal

El pensamiento computacional permite aprender de manera abstracta, algorítmica y lógica, nutriéndose de procesos de pensamiento intrínsecamente relacionados, como la formulación de problemas y la búsqueda de soluciones ejecutables de manera eficiente (Wing, 2011). Desde esta óptica, Wing (2011) enfatiza que el principal proceso del pensamiento computacional es la abstracción y que dicho proceso es de gran utilidad para definir patrones, iniciarse en la generalización a partir de contextos específicos y modelizar, poniendo el acento en la promoción de estas habilidades de manera transversal desde las primeras edades. Este tipo de pensamiento, que proviene de la informática, implica conceptos como bucles, condiciones y algoritmos; pero también prácticas, como la abstracción, comprobación y depuración, que también se encuentran presentes en otras disciplinas (e.g., las matemáticas, la biología, las ciencias sociales, el arte, la ingeniería...) (Kafai & Burke, 2013). Por esta razón, diversos autores apuestan por la introducción del pensamiento computacional desde la educación infantil y más allá del contexto informático, siguiendo la idea de que para incorporar el pensamiento computacional es necesario un enfoque práctico, basado en una conceptualización operativa (Alsina & Stephenson, 2011) y multidisciplinar (e.g., Bråting & Kilhamn, 2021; Polanco Padrón et al., 2020; Ye et al., 2023).

Bajo esta mirada, el ISTE (2016) plantea cuatro destrezas del pensamiento computacional con la finalidad de avanzar en la implementación pedagógica de propuestas que las contemplen: 1) descomposición; 2) abstracción; 3) reconocimiento de patrones; y 4) diseño de algoritmos. Es esta realidad la que sugiere que el enfoque sobre el pensamiento computacional, más allá de materias vinculadas directamente con la informática, se adopte como pilar transversal en políticas educativas a través de los currículos en la enseñanza obligatoria. A partir de este escenario, diversos países como Australia, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Inglaterra, Portugal o Suecia han comenzado a incorporar el pensamiento computacional en sus currículos. Destacamos el caso de Finlandia y Suecia, que han optado por una integración de materias y programas con una vinculación muy evidente en el ámbito de las matemáticas (Bocconi et al., 2018), especialmente el caso de Suecia que vincula el pensamiento computacional como un aspecto del álgebra en todos los niveles escolares (Bråting & Kilhamn, 2021) al igual que España en su reciente reforma curricular (Bilbao et al., 2024).

Por otra parte, algunos estudios han comenzado a indagar en los conceptos que manejan los docentes sobre esta temática. Corradini et al. (2017), por ejemplo, analizan las

concepciones de los profesores italianos de primaria sobre el pensamiento computacional. Los resultados revelan que solo una décima parte de los profesores proporciona definiciones aceptablemente completas sobre qué es el pensamiento computacional; sin embargo, la mayoría son conscientes de que el pensamiento computacional no se caracteriza solo por la codificación y uso de tecnologías de la información. En esta misma línea, González Martínez et al. (2018), en el marco de la primera fase del proyecto de investigación PECOFIM [Pensamiento Computacional en la Formación de Maestros], indagan en el concepto de pensamiento computacional que manejan los futuros docentes españoles de educación infantil y primaria. Los resultados advierten sobre una falta de conocimiento y errores en relación con el concepto de pensamiento computacional por parte de los futuros docentes. Estebanell et al. (2018), dentro de este mismo proyecto, señalan tres categorías de aspectos clave del pensamiento computacional:

- Procedimientos característicos de los lenguajes computacionales: se refieren a tratar datos computacionales; representar abstracciones computacionales; automatizar con algoritmos computacionales; y secuenciar pasos computacionales.
- Estrategias para resolver problemas computacionales: se relacionan con identificar y delimitar; considerar múltiples vías; desglosar y simplificar; y testear, validar, depurar.
- Habilidades transversales en contextos computacionales: se refieren a creatividad e ingenio; trabajo en equipo; autonomía e iniciativa; e interacción y comunicación.

Con base en estos antecedentes, Alsina (2023) ha expuesto tres categorías de conocimientos esenciales del profesorado de matemáticas acerca del pensamiento computacional para llevar a cabo prácticas de enseñanza integradas de manera eficaz:

- Conocimiento de los componentes esenciales del pensamiento computacional: considerando que existe una gran variedad de lenguajes (de código, por bloques, con iconos, mixtos, etc.), destaca cuatro componentes con denominadores comunes en diversas aproximaciones (e.g., Estebanell et al., 2018; ISTE, 2016). Estos componentes se refieren al uso de datos y de variables; la búsqueda y representación de abstracciones; la automatización de algoritmos; y la secuenciación de pasos.
- Conocimiento de las estrategias para resolver problemas computacionales: paralelamente al dominio de los componentes clave del pensamiento computacional, es esencial tener conocimiento sobre el modo de enfrentarnos a la resolución de problemas. Desde esta perspectiva, incluye la identificación y delimitación de un reto por resolver; la consideración de diversas vías; la descomposición o simplificación; y la comprobación, validación y depuración de las posibles soluciones de forma iterativa.

- Conocimiento de habilidades transversales en contextos computacionales: teniendo en cuenta el marco de las HOTS (High Order Thinking Skills), se refiere al conocimiento por parte de los docentes para enseñar computación desarrollando la creatividad; el trabajo en equipo; la autonomía e iniciativas personales o la interacción y la comunicación.

Vinculaciones entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico a través del reconocimiento de patrones

Desde el marco de las destrezas, procedimientos o componentes del pensamiento computacional descritos en la sección anterior, el reconocimiento de patrones y el diseño de algoritmos son dos aspectos que deben ser introducidos de manera temprana. Desde este prisma, el *National Council of Teachers of Mathematics* [NCTM] (2000) propone que la formalización de patrones es una vía esencial para desarrollar el pensamiento algebraico en las primeras edades. Esta habilidad, junto con la resolución de problemas y la generalización de soluciones, está intrínsecamente vinculada con el pensamiento computacional (Bilbao et al., 2024).

En este estudio, como se ha señalado, ponemos el foco en el reconocimiento de patrones, como una habilidad que permite la identificación de patrones implicando la observación y reconocimiento de regularidades o secuencias iterativas en objetos o datos (Hsu et al., 2018). Desde el panorama del pensamiento computacional, el reconocimiento de patrones permite la identificación de tendencias y similitudes para avanzar en la resolución de problemas (Bilbao et al., 2024; Bråting & Kilhamn, 2021; Hsu et al., 2018); mientras que, desde el terreno del pensamiento algebraico, los patrones son considerados su piedra angular (Taylor-Cox, 2003).

Numerosas investigaciones han informado que el estudio de los patrones de repetición y su estructura influyen de manera positiva en el desarrollo matemático temprano, proporcionando una base esencial para fomentar el pensamiento algebraico (e.g., Lüken & Sauzet, 2020; Mulligan et al., 2020; Wijns et al., 2020). En el presente estudio, nos situamos desde la propuesta curricular *Early Algebra*, donde se apuesta por la observación de patrones, relaciones y propiedades matemáticas con la finalidad de consolidar modos de pensamientos que permitan atender de manera comprensiva la estructura que subyace a las matemáticas, modelar situaciones y avanzar en la resolución de problemas (Du Plessis, 2018; Kaput, 2008). Autores como Carlos de Proença (2021) y Rittle-Johnson et al. (2017) consideran la capacidad de identificar regularidades en los patrones como un componente crucial del conocimiento matemático en general y del algebraico en particular. Tal como afirma Du Plessis (2018) el análisis de la estructura de los patrones de repetición incita a los escolares a pensar en términos de cómo los elementos están relacionados, y esto, a su vez, proporciona habilidades tempranas del pensamiento algebraico. Por tanto, la comprensión de patrones de repetición requiere de la capacidad de los escolares para detectar la

regularidad de una secuencia, identificar la estructura mínima de repetición y desarrollar, a su vez, hábitos que facilitan el desarrollo del pensamiento algebraico. En este sentido, Anglada et al. (2023) y Baumanns et al. (2024) consideran fundamental la visualización e identificación de estructuras como medios que ayudan a los escolares a abstraer y generalizar.

Desde esta perspectiva, Acosta et al. (2022) y Pincheira et al. (2022) determinan un orden de dificultad creciente a tareas y habilidades para hacer patrones de repetición, con la finalidad de avanzar hacia la comprensión estructural de dichos patrones. Para ello, se consideran las siguientes tareas con patrones de repetición: 1) duplicar el patrón; 2) encontrar elementos faltantes; 3) ampliar la secuencia; 4) construir el mismo patrón con diferentes elementos; 5) identificar la unidad de repetición; y 6) inventar un patrón. Para las tres primeras tareas se movilizan las habilidades de: 1) copiar; 2) interpolar; y 3) extender, que no implican un reconocimiento previo de la unidad de repetición, puesto que los escolares pueden hacer uso de la estrategia de alternancia, es decir, la correspondencia término a término para atender y resolver tareas con patrones. Autores como Clements y Sarama (2015) han podido comprobar en sus estudios que este tipo de tareas son fáciles de resolver para niños de 3-4 años. En cambio, las tres habilidades restantes: 4) abstraer o traducir; 5) reconocer la unidad de repetición; y 6) crear, requieren del reconocimiento y comprensión del núcleo de iteración para poder resolver con éxito la tarea. Desde los Estados Unidos, Rittle-Johnson et al. (2015) confirman que la comprensión de la regla subyacente del patrón, es decir, de la unidad mínima de repetición, se comienza a evidenciar de manera exitosa a partir de los 4-5 años, y que es necesario el uso de explicaciones instructivas para reforzar dicho reconocimiento y abstracción del patrón. Así mismo, es importante constatar que si bien en la literatura sobre patrones de repetición algunas veces los términos “tarea” y “habilidad” significan prácticamente lo mismo (e.g., “duplicar un patrón” es una tarea y “copiar” es una habilidad que implica repetir algo) en este estudio se asume que, cuando hablamos de tareas, nos referimos a aquellas actividades que orientan sobre el “cómo” y las habilidades sobre el “qué”, considerando la relación estrecha que existe entre ambos términos.

Ahora bien, para desarrollar el pensamiento algebraico, además se deben considerar cuatro prácticas denominadas algebraicas (Blanton et al., 2011): a) representar, supone emplear distintos medios para expresar ideas matemáticas generales, algunos convencionales y otros no, tales como los gestos, el ritmo al hablar y el lenguaje natural; b) justificar, ayuda a determinar y explicar la verdad de una conjetura o afirmación, favoreciendo la comprensión de problemas, su estructura y las relaciones; c) razonar, implica tratar las generalizaciones como objetos en sí mismos, es decir, utilizar generalizaciones en otras situaciones matemáticas; y d) generalizar una actividad matemática, requiere identificar lo que es común para todos los casos, extender el

razonamiento más allá del ámbito en el que se originó u obtener resultados más amplios a partir de casos particulares.

A partir de las cuestiones descritas, asumimos que es imprescindible apoyar a los docentes para que puedan diseñar e implementar tareas que permitan vincular de manera temprana el pensamiento computacional con el pensamiento algebraico tomando como nexo de conexión el reconocimiento de patrones, sobre todo teniendo en cuenta que estos dos tipos de pensamiento se ocupan de la estructura, la descomposición y el reconocimiento de patrones para avanzar hacia la generalización y la simbolización (Bilbao et al., 2024; Bråting & Kilhamn, 2021). Para ofrecer ayudas fundamentadas, en primer lugar, se explora el conocimiento y las creencias que movilizan los futuros docentes de educación infantil sobre el pensamiento computacional y su vínculo con el pensamiento algebraico en edades tempranas; y, con base en los datos obtenidos, se presentan y analizan tres tareas para contribuir a promover estos vínculos en la práctica docente del profesorado de infantil.

Método

De acuerdo con nuestros objetivos, se ha diseñado un estudio a partir de un enfoque metodológico cualitativo de carácter descriptivo (Cohen et al., 2017) para obtener datos de los futuros docentes de infantil acerca de sus conocimientos sobre los componentes esenciales del pensamiento computacional, las estrategias para resolver problemas computacionales y las habilidades transversales en contextos computacionales, así como su sistema de creencias en torno a los vínculos entre pensamiento computacional y matemático en general con y el pensamiento algebraico en particular.

Participantes

En el estudio han participado 51 futuros docentes que cursaban su tercer año de formación en el Grado en Maestro en Educación Infantil en una universidad pública española.

Cabe destacar que los participantes han cursado con anterioridad dos asignaturas que atienden, por una parte, al pensamiento computacional, y por otra, al álgebra y su didáctica: en la asignatura “Aprendizaje de las Matemáticas” (segundo curso), se entrega una formación general sobre la educación matemática infantil (planificación, gestión de las prácticas de enseñanza y las matemáticas presentes en el currículo de infantil). En dicha asignatura, se presentan los contenidos, estrategias y estrategias de enseñanza e indicadores de evaluación de todos los bloques de contenido, entre ellos el algebraico, presentando el pensamiento computacional como una competencia que puede ser trabajada desde todos los bloques a través de diferentes recursos; en la asignatura “Experimentación, manipulación y juego” (tercer curso), se profundiza tácitamente en el pensamiento computacional como una habilidad transversal de razonamiento.

Recolección y análisis de los datos del cuestionario

Con la finalidad de explorar los conocimientos y creencias de los futuros docentes de educación infantil sobre el pensamiento computacional y su vínculo con el pensamiento algebraico en edades tempranas, se ha diseñado un cuestionario que se fundamenta en las aportaciones y reflexiones resultantes del proyecto “Pensamiento Computacional en la Formación Inicial de Maestros” [PECOFIM] (Estabanell et al., 2018). Dicho cuestionario (Anexo 1) se ha aplicado mediante la herramienta *Microsoft Forms* y consta de cuatro preguntas de respuesta cerrada a partir de opciones múltiples y dos preguntas abiertas. Los ítems del cuestionario fueron sometidos a un proceso de validación interna interjuez (Hidalgo, 2005) llevado a cabo por los autores, mediante una triangulación para garantizar su fiabilidad. Para ello, se desarrollaron sesiones destinadas a unificar criterios y establecer un consenso respecto a las destrezas, estrategias y habilidades transversales que se promueven desde un contexto que fomenta el pensamiento computacional.

El análisis de los datos obtenidos mediante los ítems de opción múltiple referentes a los conocimientos sobre el pensamiento computacional se ha llevado a cabo a partir de métodos de estadística descriptiva; mientras que los datos obtenidos de los ítems de respuesta abierta referentes a las creencias sobre los vínculos entre el pensamiento computacional y el algebraico se han analizado a partir de la técnica de análisis de contenido cualitativo (Krippendorff, 2013), que se centra principalmente en la interpretación y comprensión de datos textuales para formular inferencias, identificando de manera sistemática y objetiva ciertas características específicas sobre dichas creencias.

Diseño y análisis de las tareas

Para diseñar las tareas se han considerado los elementos centrales que emergen de la literatura en relación con el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico. Más específicamente, se han propuesto tareas matemáticas, dirigidas a escolares de 3, 4 y 5 años, que promueven el vínculo entre ambos modos de pensamiento a través del reconocimiento de patrones. Tales tareas se presentan teniendo en cuenta la edad a partir de la cual los escolares son capaces de centrar su atención en la estructura de repetición.

Para llevar a cabo el análisis de las tareas se han contemplado un conjunto de indicadores para cada tipo de pensamiento, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores de análisis de las tareas diseñadas

Pensamiento computacional	
Componentes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratamiento de datos para descomponer el problema en unidades sencillas. ▪ Exploración de representaciones y abstracciones. ▪ Automatización de algoritmos. ▪ Secuenciación de pasos y reconocimiento de patrones.
Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación y delimitación de un reto por resolver. ▪ Consideración de diversas soluciones válidas. ▪ Descomposición en partes de situaciones complejas. ▪ Comprobación, validación y depuración iterativa de las posibles soluciones.
Habilidades transversales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Creatividad e ingenio. ▪ Trabajo en equipo. ▪ Autonomía e iniciativa. ▪ Interacción y la comunicación.
Pensamiento algebraico	
Habilidades para hacer patrones de repetición	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Copiar ▪ Interpolar ▪ Extender ▪ Abstractar o traducir ▪ Reconocer la unidad de repetición ▪ Crear
Prácticas algebraicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Representar ▪ Justificar ▪ Razonar ▪ Generalizar

Resultados

A continuación, tras aplicar el cuestionario a 51 futuros docentes de educación infantil, se exponen los resultados en función de los dos objetivos del artículo.

Conocimientos y creencias de futuros docentes de educación infantil sobre el pensamiento computacional y su vínculo con el pensamiento algebraico en edades tempranas

Conocimiento sobre las destrezas, componentes o procedimientos característicos de los lenguajes computacionales

De manera general, en la Tabla 2 se observa que solo el 10% de los participantes (5 de 51) contestaron correctamente el ítem 1 del cuestionario seleccionando como componentes esenciales: a) tratamiento de datos para descomponer el problema en unidades sencillas; c) exploración de representaciones y abstracciones; e) automatización de algoritmos; y g) secuenciación de pasos y reconocimiento de patrones. Cabe destacar que un alto porcentaje de futuros docentes confunden los componentes esenciales con estrategias y recursos para promover el pensamiento computacional, como las situaciones de aprendizaje desenchufas (66.7%) y los lenguajes de programación visual (58.8%).

Tabla 2. Conocimiento sobre los componentes del pensamiento computacional

Opciones de respuesta	f (%)
a) Tratamiento de datos para descomponer el problema en unidades más sencillas	29 (56.8)
b) Uso de robots educativos	25 (49)
c) Exploración de representaciones y abstracciones	31 (60.8)
d) Lenguaje de programación visual	30 (58.8)
e) Automatización de algoritmos	25 (49)
f) Situaciones de aprendizaje desenchufadas	34 (66.7)
g) Secuenciación de pasos y reconocimiento de patrones	30 (58.8)

Conocimiento sobre las estrategias para resolver problemas computacionales

Solo el 12% de los participantes (6 de 51) fueron capaces de responder que las estrategias correctas del ítem 2 del cuestionario son: b) identificación y delimitación de un reto por resolver; c) consideración de diversas soluciones válidas; e) descomposición en partes de situaciones complejas; y g) comprobación, validación y depuración iterativa de las posibles soluciones. Asimismo, se evidencia en la Tabla 3 que un 74.5% de futuros docentes considera como estrategia la conexión de las matemáticas con la tecnología, en un contexto STEAM, seguida del razonamiento intuitivo e informal (68.6%), evidenciándose una confusión entre estrategias de resolución y estrategias de naturaleza didáctica o cognitiva.

Tabla 3. Conocimiento sobre las estrategias para resolver problemas computacionales

Opciones de respuesta	f (%)
a) Conexión de las matemáticas con la tecnología, en un contexto STEAM	38 (74.5)
b) Identificación y delimitación de un reto por resolver	26 (51)
c) Consideración de diversas soluciones válidas	36 (70.6)
d) Aplicación de los algoritmos de las operaciones aritméticas	26 (51)
e) Descomposición en partes de situaciones complejas	26 (51)
f) Razonamiento intuitivo e informal	35 (68.6)
g) Comprobación, validación y depuración iterativa de las posibles soluciones	17 (33.3)

Conocimiento sobre las habilidades transversales en contextos de pensamiento computacional

En relación con las cuatro habilidades transversales que se fomentan en un contexto de pensamiento computacional (ítem 3 del cuestionario), solo el 10% de los participantes (5 de 51) contestan de manera correcta que dichas habilidades transversales son: a) creatividad e ingenio; c) trabajo en equipo; e) autonomía e iniciativa; y g) interacción y la comunicación. Tal como se muestra en la Tabla 4, el 74.5% de futuros docentes considera la alfabetización digital, junto con la inteligencia emocional (45.1%) habilidades transversales del pensamiento computacional.

Tabla 4. Respuestas registradas en el ítem 3

Opciones de respuesta	f (%)
a) Creatividad e ingenio	28 (54.9)
b) Inteligencia emocional	23 (45.1)
c) Trabajo en equipo	27 (52.9)
d) Liderazgo	16 (31.4)
e) Autonomía e iniciativa	29 (56.9)
f) Alfabetización digital	38 (74.5)
g) Interacción y comunicación	22 (43.1)
h) Adaptabilidad	21 (41.2)

Creencias sobre vínculos entre pensamiento computacional y pensamiento matemático

En la Figura 1 se observa que, en respuesta al ítem 4 del cuestionario, el 39% de los participantes consideran que el sentido matemático más asociado con el pensamiento computacional es el numérico ($n=20$), seguido por un 35% que selecciona el sentido espacial ($n=18$) y, en última instancia, solo un 21% lo atribuye al sentido algebraico ($n=11$).

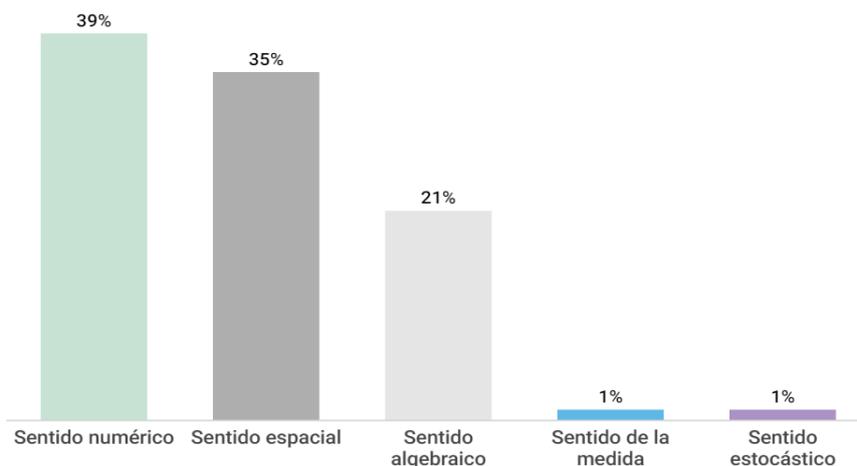


Figura 1. Creencias sobre los vínculos entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico

La argumentación de dicha elección en el ítem 5 se basa, de manera general, a una vinculación directa con la enumeración y el conteo para el sentido numérico. Para el sentido espacial, los participantes establecen una relación con conocimientos sobre la direccionalidad y la orientación espacial que deben de movilizar los niños y las niñas cuando se enfrentan a tareas con robots. Finalmente, justifican que la vinculación con el sentido algebraico se manifiesta a través de la secuenciación de órdenes para resolver una tarea y del reconocimiento de patrones.

Finalmente, a partir de las respuestas en el ítem 6, se ha identificado que siete participantes que inicialmente habían seleccionado el sentido numérico declaran la posible vinculación también con el sentido algebraico, aunque sus argumentos son genéricos e imprecisos (Tabla 5).

Tabla 5. Creencias sobre los vínculos entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico

E05: Con el sentido algebraico porque es un bloque de contenido matemático que también puede incidir positivamente en la resolución de actividades de pensamiento computacional.

E15: Lo relaciono también con el sentido algebraico, aunque no sabría ofrecer una justificación clara, quizás porque hay alguna relación con patrones.

E22: Sentido algebraico, porque ayuda en la representación de ideas.

E41: Sentido algebraico, pero no sé decir cuál es el vínculo específico, quizás por los patrones y la ordenación lógica de pasos cuando se desarrolla una actividad con robots.

Presentación y análisis de tareas para impulsar el vínculo entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico, a través del reconocimiento de patrones

Los datos obtenidos acerca de los conocimientos y creencias sobre los vínculos del pensamiento computacional y el algebraico a través de los patrones de repetición en educación infantil han revelado que es necesario diseñar e implementar tareas matemáticas que ayuden a impulsar estos vínculos. Desde esta perspectiva, a continuación, se presentan tres tareas dirigidas a escolares de 3, 4 y 5 años, respectivamente. Para ayudar al profesorado a identificar los vínculos entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico a través de los patrones de repetición, dichas tareas se analizan con base en los indicadores de la Tabla 1.

Tarea para alumnado de 3-4 años: La torre de colores

Consiste en construir una torre con los cubos de colores, reproduciendo la imagen de la tarjeta y considerando la alternancia de colores presente en cada caso (Figura 2). Posteriormente, es necesario crear un espacio de diálogo en grupo para verbalizar las producciones realizadas a partir de las siguientes preguntas de desarrollo:

- ¿Qué colores has utilizado para construir tu torre?
- ¿Hay algo que siempre se repite?
- Explica a tus compañeros ¿cómo has creado tu torre?

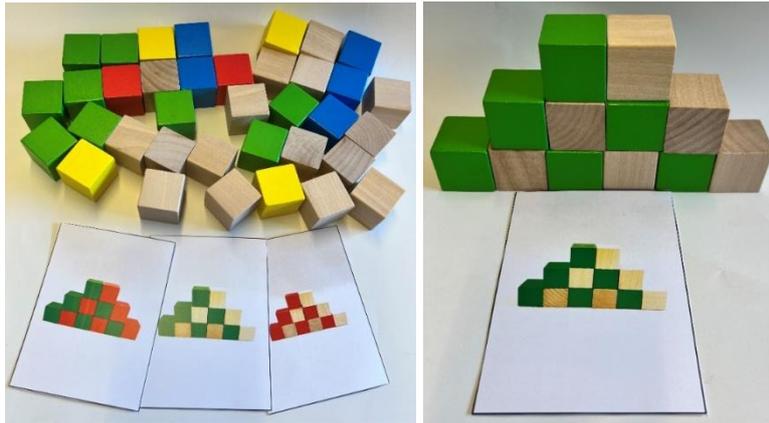


Figura 2. Material para crear torres con los cubos de colores

En la Tabla 6 se analizan los conocimientos involucrados en la tarea para alumnado de 3-4 años.

Tabla 6. Conocimientos del pensamiento computacional y algebraico en la tarea “La Torre de colores”

Pensamiento computacional	
Componentes	La destreza que se moviliza en esta práctica está relacionada con la secuenciación de pasos, ya que para su desarrollo se requiere definir un orden lógico para la construcción de la torre en vertical, respetando las instrucciones inherentes en la imagen, es decir, copiando el patrón de repetición (AB).
Estrategias	Las estrategias presentes en esta práctica están vinculadas con: a) identificación y delimitación de un reto por resolver, puesto que para copiar la secuencia de la torre se debe definir previamente la ubicación de cada cubo, teniendo en cuenta la alternancia de colores para construir con éxito la torre; b) tratamiento de datos para descomponer el problema en unidades más sencillas, dado que el desafío de la tarea implica construir una torre siguiendo el patrón en cada piso; y c) comprobación, validación y depuración iterativa de las posibles soluciones, donde se verifica y se verbaliza el proceso seguido con la finalidad de detectar y corregir errores en la construcción de la torre.
Habilidades transversales	Las habilidades transversales que se movilizan son: a) autonomía e iniciativa, ya que se requiere construir la torre siguiendo un orden lógico que se establece a partir de la toma de decisiones para conseguir el reto planteado de manera eficaz y proactiva; b) interacción y comunicación, mediante un espacio de diálogo que se desarrolla al final de la práctica, donde los escolares explican el proceso de construcción de la torre y comparan los resultados obtenidos y posibles errores.
Pensamiento algebraico	
Habilidades para hacer patrones de repetición	Las habilidades que se encuentran presentes en esta práctica son: copiar un patrón, dado que se requiere duplicar la secuencia presente en la tarjeta, movilizand la estrategia de alternancia. Es decir, emparejando un elemento a la vez realizando comparaciones constantes entre dos elementos para reproducir un patrón dado.
Prácticas algebraicas	El desarrollo de la propuesta y de las preguntas planteadas permiten iniciar el razonamiento en los escolares, puesto que exploran la relación entre los elementos de la secuencia al copiar el patrón. Otra práctica que se evidencia es la justificación, ya que los escolares comunican las estrategias utilizadas en la creación de la torre.

Tarea para alumnado de 4-5 años: Creando mandalas

Se trata de construir de manera cooperativa un mandala gigante utilizando piezas del *Pattern Blocks* (Geomosaico) y material reciclado (tapas de botellas, corchos, conchas, botones, etc.). En grupos de cinco participantes, se extienden seriaciones, a partir de crear patrones de repetición para cada círculo concéntrico que conforma el mandala (Figura 3). Posteriormente, se presentan las producciones al grupo de iguales, generando diálogo a través de las siguientes preguntas de desarrollo:

- ¿Qué patrones han creado para construir el mandala?
- ¿Hay patrones del mandala que son iguales en cuanto a su estructura de repetición? ¿Cómo has llegado a esta conclusión?
- ¿Cómo has completado la serie de cada círculo concéntrico? ¿Observas algo que siempre se repite?



Figura 3. Material para construir los círculos concéntricos del mandala

Los conocimientos del pensamiento computacional y algebraico involucrados en la tarea para alumnado de 4-5 años se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Conocimientos del pensamiento computacional y algebraico en la tarea “Creando mandalas”

Pensamiento computacional	
Componentes	Las destrezas que se encuentran presentes en esta práctica son: a) tratamiento de datos para descomponer el problema en unidades más sencillas, puesto que el reto de la tarea implica crear patrones para cada círculo concéntrico que conforma el mandala; b) exploración de representaciones y abstracciones, dado que se diseñan patrones considerando diferentes unidades de repetición que posteriormente se representan a partir de la elección libre del material manipulativo; y c) secuenciación de pasos y reconocimiento de patrones, ya que la tarea requiere establecer una unidad de repetición para cada círculo concéntrico, extender el patrón y decidir el orden de creación del mandala (de interior a exterior o viceversa).
Estrategias	Las estrategias presentes en esta práctica están vinculadas con: a) consideración de diversas soluciones válidas, ya que cada grupo de participantes decide cómo representa el patrón inventado utilizando un conjunto de materiales previamente pactado; b) descomposición en partes de situaciones complejas, dado que la composición del mandala se puede simplificar y descomponer en círculos concéntricos que están condicionados al diseño de un patrón específico; y c) comprobación, validación y depuración iterativa de las posibles soluciones, donde cada grupo verifica que el diseño del mandala no presenta error en la estructura de los patrones extendidos en cada círculo concéntrico.
Habilidades transversales	Esta práctica moviliza las cuatro habilidades transversales: a) creatividad e ingenio, ya que cada grupo a partir del material propuesto decide el diseño de cada sección del mandala; b) trabajo en equipo; en el sentido que los participantes colaboran para alcanzar un reto en común; c) autonomía e iniciativa; puesto que se escoge libremente el material y el patrón que se desea utilizar en la construcción del mandala; y d) interacción y comunicación, dado que a través de una puesta en común, se presentan el mandala creado y se explican los elementos que conforman el patrón de cada círculo concéntrico.
Pensamiento algebraico	
Habilidades para hacer patrones de repetición	En la práctica se abordan las siguientes habilidades: a) extender patrones, ya que cada círculo concéntrico responde a un patrón determinado; b) reconocer la unidad de repetición, puesto que se promueve, a través de las preguntas, el inicio de la identificación de la regularidad y previsibilidad presente en los patrones; y c) crear patrones, dado que se requiere en la tarea, inventar patrones para cada círculo concéntrico del mandala.
Prácticas algebraicas	La propuesta permite iniciar el desarrollo de las cuatro prácticas algebraicas, puesto que se emplean diferentes materiales manipulativos para crear patrones de repetición, movilizand así la representación. Asimismo, a partir de las preguntas planteadas se guían a los escolares hacia el razonamiento y la justificación sobre la elección de los patrones creados, prestando atención a la unidad de repetición y su extensión. Por último, se promueve en inicio de la generalización a partir de la consciencia de la estructura y el reconocimiento de la regularidad y previsibilidad intrínseca del patrón.

Tarea para alumnado de 5-6 años: El camino del Cubetto

La tarea consiste en planificar la secuencia de instrucciones que debe realizar el Cubetto en el tablero. Para establecer el recorrido se requiere considerar un patrón de repetición con

Tabla 8. Conocimientos del pensamiento computacional y algebraico en la tarea “El camino del Cubetto”

Pensamiento computacional	
Componentes	Las destrezas que se ponen de manifiesto en esta práctica son: a) tratamiento de datos para descomponer el problema en unidades más sencillas, ya que se precisa crear un pequeño recorrido y definir el tipo de movimiento que se asocia a cada uno de los elementos del patrón; b) exploración de representaciones y abstracciones, puesto que se requiere representar el patrón creado con diferentes elementos (fichas de programación y cubos de <i>Multilink</i>); y c) secuenciación de pasos y reconocimiento de patrones debido a que es necesario encontrar la relación entre la unidad de repetición creada con las fichas de programación del robot y los cubos de colores del <i>Multilink</i> .
Estrategias	Las estrategias presentes en esta práctica están vinculadas con: a) identificación y delimitación de un reto por resolver, ya que se requiere definir un desplazamiento siguiendo un patrón de repetición específico sin que el robot se salga del tablero; b) consideración de diversas soluciones válidas, puesto que para completar el desafío se pueden diseñar diversos recorridos permitiendo la creación de secuencias encadenadas que hacen posible el movimiento del robot siguiendo un patrón de repetición; c) comprobación, validación y depuración iterativa de las posibles soluciones, debido a que para planificar el recorrido es necesario comprobar, validar y corregir las fichas de programación para conseguir el reto, siguiendo una secuencia de movimientos con un patrón determinado dentro del tablero.
Habilidades transversales	La práctica propuesta moviliza las 4 habilidades transversales: a) creatividad e ingenio, puesto que se requiere pensar con creatividad sobre como estructurar una serie de pasos y giros para conseguir el objetivo planteado, para ello deben introducir las fichas de programación usando su ingenio para seguir en todo momento un patrón de repetición; b) trabajo en equipo, ya que en conjunto se requiere planificar, ejecutar y optimizar el recorrido del robot, verificando la secuencia e introduciendo los ajustes necesarios de manera consensuada; c) autonomía e iniciativa, debido a que cada participante debe tomar decisiones por sí mismo, de acuerdo al rol asignado y mostrar determinación en cada paso del proceso; d) interacción y comunicación, a partir del diálogo generado mediante la toma de decisiones dentro de cada grupo.
Pensamiento algebraico	
Habilidades para hacer patrones de repetición	La propuesta permite promover las siguientes habilidades: a) abstraer o traducir un patrón, puesto que se debe construir el mismo patrón con diferentes elementos utilizando los cubos de diferentes colores del <i>Multilink</i> , en función de las acciones ejecutadas por el robot durante el recorrido; b) reconocer la unidad de repetición, ya que a través de las preguntas se incita a la identificación de la unidad de iteración; y c) crear patrones debido a que se deben combinar movimientos con las fichas de programación bajo el reto de que se siga un patrón de repetición sin que se salga el robot del tablero.
Prácticas algebraicas	El desarrollo del reto permite atender a las cuatro prácticas algebraicas, dado que se plantea la construcción de un mismo patrón con diferentes elementos (fichas de programación del Cubetto y cubos <i>Multilink</i>), movilizandando la representación. Por otra parte, a través de las preguntas es posible indagar en los criterios para la elección de la secuencia encadenada de movimientos y posteriormente establecer comparaciones entre las unidades de repetición del recorrido presentado por cada grupo, promoviendo el razonamiento y la justificación. Finalmente, mediante la creación de patrones dentro de cada recorrido se avanza hacia la generalización a través del reconocimiento de la estructura de repetición de cada secuencia.

Consideraciones finales

En este artículo se ha indagado en torno a los vínculos entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico en educación infantil a través del reconocimiento de patrones de repetición, asumiendo que ambos tipos de pensamiento se ocupan de la estructura, la descomposición y el reconocimiento de patrones para avanzar hacia la generalización y la simbolización (Bilbao et al., 2024; Bråting & Kilhamn, 2021). Teniendo en cuenta que estas cuestiones son imprescindibles tanto para las matemáticas como para la vida (Alsina et al., en prensa), se considera que desde la formación inicial del profesorado de matemáticas se deben ofrecer conocimientos y orientaciones para apoyar el diseño e implementación de tareas que promuevan estos vínculos. Estas ayudas, lógicamente, deberían ser el punto de partida para una formación continua periódica a lo largo de la vida profesional (Finsterwald et al., 2013).

Desde este punto de vista, en primer lugar, se han explorado de forma iniciática los conocimientos y las creencias de 51 futuros docentes de educación infantil sobre el pensamiento computacional y su vínculo con el pensamiento algebraico en edades tempranas. En términos generales, un primer hallazgo ha puesto de manifiesto que los futuros docentes de educación infantil presentan cierta confusión entre componentes, estrategias y habilidades transversales del pensamiento computacional. Por un lado, solo el 10% de los participantes ha conseguido identificar de manera satisfactoria los cuatro componentes esenciales del pensamiento computacional, el 12% las cuatro estrategias para resolver problemas computacionales y el 10% las habilidades transversales. Este es un dato revelador que coincide con los bajos resultados de otros estudios preliminares sobre los conocimientos del futuro profesorado sobre el concepto de pensamiento computacional (e.g., Corradini et al., 2017; González Martínez et al., 2018); por otro lado, nuestros datos amplían los preliminares, al obtener también evidencias de otros aspectos imprescindibles para la práctica docente como las estrategias de resolución y las habilidades transversales (Alsina, 2023; Estebanell et al., 2018).

Un segundo hallazgo se vincula con las creencias sobre los vínculos entre el pensamiento computacional y el pensamiento matemático y, más específicamente, con el pensamiento algebraico. Las respuestas de los participantes han revelado que vinculan principalmente el pensamiento computacional con el sentido numérico, cuando en la mayoría de los currículos el pensamiento computacional se presenta como una competencia transversal que incide en los distintos bloques (Bocconi et al., 2018), entre ellos el álgebra (Bilbao et al., 2024; Bråting & Kilhamn, 2021). Así, a pesar de que la literatura viene aportando datos que refuerzan estos vínculos y subrayan la necesidad de reforzarlos durante la formación inicial docente (Bråting & Kilhamn, 2021; Hsu et al., 2018), los futuros docentes tienen una visión vaga que necesita ser reforzada, ya que, en términos generales, a pesar de haber recibido cierta formación al respecto, todavía no son capaces de ofrecer una argumentación

consistente acerca de los vínculos entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico.

Teniendo en cuenta estos hallazgos, poco alentadores, el segundo propósito del estudio ha sido presentar y analizar tres tareas matemáticas que promuevan la vinculación entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico en educación infantil, a través del reconocimiento de patrones. Para ello, se han considerado las aportaciones de diversos organismos y autores acerca de los fundamentos teórico-metodológicos para implementar el pensamiento computacional en las aulas (e.g., Alsina, 2023; Estebanell et al., 2018; ISTE, 2016), junto con los conocimientos acerca de los patrones de repetición en educación infantil (e.g., Acosta et al., 2022; Lüken & Sauzet, 2020; Mulligan et al., 2020; Pincheira et al., 2022; Sarama & Clements, 2009; Wijns et al., 2020). Desde este punto de vista, se han diseñado y analizado tres tareas destinadas a alumnado de 3, 4 y 5 años, respectivamente. Para cada tarea, por un lado, se han descrito los componentes del pensamiento computacional, las estrategias de resolución implicadas y las habilidades transversales involucradas; y, por otro lado, las habilidades para hacer patrones de repetición y las prácticas algebraicas que se ponen en juego, para que los docentes tengan orientaciones fundamentadas sobre cómo enseñar computación desarrollando todas estas cuestiones desde una perspectiva multidisciplinar (e.g., Bråting & Kilhamn, 2021; Polanco Padrón et al., 2020; Ye et al., 2023).

La principal limitación del estudio ha sido que la obtención de los datos acerca de los conocimientos de los futuros docentes se ha realizado exclusivamente a partir de un cuestionario de respuesta múltiple, con ítems en los que se debían seleccionar un número determinado de opciones, por lo que no se tiene la certeza de que la selección de dichas opciones se haya fundamentado en los conocimientos que movilizan realmente los participantes o es una cuestión de azar. De este modo, en futuros estudios será necesario seguir indagando en torno a los conocimientos de los docentes sobre el pensamiento computacional con otros instrumentos que permitan una información más precisa, además de seguir diseñando tareas fundamentadas e implementarlas para analizar su potencial.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por la Cátedra de Didáctica de las Matemáticas M. Antònia Canals de la Universidad de Girona.

Referencias

- Acosta, Y., Pincheira, N., & Alsina, Á. (2022). Tareas y habilidades para hacer patrones de repetición en libros de texto de educación infantil. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 22, 91-110. <https://doi.org/10.35763/aiem22.4193>
- Alsina, Á. (2023). Conocimientos esenciales sobre los procesos, habilidades o competencias matemáticas: orientaciones para implementar situaciones de aprendizaje. *Edma 0-6: Educación Matemática En La Infancia*, 12(2), 65-108. <https://doi.org/10.24197/edmain.2.2023.65-108>

- Alsina, Á., Acosta, Y., & Pincheira, N. (in press). Patrones en el aula de matemáticas (3-12 años). ¿Para qué y cómo promover su aprendizaje? *UNO*.
- Anglada, M. L., Fuentes, S., & Cañadas, M. C. (2023). Desarrollo del sentido algebraico en Educación Infantil a través de tareas con patrones. *Epsilon*, 113, 9–19.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48–54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Baumanns, L., Pitta-Pantazi, D., Demosthenous, E., Lilienthal, A. J., Christou, C., & Schindler, M. (2024). Pattern-Recognition processes of first-grade students: An explorative eye-tracking study, 22, 1663–1682 *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10441-x>
- Bilbao, J., Bravo, E., García, O., Rebollar, C., Laakso, M.J., Kaarto, H., Lehtonen, D., Parviainen, M., Jankauskiene, A., Pears, A., Güven, I., Gulbahar, Y., Öncül, F. Ö., Yenigün, N. T., Pluhár, Z., Sarmasági, P., Dagiene, V., & Masiulionyte-Dagiene, V. (2024). Introducing computational thinking and algebraic thinking in the European Educational Systems. *International Journal of Education and Information Technologies*, 18, 11–19. <https://doi.org/10.46300/9109.2024.18.2>
- Blanton, M. L., Levi, L., Crites, T., & Dougherty, B. (2011). *Developing essential understanding of algebraic thinking for teaching mathematics in grades 3-5*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., & Earp, J. (2018). *The nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education*. CNR Edizioni. <https://doi.org/10.17471/54007>
- Bråting, K., & Kilhamn, C. (2021). Exploring the intersection of algebraic and computational thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 23(2), 170–185. <https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1779012>
- Bustillo, J., & Garaizar, P. (2014). Scratching the surface of digital literacy... but we need to go deeper. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*, 1–4. Frontiers.
- Carlos de Proença, M. (2021). Generalização de padrões algébricos no ensino e aprendizagem de matemática via resolução de problemas: Análise de propostas de futuros professores. *Quadrante*, 30(2), 354–376. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23955>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2015). *El Aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas a temprana edad: El enfoque de las trayectorias de aprendizaje*. Learning Tools.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, L. (2017). *Research methods in education* (8ª edition). Routledge.
- Corradini, I., Lodi, M., & Nardelli, E. (2017). Conceptions and misconceptions about computational thinking among italian primary school teachers. *Proceedings of the 2017 ACM Conference on International Computing Education Research*, (pp. 136–144). <https://doi.org/10.1145/3105726.3106194>
- Du Plessis, J. (2018). Early algebra: Repeating pattern and structural thinking at foundation phase. *South African Journal of Childhood Education*, 8(2), a578. <https://doi.org/10.4102/sajce.v8i2.578>
- English, L. (2018). On MTL's second milestone: Exploring computational thinking and mathematics learning. *Mathematical Thinking and Learning*, 20(1), 1–2. <https://doi.org/10.1080/10986065.2018.1405615>
- Estebanell, M., López, V., Peracaula, M., Simarro, C., Cornellà, P., Couso, D., González, J., Alsina, Á., Badillo, E., & Heras, R. (2018). *Pensamiento Computacional en la formación de maestros. Guía didáctica*. Servei de Publicacions UdG.
- Finsterwald, M., Wagner, P., Schober, B., Lüftenegger, M., & Spiel, C. (2013). Fostering lifelong learning – Evaluation of a teacher education program for professional teachers. *Teaching and Teacher Education*, 29, 144–155.
- González Martínez, J., Estebanell Minguell, M., & Peracaula Bosch, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society*, 19(2), 29–45. <https://doi.org/10.14201/eks20181922945>

- Greiff, S., Wüstenberg, S., Csapó, B., Demetriou, A., Hautamäki, J., Graesser, A. C., & Martin, R. (2014). Domain-general problem solving skills and education in the 21st century. *Educational Research Review, 13*, 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2014.10.002>
- Hidalgo, L. (2005). Confiabilidad y validez en el contexto de la investigación y evaluación cualitativas. *Sinopsis Educativa. Revista venezolana de investigación, 5*(1-2), 225–243.
- Hsu, T. C., Chang, S. C., & Hung, Y.-T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education, 126*, 296-310. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>
- International Society for Technology in Education. (2016). *ISTE National Educational Technology Standards (NETS)*. <https://www.iste.org/iste-standards>
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2013). Computer programming goes back to school. *Phi Delta Kappan, 95*(1), 61–65. <https://doi.org/10.1177/003172171309500111>
- Kale, U., Akcaoglu, M., Cullen, T., Goh, D., Devine, L., Calvert, N., & Grise, K. (2018). Computational what? Relating computational thinking to teaching. *TechTrends, 62*(6), 574–584. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0290-9>
- Kaput, J. J. (2008). What Is Algebra? What Is Algebraic Reasoning? In J. J. Kaput, D. W. Carraher y M. L. Blanton (Eds.), *Algebra in the early grades* (1st ed., pp. 5–18). Routledge.
- Krippendorff, K. (2013). *Content analysis. An introduction to its methodology* (3rd ed.). Sage.
- Lüken, M. M., & Sauzet, O. (2020). Patterning strategies in early childhood: A mixed methods study examining 3- to 5-year-old children's patterning competencies. *Mathematical Thinking and Learning, 23*(1), 28–48. <https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1719452>
- Lv, L., Zhong, B., & Liu, X. (2023). A literature review on the empirical studies of the integration of mathematics and computational thinking. *Education and Information Technologies, 28*(7), 8171–8193. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11518-2>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education, 108*(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mukhibin, A., & Juandi, D. (2023). The implementation of computational thinking on mathematics learning research: A systematic literature review. *Hipotenusa: Journal of Mathematical Society, 5*(1), 82–94. <https://doi.org/10.18326/hipotenusa.v5i1.9007>
- Mulligan, J., Oslington, G., & English, L. (2020). Supporting early mathematical development through a 'pattern and structure' intervention program. *ZDM-Mathematics Education, 52*(4), 663–676. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01147-9>
- National Association for the Education of Young Children y Fred Rogers Center for Early Learning and Children's Media (2012). *Technology and interactive media as tools in early childhood programs serving children birth through age 8*. Washington, DC. http://www.naeyc.org/files/naeyc/file/positions/PS_technology_WEB2.pdf
- NCTM (2000). *Principles and standards*. National Council of Teachers of Mathematics.
- OECD (2019). PISA 2018 Mathematics Framework. In *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework* (pp. 73–95). OECD Publishing.
- Pincheira, N., Acosta, Y., & Alsina, Á. (2022). Incorporación del álgebra temprana en Educación Infantil: Un análisis desde los libros de texto. *PNA, 17*(1), 1–24. <https://doi.org/10.30827/pna.v17i1.24522>
- Pincheira, N., & Alsina, Á. (2022). Evaluación del conocimiento para enseñar álgebra temprana durante la formación inicial del profesorado de Educación Infantil. *Revista de Investigación en Educación, 20*(2), 154–171. <https://doi.org/10.35869/reined.v20i2.4222>
- Polanco Padrón, N., Ferrer Planchart, S., & Fernández Reina, M. (2020). Aproximación a una definición de pensamiento computacional. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), 55. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27419>
- Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., Hofer, K. G., & Farran, D. C. (2017). Early math trajectories: Low-income children's mathematics knowledge from ages 4 to 11. *Child Development, 88*(5), 1727–1742. <https://doi.org/10.1111/cdev.12662>

- Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., Loehr, A. M., & Miller, M. R. (2015). Beyond numeracy in preschool: Adding patterns to the equation. *Early Childhood Research Quarterly, 31*, 101–112. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.01.005>
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203883785>
- Taylor-Cox, J. (2003). Algebra in the early years? Yes! *Young Children, 58*(1), 14–21.
- Wijns, N., De Smedt, B., Verschaffel, L., & Torbeyns, J. (2020). Are preschoolers who spontaneously create patterns better in mathematics? *British Journal of Educational Psychology, 90*(3), 753–769. <https://doi.org/10.1111/bjep.12329>
- Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and Why. *The link Magazine, 6*, 20–23.
- Ye, H., Liang, B., Ng, O.-L., & Chai, C. S. (2023). Integration of computational thinking in K-12 mathematics education: A systematic review on CT-based mathematics instruction and student learning. *International Journal of STEM Education, 10*(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00396-w>

Anexo 1. Cuestionario sobre pensamiento computacional aplicado a futuros docentes de educación infantil

Ítem 1 Marca cuatro destrezas esenciales durante la resolución de problemas en un contexto de pensamiento computacional:

- Tratamiento de datos para descomponer el problema en unidades más sencillas
 - Uso de robots educativos
 - Exploración de representaciones y abstracciones
 - Lenguajes de programación visual
 - Automatización de algoritmos
 - Situaciones de aprendizaje desenchufadas
 - Secuenciación de pasos y reconocimiento de patrones
-

Ítem 2 Selecciona cuatro estrategias para resolver problemas en un contexto de pensamiento computacional:

- Conexión de las matemáticas con la tecnología, en un contexto STEAM
 - Identificación y delimitación de un reto por resolver
 - Consideración de diversas soluciones válidas
 - Aplicación de los algoritmos de las operaciones aritméticas
 - Descomposición en partes de situaciones complejas
 - Razonamiento intuitivo e informal
 - Comprobación, validación y depuración iterativa de las posibles soluciones
-

Ítem 3 Marca cuatro habilidades transversales que se promueven desde un contexto que fomenta el pensamiento computacional:

- Creatividad e ingenio
 - Inteligencia emocional
 - Trabajo en equipo
 - Liderazgo
 - Autonomía e iniciativa
 - Alfabetización digital
 - Interacción y comunicación
 - Adaptabilidad
-

Ítem 4 Marca el sentido matemático que, a tu juicio, está más relacionado con el pensamiento computacional:

- Sentido numérico
 - Sentido algebraico
 - Sentido espacial
 - Sentido de la medida
 - Sentido estocástico
-

Ítem **Argumenta, en un texto no superior a dos líneas, porque has marcado ese sentido.**
5

Ítem **Si piensas que existe relación entre el pensamiento computacional y algún otro sentido matemático, indica el/los sentido/s y justifica brevemente tu respuesta, con un texto no superior de 5 líneas.**
6
