

LOGROÑO DEL 6 AL 8 DE
SEPTIEMBRE DE 2023

Investigación en Educación Matemática XXVI

Edición:

Clara Jiménez Gestal
Ángel Alberto Magreñán Ruiz
Edelmira Badillo Jiménez
Pedro Ivars Santacreu



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

PATRONES EN EDUCACIÓN INFANTIL: VINCULANDO PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y ALGEBRAICO

Patterns in early childhood education: Connecting computational and algebraic thinking

Acosta, Y., Alsina, Á. y Pincheira, N.

Universitat de Girona

Resumen

Se estudia, por un lado, las oportunidades de comprensión de los patrones de repetición en el marco de una enseñanza asistida mediante el uso de robots programables y, por otro lado, el tipo de justificación que utilizan 24 escolares de 5 años para evidenciar la comprensión de dicha enseñanza. Se analiza de manera cualitativa y cuantitativa transcripciones de videos y representaciones escritas de los participantes. Los resultados arrojan que más del 50% de la muestra es capaz de representar de manera correcta los patrones de repetición; y que más del 70% de los escolares explica el por qué y explica el qué de su acción sobre el robot programable. Se concluye que a través de los robots programables se pueden ofrecer oportunidades en la comprensión tangible del reconocimiento de patrones y establecer vínculos entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico.

Palabras clave: *Pensamiento algebraico, pensamiento computacional, reconocimiento de patrones, robots programables, educación infantil.*

Abstract

We study, on the one hand, the opportunities for understanding the repetition patterns in the framework of an assisted teaching using programmable robots and, on the other hand, the type of justification used by 24 5-year-old schoolchildren to demonstrate their understanding of this teaching. Qualitative and quantitative analyses are made of video transcripts and written representations by the participants. The results show that more than 50% of the sample is able to correctly represent the repetition patterns; and that more than 70% of the schoolchildren explain why and explain what of their action on the programmable robot. It is concluded that programmable robots can provide opportunities for tangible understanding of pattern recognition and establish links between computational and algebraic thinking.

Keywords: *Algebraic thinking, computational thinking, pattern recognition, programmable robots, early childhood education*

INTRODUCCIÓN

El pensamiento computacional y las matemáticas están relacionados de manera natural (English, 2018). No en balde, la *Organisation for Economic Co-operation and Development* [OECD] (2018) incluye el pensamiento computacional (PC) en la prueba PISA sobre competencia matemática. Sin embargo, diversos autores coinciden en que se requiere de una mayor atención en las agendas de investigación para así garantizar una conexión fructífera (Bråting y Kilhamn, 2021; Lv et al., 2022; Ye et al., 2023).

Bajo esta mirada, este estudio muestra los primeros vínculos entre el pensamiento computacional (PC) y el pensamiento algebraico (PA) en educación infantil. Desde el escenario de los robots programables, adoptamos el reconocimiento de patrones como una habilidad tangencial para ambos tipos de pensamiento: por un lado, la identificación de patrones implica reconocer regularidades o

secuencias iterativas en objetos o datos, que es una de las habilidades del PC que puede ser introducida en infantil (Hsu et al., 2018); por otro, la conciencia sobre los patrones permite avanzar en el desarrollo estructural, la comprensión relacional y la generalización desde una edad temprana, sentando así las bases del PA. Para Bråting y Kilhamn (2021), tanto el PC como el PA se ocupan de la estructura, la descomposición y el reconocimiento de patrones para avanzar hacia la generalización y la simbolización. Desde esta perspectiva, nos planteamos los siguientes objetivos: 1) Analizar la comprensión de los patrones de repetición en el marco de una enseñanza asistida mediante el uso de robots programables; 2) Describir el tipo de justificación que utilizan los escolares de 5 años para evidenciar la comprensión de la enseñanza de patrones de repetición articulada con robots.

MARCO TEÓRICO

El PC se nutre 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, el principal proceso del PC es la abstracción, de gran utilidad para definir patrones, avanzar en la generalización desde contextos específicos y modelizar, incidiendo en el trabajo de estas habilidades desde la primera infancia. Es así como la *International Society for Technology in Education* [ISTE] (ISTE, 2016) plantea cuatro habilidades del PC apostando por la implementación de propuestas que las contemplan: 1) descomposición; 2) abstracción; 3) reconocimiento de patrones; y 4) diseño de algoritmos.

El PA se refiere a un modo de pensamiento multimodal que, mediante las relaciones y el cambio, facilita el análisis, la representación, la justificación y la comprensión de la estructura. Desde el ámbito de las matemáticas, las regularidades se consideran en ocasiones patrones o estructuras (Supply et al., 2022). Mulligan y Mitchelmore (2013) definen el patrón como cualquier regularidad predecible; y la estructura, como la forma interna en que los diversos elementos de una regularidad se organizan y relacionan. Por tanto, un patrón matemático es una secuencia de elementos con una regularidad abstracta predecible, donde se combinan relaciones numéricas, espaciales o lógicas (Mulligan y Mitchelmore, 2013).

Respecto a la relación entre el PC y PA, Lv et al. (2022) señalan que, de los 22 estudios analizados en su revisión sistemática, tres de ellos realizados en primaria centran su atención en contenidos ‘numéricos y algebraicos’ de manera específica. Los estudios que se desarrollan en infantil (5-6 años) evidencian la integración del PC y las matemáticas basándose en las categorías de ‘números y operaciones’ y ‘geometría’. Sin embargo, el reconocimiento de patrones estuvo presente en el 73,73% (n=16) de estudios analizados, aunque sin abordar su representación concreta ni vincularlo directamente con el PA.

Bers et al. (2002) indican que los entornos tecnológicos pueden contribuir a la comprensión de fenómenos abstractos a través de prácticas educativas basadas en el juego y en procesos de metacognición. Desde esta óptica, Chua (2017) considera que las tareas de justificación son un elemento integral para aprender matemáticas con comprensión, señalando cuatro tipos de justificación: 1) la “elaboración”, que requiere exponer la estrategia o enfoque utilizado; 2) la “validación”, que implica usar argumentos para apoyar o refutar una conclusión matemática; 3) la “inferencia”, que precisa conectar e interpretar el resultado matemático; y 4) la “predicción o toma de decisiones”, que requiere encontrar evidencias y generalizaciones para apoyar una afirmación matemática. De esta manera, se consigue organizar, comprender, comunicar y justificar la naturaleza matemática de acciones previamente realizadas en el plano educativo, social, creativo y tecnológico. Por tanto, asumimos que los entornos tecnológicos como juegos en línea, programación infantil de animaciones, robots educativos, etc., permiten aprender y a la vez aplicar y comprender de manera lúdica conceptos abstractos, como pueden ser los patrones de repetición. El carácter tangible y materializable de los robots otorga una manera concreta, motivadora y auténtica de acceder y consolidar conocimientos matemáticos abstractos (Berciano-Alcaraz et al., 2022), así como promover

el pensamiento computacional, a través del reconocimiento de patrones, facilitando la comprensión, el razonamiento y la justificación cuando se plantean tareas desde el reto y las conexiones.

MÉTODO

Este estudio forma parte de una investigación basada en el diseño que consta de tres ciclos iterativos longitudinales, con los mismos participantes durante sus tres años de escolarización en el 2º ciclo de infantil. En cada ciclo anual, se realizan microanálisis transversales que permiten reajustar el diseño de la intervención. Los datos de este estudio corresponden al tercer ciclo de iteración. En consonancia con nuestros objetivos, se ha optado por emplear un método mixto que combina de manera intencionada análisis cuantitativos y cualitativos (Creswell y Plano Clark, 2018), considerando que “no pretenden generalizar intrínsecamente los hallazgos a universos más grandes” (Hernández et al., 2010, p. 16), sino aportar evidencias que permitan iniciar y avanzar en la vinculación entre el PC y el PA en la primera infancia

Participantes

Han participado 24 escolares españoles con una edad media de 5 años y 9 meses (DE= 5 meses). Se ha seleccionado este grupo a través de un muestreo no probabilístico de carácter accidental o causal (Fernández et al., 2014), puesto que los criterios de selección han sido determinados por la posibilidad de acceder a este grupo; por la continuidad y seguimiento longitudinal de la maestra tutora; y por estar considerado un centro con baja movilidad de matrícula en cursos preescolares. Antes de iniciar el trabajo de campo se obtuvo el consentimiento informado de las familias. Cabe destacar que es un grupo que tiene conocimientos previos en relación con la manipulación de robots, como las Bee-bots (Alsina y Acosta, 2018) y con la enseñanza de patrones de repetición (Acosta y Alsina, 2019).

Diseño y procedimiento

Se ha diseñado e implementado una tarea con el robot programable “Cubettos”. Dicho robot se basa en una interfaz de programación tangible a través de piezas manipulables que se colocan en el tablero de control para dar órdenes. Cada pieza responde a una acción: avanzar, giro a la derecha, giro a la izquierda y función (conjunto de acciones), permitiendo la creación de secuencias encadenadas que hacen posible el movimiento del robot.

Se realizan dos sesiones de 50 minutos, una de familiarización y otra de interacción (Tabla 1). Con la intención de garantizar una atención personalizada e individualizada, el grupo se divide en dos de manera aleatoria. La sesión de interacción, donde se obtienen los datos, tiene las siguientes fases: I) presentación de la propuesta; II) interacción y desarrollo de la tarea; y III) representación y reflexión. En la fase III, los escolares representan el patrón, sin tener el modelo, para observar y analizar si se inician en la comprensión de la estructura del patrón y son capaces de representarlo con un dibujo. Durante el transcurso, los escolares movilizan habilidades como copiar, extender, abstraer o traducir, e identificar la unidad de repetición, dando la oportunidad de crear secuencias con la finalidad de resolver un reto o problema utilizando como medio, y no como fin, robots programables.

Adicionalmente, se aplica el Test de Competencia Matemática Básica 3 (Test of Early Mathematics Ability -TEMA3-) de Ginsburg y Baroody (2003), para evidenciar los conocimientos matemáticos previos, constatándose que el grupo presenta un nivel “medio” de ICM de 89.

Tabla 1. Intervención diseñada para escolares de 5 años con el robot Cubettos

Sesiones	Propuesta	Material necesario
1. Familiarización	Se inicia un diálogo con el alumnado sobre qué son los robots y se les invita a imitarlos en el patio de la escuela. Algunos escolares adoptan el rol de robot y otros de programadores.	No se requiere material específico

2. Interacción Se crean patrones con piezas de lego duplo y a partir de la interacción con las fichas de programación del robot “Cubetto”, se asocian secuencias de acciones con las seriaciones creadas con el material manipulativo. Seguidamente, se comprueba el recorrido diseñado y se coloca al final del trayecto el edificio construido que sigue el mismo patrón que se ha usado con las fichas de programación.



Técnicas de recogida de información y análisis de los datos

Se han empleado: i) esquemas metodológicos etnográficos de observación participante, usando el diario de campo para registrar expresiones espontáneas; ii) documentación pedagógica, a través del registro audiovisual, fijo y móvil; y iii) representaciones escritas, en formato dibujo, de las producciones de los escolares como muestra de la formalización de los conocimientos adquiridos.

Desde la vertiente cualitativa, se utilizan las transcripciones de los vídeos y las notas de campo para analizar de forma interpretativa las aportaciones de los escolares y describir el tipo de justificación que utilizan (Tabla 2).

Tabla 2. Instrumento utilizado para categorizar las respuestas de los escolares

Tipo de justificación	Finalidad de la justificación	Elementos que complementan
Elaboración	Explica como...	Una descripción de lo realizado
Validación	Explica por qué...	Una evidencia para aceptar o refutar una afirmación
Inferencia	Explica que...	Uso de un discurso matemático con palabras clave de la tarea o reto abordado
Predicción/toma de decisiones	Explica si...	Una decisión generalizada con evidencia para apoyar o refutar la afirmación matemática

Este análisis comporta revisiones cíclicas y deductivas, a través del Atlas.ti, donde se triangulan y discuten los desacuerdos de la categorización hasta establecer un consenso.

Desde la vertiente cuantitativa, se categorizan las representaciones en ‘correcto’, cuando el dibujo no presenta errores; e ‘incorrecto’, cuando la producción presenta error en su estructura y no se logra identificar el patrón de repetición. Para reforzar los datos, se establece una inferencia estadística con un nivel de confianza del 95%. Antes, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la distribución de las variables. En función de los resultados de las pruebas, se utilizan pruebas paramétricas (ANOVA y test de Bonferroni).

RESULTADOS

Considerando los objetivos del estudio, por un lado, se analiza la comprensión de patrones de repetición a través de su representación; y por otro, se describe el tipo de justificación de acuerdo con la categorización de Chua (2017). En la Figura 1 se muestra la categorización de los casos válidos de la muestra de análisis (N=22), puesto que el día de la intervención faltaron dos niños.

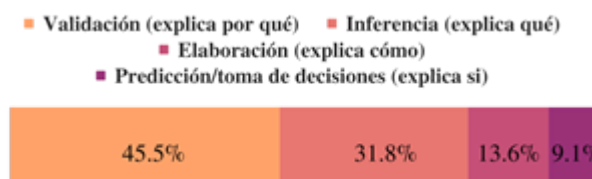
Figura 1. Representaciones en formato dibujo de patrones de repetición



Los datos de la Figura 1 muestran que más del 50% de los participantes (n=15) son capaces de representar de manera correcta los patrones de repetición abordados durante la programación del robot. De las 15 representaciones categorizadas como ‘correctas’, el 60% (n=9) esbozan un patrón ABC; el 20% (n=3) un patrón AAB; el 13.3% (n=2) un del tipo AB y el 6.7% (n=1) un patrón ABB.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos de acuerdo con la categorización deductiva de Chua (2017): 1) Elaboración; 2) Validación; 3) Inferencia; y 4) Predicción/toma de decisiones.

Figura 2. Categorización deductiva de las respuestas de los escolares



Los datos de la Figura 2 muestran que más del 70% de escolares es capaz de explicar el por qué (n=10) y el qué (n=3) de su acción sobre el robot programable; mientras que el 13.6% (n=3) explica el cómo y solo el 9.1% (n=2) muestran un tipo de justificación más sofisticada para argumentar la regla subyacente que rige el patrón de repetición en las tareas desarrolladas con Cubettos.

Seguidamente, en la Tabla 3 se correlaciona el tipo de justificación (Chua, 2017) y el ICM (Ginsburg y Baroody, 2003) aplicando el test de Bonferroni después de haber rechazado la hipótesis nula de la Anova de igualdad de mediana entre variables.

Tabla 3. Correlación ICM vs Justificación


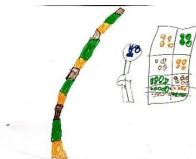
5 años	N	Media	Desviación Estándar	P-valor
1. Elaboración (explica cómo)	3	66.7	1.155	0.000
2. Validación (explica por qué)	10	83.5	10.047	
3. Inferencia (explica qué)	7	99.1	16.965	
4. Predicción/toma de decisiones (explica si)	2	125.0	7.071	

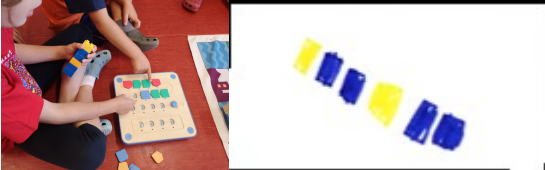
P-valor calculado mediante el estadístico de Bonferroni con un nivel de confianza del 95%.

Tal como se muestra en la Tabla 3, se categorizan dos respuestas en el subgrupo de ‘predicción/toma de decisiones’ observándose un recorrido entre medias de 58.3, 41.5 y 25.9 puntos con los subgrupos de ‘elaboración’, ‘validación’ e ‘inferencia’, respectivamente. Se describe una relación estadísticamente significativa entre el ICM y el tipo de justificación, siendo el P-valor de 0.000, lo que permite interpretar que cuanto mayor es el ICM, mayor es el nivel de sofisticación

A continuación, se muestran ejemplos de los dos tipos de justificación con mayor presencia.

Tabla 4. Ejemplos de ‘Validación’ e ‘Inferencias’

	Documentación	Representaciones	Notas de campo
Validación			<p>Alumno 1: El Cubettos avanza, gira a un lado, y gira al otro, avanza, gira a un lado y gira al otro.</p> <p>Alumno 2: ¿Y la ficha azul?</p> <p>Alumno 1: La azul repite todo.</p> <p>Docente: Entonces, ¿cuántos colores utilizaremos para el edificio de Lego?</p> <p>Alumno 1: tres colores.</p> <p>Docente: ¿Por qué tres colores?</p> <p>Alumno 1: Porque avanza, gira a un lado, y gira al otro. Son 3 cosas diferentes. Mi edificio será amarillo-verde-azul, amarillo-verde-azul.</p>

Inferencia		<p>Docente: ¿Me explicas lo que has hecho?</p> <p>Alumno 1: El robot gira a un lado, avanza dos pasos y vuelve a girar, avanza dos pasos y...</p> <p>Alumno 2: Luego con la azul se repite todo.</p> <p>Docente: ¿Qué es lo que se repite?</p> <p>Alumno 1: girar y avanzar dos pasos, girar y avanzar dos pasos. El amarillo y dos azules (señalando su construcción con pieza de legos).</p>
------------	---	--

CONSIDERACIONES FINALES

En este estudio se han analizado, por un lado, las oportunidades de comprensión de los patrones de repetición en el marco de una enseñanza asistida mediante el uso de robots programables y, por otro, el tipo de justificación para evidenciar la comprensión.

En relación con la comprensión de los patrones de repetición a través de su representación, se observa que los robots programables pueden influenciar de manera positiva en la comprensión de dichos patrones, puesto que permiten manipular de forma concreta la estructura abstracta de una seriación, descomponiéndose en unidades de iteración. En este sentido, más del 50% de respuestas correctas representaron un patrón del tipo ABC identificando la unidad de repetición. De acuerdo con Lüken y Sauzet (2020), la dificultad del patrón con una estructura de repetición radica en la complejidad del núcleo que se repite de manera periódica. Estos autores consideran que los patrones simples AB son los más fáciles y que la dificultad aumenta de manera proporcional con el incremento de elementos que conforman dicha unidad de repetición. Sarama y Clements (2009) sostienen, además, que la repetición de elementos individuales del núcleo de repetición (por ejemplo, AAB) también aumenta la complejidad del patrón. Involucrar a los escolares en el pensamiento algebraico de manera temprana implica diseñar tareas y oportunidades de aprendizaje que promuevan la abstracción y la generalización fomentando a su vez la capacidad de pensar estructuralmente (Anglada et al., 2023; Cañadas et al., 2019). La finalidad que se persigue, pues, es aprovechar la oportunidad que brindan los robots programables cuando se enseñan patrones de repetición con alumnos de infantil para construir una base sólida de aprendizajes y procesos concretos que favorezcan la adquisición y tratamiento de un conocimiento más sofisticado en etapas posteriores de la enseñanza-aprendizaje. En esta línea, el estudio ha evidenciado cómo los escolares, en el marco de una enseñanza asistida mediante el uso de robots programables y la interacción entre pares, comienzan a percibir una seriación no como la alternancia de elementos, sino como una estructura que se rige por una norma de repetición que es posible descomponer en unidades de repetición. De esta manera, nuestro estudio refuerza las aportaciones de Bråting y Kilhamn (2021), que señalan que la tangente entre el PC y el PA se produce en el estudio de la estructura, la descomposición y el reconocimiento de patrones. Para Ye et al. (2023), la integración entre el PC y dominios matemáticos aumenta la accesibilidad de las ideas abstractas para los niños pequeños, favoreciendo así un aprendizaje desde la comprensión. En este marco de relación entre el PC y el PA, el reconocimiento de patrones emerge como nexo de unión para los dos tipos de pensamiento abordados. Desde el contexto del PA el reconocimiento de patrones permite avanzar de manera consolidada hacia el pensamiento funcional (Acosta et al., 2022; Pincheira et al., 2022). Lo mismo ocurre desde el terreno del PC, donde el reconocimiento de patrones juega un papel esencial en la resolución de problemas (ISTE, 2016). Todas estas cuestiones se abordan en la legislación educativa española vigente, en la que se apuesta por el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional a través de la observación, manipulación, exploración, descomposición... para adquirir la capacidad de abstracción y las competencias básicas ante retos y situaciones que requieran soluciones creativas (Real Decreto 95/2022).

En relación al tipo de justificación, el modo mayoritario se concentra en el subgrupo de ‘validación’ con un 45.5% y el subgrupo de ‘predicción/toma de decisiones’ emerge con un 9.1%. Cabe destacar que los dos alumnos que se sitúan en este tipo de justificación, obtienen un ICM superior a la media en el TEMA 3 (Ginsburg y Baroody, 2003). Como resultado destacable, nuestro estudio aporta que el nivel de sofisticación de la justificación está directamente relacionado con el índice de competencia matemática (ICM), evidenciando un P-valor estadísticamente significativo. En esta línea, los conocimientos compartidos entre iguales que se han generado desde el escenario de la robótica se han consolidan como una oportunidad para favorecer la construcción de un discurso matemático cada vez más sofisticado y significativo, tanto entre los que protagonizan la justificación, como la audiencia que se nutre de dicha justificación (Staples et al., 2012).

La sociedad del siglo XXI requiere ciudadanos con capacidad crítica y resolutive para ofrecer soluciones creativas a problemas contemporáneos. Aunque aún queda camino por recorrer, en este estudio se ha evidenciado cómo los robots programables pueden también contribuir en la comprensión de conceptos matemáticos abstractos y al reconocimiento de patrones, para así promover el fomento de dos tipos de pensamiento que pueden coexistir de manera fusionada: el algebraico y el computacional.

Agradecimientos

Este trabajo fue respaldado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España bajo la Subvención para Formación de Profesorado Universitario (FPU16-01856); por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo del Gobierno de Chile (ANID) mediante una beca de doctorado en el extranjero, Folio N° 72200447; y por el Departamento de Didácticas Específicas de la Universitat de Girona.

Referencias

- Acosta, Y. y Alsina, Á. (2019). La representación de patrones en Educación Infantil: una primera aproximación con alumnos de 4 años. En J. M. Marbán, M. Arce, A. Maroto, J. M. Muñoz-Escolano y Á. Alsina (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIII* (pp. 153-162). Valladolid: SEIEM.
- Acosta, Y., Pincheira, N. y 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. y Acosta, Y. (2018). Iniciación al álgebra en Educación Infantil a través del pensamiento computacional: Una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. *UNIÓN - Revista Iberoamericana De Educación Matemática*, 14(52).
- Anglada, M. L., Fuentes, S. y Cañadas, M. C. (2023). Desarrollo del sentido algebraico en Educación Infantil a través de tareas con patrones. *Epsilon*, 113, 9-19.
- Berciano-Alcaraz, A., Salgado-Somoza, M. y Jiménez-Gestal, C. (2022). Alfabetización computacional en educación infantil: Dificultades y beneficios en el aula de 3 años. *Revista Electrónica Educare*, 26(2), 1-21. <https://doi.org/10.15359/ree.26-2.15>
- Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, K., Viera, A. y Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics into early childhood education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 1, 123-145.
- Bråting, K. y 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>
- Cañadas, M. C., Blanton, M. y Brizuela, B. M. (2019). Special issue on early algebraic thinking / Número especial sobre el pensamiento algebraico temprano. *Infancia y Aprendizaje*, 42(3), 469-478. <https://doi.org/10.1080/02103702.2019.1638569>
- Chua, B. L. (2017). *A framework for classifying mathematical justification tasks*. CERME 10. <https://hal.science/hal-01873071>

- Creswell, J. W. y Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (Vol. 3). Sage. España. Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. (BOE [en línea], núm. 28, 02-2-2022, pág. 14561-14595). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/02/01/95>. [Consulta: 17 de mayo de 2023].
- Fernández, C., Baptista, P. y Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Editorial McGraw Hill.
- Ginsburg, H. P. y Baroody, A. J. (2003). *Test of Early Mathematics Ability-Third Edition*. Pro Ed.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (Vol. 5). McGraw-Hill.
- Hsu, T.-C., Chang, S.-C. y Hung, Y.-T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers y 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>
- Lüken, M. M. y 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. y Liu, X. (2022). A literature review on the empirical studies of the integration of mathematics and computational thinking. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11518-2>
- Mulligan, J. T. y Mitchelmore, M. C. (2013). Early Awareness of Mathematical Pattern and Structure. En L. D. English y J. T. Mulligan (Eds.), *Reconceptualizing Early Mathematics Learning* (pp. 29-45). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6440-8_3
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2018). *PISA 2021 Mathematics Framework (draft) [Electronic version]*. PISA.
- Pincheira, N., Alsina, Á. y Acosta, Y. (2022). Habilidades para hacer patrones en tareas diseñadas por futuras maestras de educación infantil. En T. F. Blanco, C. Núñez-García, M. C. Cañadas y J. A. González-Calero (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXV* (pp. 471-478). SEIEM.
- Sarama, J. y Clements, D. H. (2009). *Early Childhood Mathematics Education Research: Learning Trajectories for Young Children*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203883785>
- Staples, M. E., Bartlo, J. y Thanheiser, E. (2012). Justification as a teaching and learning practice: Its (potential) multifaceted role in middle grades mathematics classrooms. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31(4), 447-462. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2012.07.001>
- Supply, A.-S., Wijns, N., Van Dooren, W. y Onghena, P. (2022). It is probably a pattern: Does spontaneous focusing on regularities in preschool predict reasoning about randomness four years later? *Educational Studies in Mathematics*. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10187-9>
- Wing, J. M. (2011). Research Notebook: Computational Thinking—What and Why. *The link Magazine*, 6, 20-23.
- Ye, H., Liang, B., Ng, O.-L. y 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>