

Conectando la educación matemática infantil y el pensamiento computacional: aprendizaje de patrones de repetición con el robot educativo programable Cubetto®

Connecting early childhood mathematics education and computational thinking: learning repeating patterns with the Cubetto® programmable educational robot

Conectando educação matemática infantil e pensamento computacional: aprendizagem de padrões de repetição com o robô educacional programável Cubetto®

Ángel Alsina

Universidad de Girona
Girona, España

angel.alsina@udg.edu

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8506-1838>

Yeni Acosta

Universidad de Girona
Girona, España

yeni.acosta@udg.edu

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9873-2127>

Recibido – Received – Recebido: 18/02/2022 Corregido – Revised – Revisado: 05/04/2022 Aceptado – Accepted – Aprovado: 06/05/2022

DOI: <https://doi.org/10.22458/ie.v24i37.4022>

URL: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/innovaciones/article/view/4022>

Resumen: En los últimos años se han ido fortaleciendo los vínculos entre la educación matemática y el pensamiento computacional, ya que ambas áreas requieren de diversas habilidades en torno a la resolución de problemas; sin embargo, el profesorado Educación Infantil ha tenido una escasa formación para implementar actividades que promuevan este pensamiento en el aula de matemática. En este sentido, el objetivo de este artículo es indagar acerca de las conexiones existentes entre la educación matemática infantil y el pensamiento computacional, para que el profesorado de la población de las primeras edades pueda diseñar e implementar actividades que permitan desarrollar habilidades de estos dos tipos de pensamiento de manera integrada. Para lograr este propósito, se describe y analiza una experiencia para aprender patrones de repetición a través del robot educativo programable Cubetto®. La actividad se implementa con 24 niños de 5 años de edad, de un colegio público de Girona (España) y los resultados muestran que una parte importante del alumnado de esta edad representan de manera correcta el patrón (62,5%), siendo la representación gráfica la más habitual entre los participantes que resuelven correctamente las tareas (86,7%). Se concluye que, en el contexto actual, es necesario seguir diseñando actividades que promuevan el desarrollo de conocimientos matemáticos de manera lúdica, a través de una gestión de la enseñanza basada en habilidades como la resolución de problemas, el razonamiento, la comunicación, las conexiones y la representación, a la vez que se van desarrollando también destrezas digitales y el pensamiento lógico y computacional.

Palabras claves: educación matemática infantil, patrones, pensamiento computacional, robot educativo programable, prácticas de enseñanza.

Abstract: In recent years, the links between mathematics education and computational thinking have been strengthening since both share various skills around problem-solving; however, early childhood teachers have had little training to implement activities that promote this thinking in the mathematics classroom. In this sense, this article aims to investigate the connections between early childhood mathematics education and computational thinking so that early childhood teachers can design and implement activities that allow them to develop skills in these two types of thinking in an integrated manner. Towards achieving this purpose, an experience of learning repetition patterns through the Cubetto programmable educational robot is described

and analyzed. The activity is implemented with 24 5-year-old children from a public school in Girona (Spain), and the results show that an essential part of the 5-year-old children represents the pattern correctly (62.5%), being the graphical representation the most common among the participants who solve the tasks correctly (86.7%). It is concluded that, in the current context, it is necessary to continue designing activities that promote the development of mathematical knowledge playfully through teaching management based on skills such as problem-solving, reasoning, communication, connections, and representation while also developing digital skills and logical and computational thinking.

Keywords: early childhood mathematics education; patterns; computational thinking; programmable educational robot; teaching practices.

Resumo: Nos últimos anos, as ligações entre a educação matemática e o pensamento computacional se tornaram mais fortes, pois ambos compartilham uma série de habilidades de resolução de problemas; entretanto, os professores da primeira infância têm tido pouca formação para implementar atividades que promovam o pensamento computacional na sala de aula de matemática. Neste sentido, o objetivo deste artigo é investigar as conexões entre a educação matemática infantil e o pensamento computacional, para que os professores da primeira infância possam projetar e implementar atividades que lhes permitam desenvolver as habilidades destes dois tipos de pensamento de forma integrada. Para atingir este objetivo, é descrita e analisada uma experiência para aprender padrões de repetição através do robô educacional programável Cubetto. A atividade é implementada com 24 crianças de 5 anos de idade de uma escola pública em Girona (Espanha) e os resultados mostram que uma parte importante das crianças de 5 anos de idade representa o padrão corretamente (62,5%), sendo a representação gráfica a mais comum entre os participantes que resolvem as tarefas corretamente (86,7%). Conclui-se que, no contexto atual, é necessário continuar projetando atividades que promovam o desenvolvimento do conhecimento matemático de forma lúdica através da gestão do ensino baseado em habilidades como resolução de problemas, raciocínio, comunicação, conexões e representação, ao mesmo tempo em que se desenvolve habilidades digitais e pensamento lógico e computacional.

Palavras-chave: Educação matemática infantil; padrões; pensamento computacional; robô educacional programável; práticas de ensino.

INTRODUCCIÓN

La educación matemática infantil ha prosperado mucho en las últimas décadas, gracias a múltiples organismos y autores que han realizado importantes contribuciones para definir y organizar los conocimientos matemáticos que han de aprenderse durante la niñez, y a cómo deben enseñarse (para una revisión, consultar Alsina, 2020a).

En este escenario de investigación constante, paulatinamente se han ido incorporando nuevos conocimientos y habilidades en el currículo de matemática desde edades tempranas, entre los que cabe mencionar a los patrones sobre los cuales se centra este artículo, ya que contribuyen a desarrollar habilidades imprescindibles para el aprendizaje de la matemática, como la predicción y la generalización (Acosta y Alsina, 2020).

Asimismo, han surgido múltiples planteamientos sobre la forma de enseñar matemática, inspirados y fundamentados en autores clásicos como Montessori, Piaget, Dienes, Freudenthal, etc. Alsina (2018, 2019, 2020b), en el marco del Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de la Matemática (EIEM), intenta integrar los principales aportes realizados hasta el momento en las agendas de investigación de la educación matemática, que analizan las estrategias y recursos para enseñarla durante las primeras edades.

El EIEM, que se empezó a gestar con la pirámide de la educación matemática (Alsina, 2010), propone que el desarrollo del pensamiento matemático debería llevarse a cabo a través de itinerarios de enseñanza, entendiendo por "itinerario" una secuencia de enseñanza intencionada que contempla tres niveles: 1) contextos informales, que permiten visualizar las ideas matemáticas de manera concreta (situaciones reales, materiales manipulativos y juegos); 2) contextos intermedios, que a través de la modelización y la reflexión conducen a la esquematización y generalización progresiva del conocimiento matemático (recursos literarios y tecnológicos); y 3) contextos formales, en los que se trabaja la representación con procedimientos y notaciones convencionales (recursos gráficos).

Considerando que en el marco teórico-metodológico que plantea el EIEM los recursos tecnológicos ocupan un espacio relevante, porque tienden un puente entre lo concreto y lo simbólico, en este trabajo se promueve el aprendizaje de los patrones de repetición a partir de las conexiones con la alfabetización digital, para desarrollar simultáneamente habilidades relativas al pensamiento matemático y computacional (Alsina, 2022).

Los patrones de repetición son uno de los primeros conocimientos importantes del álgebra que debería aprender el alumnado de Educación Infantil (Alsina, 2022). La identificación de patrones de repetición implica la observación y reconocimiento de regularidades o secuencias iterativas en objetos o datos. Durante su proceso de enseñanza-aprendizaje, es recomendable realizar diferentes tipos de tareas según se requiera o no conocimiento de la estructura o regla subyacente. Según Rittle-Johnson *et al.* (2013), Wijns *et al.* (2019) y Lüken (2020) las tareas más frecuentes son: a) duplicar el mismo patrón; b) ampliar la secuencia; c) encontrar elementos faltantes; y d) construir el mismo patrón con diferentes materiales; siendo copiar, extender, interpolar y generalizar, respectivamente, las principales habilidades que se movilizan para los tipos de tareas mencionados (Figura 1).

Figura 1

Ejemplo de seriación a partir de patrón de repetición.



En estudios anteriores, Mc-Garvey (2012) concluyó que las tareas de copiar, extender e interpolar no requieren una comprensión previa de la unidad de repetición, puesto que lo que implican es la comprensión de la organización recursiva de los elementos que conforman la secuencia, es decir, de una asociación entre los elementos sucesivos adyacentes al patrón.

Clements y Sarama (2015) y Rittle-Johnson *et al.* (2015) afirman que, generalmente, los niños alrededor de 3-4 años son capaces de ejecutar tareas que requieren de la habilidad de copiar un patrón, pues presentan un nivel de dificultad básico. Las habilidades de extender e interpolar se hacen más presentes de manera exitosa sobre los cuatro años (Lüken, 2020; Rittle-Johnson *et al.*, 2013); para, finalmente, entre los 5-6 años identificar la unidad de repetición y transferir dicho conocimiento para generalizar un patrón determinado (Clements y Sarama, 2015; Rittle-Johnson *et al.*, 2015). Mc-Garvey (2012) considera que cuando de manera temprana se presentan los patrones a los niños, resulta más probable que desarrollen las habilidades necesarias para comprender las relaciones dentro de un patrón y comenzar a usar símbolos para representar externa y mentalmente estas relaciones.

Rico (2009, p. 3) define la representación externa en matemática como “[...] todas aquellas herramientas –signos o gráficos– que hacen presentes los conceptos y procedimientos matemáticos y con las cuales los sujetos particulares abordan e interactúan con el conocimiento matemático, es decir, registran y comunican su conocimiento sobre las matemáticas”. Este autor, matiza que, dentro de los modos convencionales de representación, es usual distinguir dos grandes familias de sistemas: representaciones simbólicas y representaciones gráficas. Entre las primeras se encuentran las representaciones de carácter alfanumérico y entre las segundas las de tipo figurativo. A través de las interacciones con las diferentes representaciones, con el docente y con los otros niños y niñas, estos desarrollan sus propias imágenes mentales sobre las ideas matemáticas.

En este artículo, como se ha indicado, se vincula el aprendizaje de los patrones de repetición con el pensamiento computacional. Este modo de pensamiento fue introducido por Papert en 1980, en el libro *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (traducido al español como *Desafío a la mente*). Este autor subraya, desde la teoría del construccionismo, que la construcción de un nuevo aprendizaje es

más eficaz cuando el aprendiz se compromete con la elaboración, por sus propios medios, de un objeto tangible con alguna representación significativa, lo que se conoce como “aprender haciendo”.

En 1996, Papert expuso esta idea en un contexto de aprendizaje de la matemática, pero no fue hasta en el 2006 cuando Jeannette M. Wing popularizó el concepto en el ámbito de la investigación educativa y psicológica. En concreto, esta autora caracterizó el pensamiento computacional en torno a la resolución de problemas, al diseño de los sistemas y a la comprensión de la conducta humana haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática. Desde esta perspectiva, señaló que se trata de “una habilidad fundamental para todos, no solo para los informáticos. Para la lectura, la escritura y la aritmética, se debería promover el pensamiento computacional en la capacidad analítica de cada niño” (Wing, 2006, p. 33). Adicionalmente, esta autora describió una serie de rasgos sintetizados por Zapata-Ros (2018, p. 13), según el cual el pensamiento computacional:

- Es para conceptualizar, no para programar. Es preciso pensar como un científico de la computación. Se requiere un pensamiento en múltiples niveles de abstracción.
- Requiere de habilidades fundamentales no memorísticas ni mecánicas. Memoria significa mecánico, aburrido, rutinario. Para programar los computadores hace falta una mente imaginativa e inteligente. Hace falta la emoción de la creatividad. Esto es muy parecido al pensamiento divergente.
- Complementa y combina el pensamiento matemático con la ingeniería. Ya que, al igual que todas las ciencias, la computación tiene sus fundamentos formales en la matemática. La ingeniería nos proporciona la filosofía base con que construimos sistemas que interactúan con el mundo real.
- Otorga importancia a las ideas, no a los artefactos. Quedan descartados por tanto la fascinación y los espejismos por las novedades tecnológicas. Y mucho menos considera estos factores como elementos determinantes de la resolución de problemas o de la elección de caminos para resolverlos.

Para valorar, promover e implementar el pensamiento computacional en la educación, la *Computer Science Teachers Association* y la *International Society for Technology in Education* (CSTA y ISTE, p. 13) describen los rasgos esenciales de este tipo de pensamiento. En la Tabla 1 se describen las principales habilidades y actitudes:

Tabla 1
Habilidades y actitudes que configuran el pensamiento computacional

Habilidades	Actitudes
Formular problemas de manera que nos permita usar un ordenador y otras herramientas para encontrar la solución.	Confianza en el manejo de la complejidad.
Organizar y analizar lógicamente datos	Confianza en el manejo de la complejidad
Representar datos a través de abstracciones, como modelos y simulaciones	Persistencia en el trabajo con problemas difíciles.
Automatizar soluciones a través del pensamiento algorítmico, es decir, mediante la secuenciación de pasos ordenados.	Tolerancia a la ambigüedad.
Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objetivo de conseguir el más eficiente.	Capacidad para tratar con problemas abiertos.
Generalizar y transferir este proceso de resolución de problemas a una amplia variedad de problemas.	Capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo o solución común.

Más adelante, con el objeto de seguir avanzando en la caracterización del pensamiento computacional, Valverde-Berrocó et al. (2015, p. 4) indican que:

[...] es una competencia básica que todo ciudadano debería conocer para desenvolverse en la sociedad digital, pero no es una habilidad “rutinaria” o “mecánica”, ya que es una forma de resolver problemas de manera inteligente e imaginativa [...] además posee las características de combinar abstracción y pragmatismo, ya que se fundamenta en la Matemática.

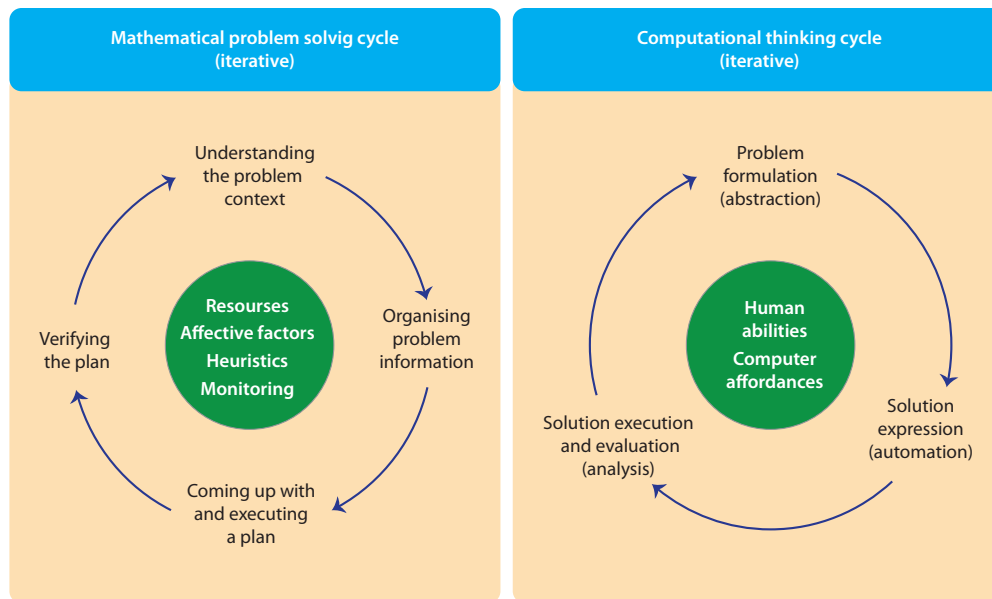
Bers (2018) conceptualiza el pensamiento computacional como un vínculo directo y como un componente de la competencia digital, a partir de siete elementos: 1) algoritmos, 2) modularidad, 3) estructuras de control, 4) representación, 5) hardware/software, 6) proceso de diseño, 7) depuración. La autora señala que se trata de un tipo de pensamiento analítico que comparte muchas similitudes con el pensamiento matemático (la resolución de problemas), el pensamiento ingenieril (diseño y evaluación de procesos) y el pensamiento científico (análisis sistemático).

Estebanell *et al.* (2018) señalan que el pensamiento computacional ha ido adquiriendo un creciente interés en los últimos años; ha ido aumentando en paralelo a la aparición y arraigo de la educación integral STEAM que surge tanto a raíz de la creciente demanda de profesionales con perfiles científico, tecnológico, ingenieril y matemático, a partir de nuevas propuestas educativas que abogan por una mayor relación interdisciplinaria a lo largo de la escolarización.

Rycroft-Smith y Connolly (2019) precisan más estos vínculos comparando los ciclos iterativos de la resolución de problemas matemáticos y del pensamiento computacional (Figura 2).

Figura 2

Comparación de los ciclos de resolución de problemas matemáticos y del pensamiento computacional



Muy sintéticamente, estos autores consideran que tanto la resolución de problemas matemáticos como el pensamiento computacional son dos tipos de resolución de problemas abstractos que coinciden en cierta medida, ya que los dos ciclos pueden mejorarse por medio de la práctica con reflexión y apoyarse mutuamente. Además, subrayan que ambos ayudan a que el alumnado se sienta cómodo con la técnica *prueba y error*, la ambigüedad y la flexibilidad, y promueven que él o ella progresivamente se conviertan en aprendices independientes en el contexto de la modelización matemática.

En relación con el desarrollo del pensamiento computacional en la Educación Infantil, a partir de una revisión del estado del arte sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional y la programación en edades tempranas, González-González (2019, p. 17-1) indica que:

la robótica educativa en la Educación Infantil se convierte en una herramienta que facilita la adquisición de conocimientos a los niños y niñas de modo lúdico, basándose en los principios de interactividad, las interrelaciones sociales, el trabajo colaborativo, la creatividad, el aprendizaje constructivista y constructorista y el enfoque didáctico centrado en el estudiante, permitiéndoles a su vez la adquisición de destrezas digitales y del desarrollo del pensamiento lógico y computacional de manera subyacente.

Adicionalmente, esta autora sintetiza distintas actividades para niños entre 3 y 6 años, a partir de un enfoque globalizador y con metodologías de aprendizaje activo, colaborativo y basado en juegos o en proyectos (González-González, 2019, p. 17-12):

- Entre los 3-4 años: actividades de producción y ejecución de instrucciones principalmente vinculadas al propio cuerpo y acción y trabajo con objetos manipulables (programación tangible).
- Entre los 4-5 años: programación tangible manipulativa, incorporación de programación a través de interfaces naturales táctiles (interacciones de tipo arrastrar-soltar comandos con representación visual, instrucciones gráficas).
- Entre los 5-6 años: programación tangible y táctil, posibilidad de introducción de comandos con algunas palabras (instrucciones simples).

Anteriormente, Alsina y Acosta (2018) habían señalado que, en cuanto a la Educación Infantil se refiere, la escuela debería adoptar un papel crucial en el diseño de propuestas en contextos de enseñanza-aprendizaje, como actividades integradas que favorezcan el desarrollo del pensamiento computacional. De ser así, se estaría de frente al establecimiento de los primeros vínculos entre la educación matemática infantil y el pensamiento computacional, en el marco de los procesos matemáticos del NCTM (2003). Desde este un punto de vista integrado, se establecen cinco vínculos entre ambos constructos:

- La resolución de problemas forma parte integral de la matemática y del pensamiento computacional, lo cual facilita la construcción del conocimiento mediante la formulación, reflexión, aplicación y adaptación de estrategias dirigidas a encontrar soluciones que fomenten ciertas actitudes y capacidades fomentando la persistencia y la confianza.
- El razonamiento y la prueba promueven la comprensión y uso eficaz de estrategias para formular conjeturas, investigar y llegar a refutar o validar hipótesis a través de diversos tipos de razonamiento y métodos de prueba, que permitan identificar, analizar e implementar soluciones pertinentes. Asimismo, el pensamiento computacional contribuye a organizar y analizar los datos de forma lógica.
- La comunicación contribuye a organizar y estructurar el pensamiento mediante la interacción, la negociación y el diálogo como herramientas para analizar, evaluar y expresar ideas haciendo uso de un lenguaje conciso y coherente —tanto entre sus pares como con los docentes— con la finalidad de trabajar en el cumplimiento de un objetivo común.
- Las conexiones impulsan el reconocimiento y uso interrelacionado de las ideas matemáticas, desde una perspectiva que facilite una comprensión, automatización y organización coherente que sea también aplicable en ámbitos no matemáticos. Por otro lado, el pensamiento computacional ayuda a generalizar y transferir el proceso de resolución de problemas a una amplia variedad de situaciones.
- La representación consiste en crear y usar simbolizaciones con la finalidad de comprender, estructurar, capturar y transferir conceptos o relaciones teniendo la habilidad de organizar de manera lógica los datos.

En síntesis, para estos autores, los procesos matemáticos se retroalimentan de las habilidades y actitudes computacionales y a la inversa. Para llevar a cabo estas conexiones entre la educación matemática infantil y el pensamiento computacional existen diversos recursos, que da Silva y González-González (2017) describen para la enseñanza de la programación a la Educación Infantil, pero que además permiten abordar la integración con conocimientos de otras disciplinas, tales como la Matemática. En la Tabla 2 se sintetizan estos recursos:

Tabla 2

Entornos y herramientas para la enseñanza de la programación en Educación Infantil

Entorno o herramienta	Tipo de recurso
Robot Turtles (http://www.robotturtles.com/):	Juego de tablero
Hello Ruby (http://www.helloruby.com/)	Cuento infantil
ScratchJr (https://www.scratchjr.org/)	Lenguaje de programación visual
Kodable (https://www.kodable.com/)	herramienta educativa
Cargobot (https://twolivesleft.com/CargoBot/)	app para iPad
LightbotJr (http://lightbot.com/)	app
KIBO Robots	Robot educativo programable
BEE-BOT/BLUE-BOT	Robot educativo programable/permite la programación mediante una aplicación para dispositivos móviles
Roamer	Robot educativo programable
CUBETTO	Robot educativo programable
CODE A PILLAR	Robot educativo programable

Cabe señalar que el pensamiento computacional es un área de investigación relativamente nueva y sobre cuya conceptualización aún no existe un amplio consenso, razón por la cual orientar al profesorado a que se capaciten en el tema y aprenda cómo apoyar su aprendizaje en una variedad de contextos es, actualmente, una prioridad del sector educativo (Voogt *et al.*, 2013). Así las cosas, el objetivo de este artículo es estudiar y documentar las conexiones entre la educación matemática infantil -en concreto, los patrones de repetición- y el pensamiento computacional, para que el profesorado de los educandos de las primeras edades pueda diseñar e implementar actividades que estimulen el desarrollo de las habilidades en estos dos tipos de pensamiento de manera integrada.

Para lograr este propósito, a continuación, se describe una experiencia implementada en un grupo de 12 niños y 12 niñas del último curso de Educación Infantil (5-6 años) de un colegio público de Girona (España), que vienen trabajando con robots educativos programables desde los 3-4 años (Alsina y Acosta, 2018). En concreto, se trata de una actividad con el robot Cubetto®, que ya ha sido usado en diversos estudios (Caguana *et al.*, 2017; Sáez *et al.*, 2018), y que en este trabajo se utiliza para promover el aprendizaje de los patrones de repetición. Posteriormente, se analizan lo producido a partir de la representación de los patrones, considerando la clasificación acerca de las representaciones en Matemática planteada por Rico (2009): gráficas y simbólicas.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

En primer lugar, cabe señalar que el robot educativo programable Cubetto® introduce al alumnado de los primeros niveles escolares en la programación, a partir de la inserción de bloques en diferentes *slots* de un tablero que representa la interfaz con el robot (Figura 3). Los bloques poseen diferentes formas y colores, representando cada uno de ellos una acción específica para programar la secuencia de comandos: adelante, giro derecha, giro izquierda y función.

El tablero se encuentra dividido en dos partes: la parte superior, con doce *slots* que guían la secuencia y el lugar en el que el alumnado debe colocar los bloques de instrucciones; la parte inferior con cuatro *slots*, en el que, mediante el uso de los diferentes bloques, se introduce una secuencia de programación, pero que en este caso puede invocarse desde los *slots* superiores como una función o procedimiento (para ello el bloque de función). Una vez introducidas las piezas deseadas, el envío del programa se realiza vía *bluetooth* al pequeño y sencillo robot representado por una cajita de madera construido con *Arduino*, que es una plataforma de creación de electrónica de código abierto.

Figura 3

Dieciséis *slots* de programación (*adelante, giro derecha, giro izquierda y función*); tablero de control; robot *Cubetto*®; tablero de recorrido y un cuento



Tomado de: <https://cubetto.vicensvives.com>

En la Tabla 3 se consignan los datos que definen la experiencia implementada:

Tabla 3

Datos descriptivos de la experiencia

Nivel: 5-6 años

Escuela: Escuela Pública "Pericot" (Girona, España)

Maestras responsables de la implementación: M. Moran y Y. Acosta

Conocimientos integrados: conocimientos matemáticos relativos al reconocimiento de patrones, construcción de series, lectura y representación de patrones y conocimientos tecnológicos asociados a la robótica y a la programación, fomentando de esta forma el pensamiento computacional.

Previamente a la presentación de la experiencia, cabe señalar que la escuela en la que se implementa la actividad tiene un protocolo de actuación sistematizado en relación con los elementos éticos: antes de iniciar la implementación, se informa por escrito a las familias acerca del procedimiento y de la necesidad de registro fotográfico y audiovisual, así como de la confidencialidad de los datos obtenidos; además, se obtiene su consentimiento informado. Adicionalmente, a lo largo de toda la intervención se respeta el deseo del alumnado de participar o no en las propuestas y de ser grabados y fotografiados.

La metodología aplicada en el aula donde se lleva a cabo la experiencia se fundamenta en el trabajo por proyectos, a partir de propuestas enfocadas en situaciones reales, el uso de materiales manipulativos y juegos. A su vez, se estimula la autonomía desde una perspectiva inclusiva, considerando que el alumnado es el protagonista de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Cabe destacar que es un grupo que tiene conocimientos previos en relación con la manipulación de robots, como las Bee-bots y el Cubetto®.

Para fomentar el aprendizaje de patrones de repetición, se plantean los siguientes objetivos didácticos, a través de la manipulación, exploración y experimentación con el robot programable Cubetto®:

- Identificar patrones del tipo AB, ABB, AAB y ABC.
- Extender patrones atendiendo a una unidad de repetición determinada.
- Construir un mismo patrón con diferentes elementos.
- Leer y representar el patrón.

La experiencia se lleva a cabo durante tres sesiones: 1) imitación de robots, 2) construcción de patrones de repetición con el robot Cubetto®, 3) representación de patrones de repetición. Todas las sesiones se llevan a cabo con la mitad del grupo para garantizar una atención personalizada e individualizada.

Sesión 1: Imitación de robots

En la primera sesión se inicia un diálogo con el alumnado sobre qué son los robots y se les invita a imitarlos en el patio de la escuela. Cada uno, según sus conocimientos previos, simula un robot (Figura 4):

Figura 4

Niños y niñas haciendo de robots



En el transcurso de la sesión, surgen diversos diálogos:

- A1: "Yo soy un robot y camino por encima de cada cuadrado"
- A2: "Yo también soy un robot y camino con las piernas abiertas", comentaban emocionados algunos alumnos.

Luego, dentro del aula, se desarrolla un juego donde se marcan dos roles: a) alumnado robot y b) alumnado que programa al robot (Figura 5):

- A1: "Tienes que dar 5 pasos, girar y tocar la cabeza del compañero que tengas más cerca".

Figura 5

Niños y niñas recibiendo instrucciones para hacer de robot



De forma vivencial se comprende lo que supone programar e introducir comandos específicos, realizándose el aprendizaje. También, de manera lúdica comprenden y aplican conceptos abstractos.

Sesión 2: Construcción de patrones de repetición con el robot Cubetto®

Durante la segunda sesión, se invita al alumnado a pensar en un patrón de repetición y extenderlo de manera manipulativa con piezas de lego Duplo. A continuación, a partir de la interacción con las fichas de programación del robot Cubetto®, asocian secuencias de acciones en correspondencia con las series creadas con las piezas de lego Duplo (Figura 6).

Figura 6

Creación de patrones del tipo: AB, ABB y ABC con el material manipulativo y después con el robot.



- A1: "Ponemos una de un color, dos iguales, una de un color dos iguales"
- A2: "Pero caminará poco el Cubetto"
- A1: "Ponemos la azul y se repite todo"
- A2: "Entonces será rojo-verde-verde; rojo, verde-verde, y dos veces más"

Seguido, se comprueba el recorrido diseñado y al final del trayecto se coloca el edificio hecho, que concuerda con el mismo patrón usado en las fichas de programación (Figura 7).

Figura 7

El alumnado resuelve la tarea de manera cooperativa y comprueban el trayecto del Cubetto®.



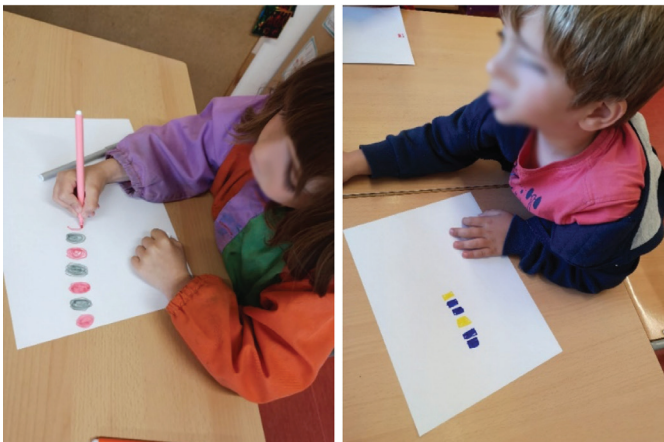
- Docente: “¿Qué edificio debemos colocar?”
- A1: “El que tiene 3 piezas de diferentes colores”
- Docente: “Y si tenemos dos edificios que tienen 3 piezas de diferentes colores, ¿cuál escogemos?”
- A2: “El que más nos guste”
- A1: “Podemos poner los dos porque son iguales”
- Docente: “¿Por qué son iguales?”
- A1: “Porque los dos tienen 3 piezas diferentes”

Sesión 3: Representación de patrones de repetición

Finalmente, el alumnado representa en papel, de manera libre y autónoma, los patrones de repetición que han creado (Figura 8).

Figura 8

Representación de los patrones de repetición.



Se establece un diálogo entre iguales y el docente facilita la formalización de los conocimientos movilizados:

- Docente: “¿Cómo representas alguno de los patrones creados?”
- A1: “Yo con círculos, uno rosa, uno gris, igual que el edificio que era amarillo-rojo; amarillo-rojo”
- A2: “Yo con rectángulos, dos azules-uno amarillo”
- Docente: “¿Y qué hacía el robot cuando pusimos dos piezas iguales y una diferente?”
- A2: “Caminaba dos y giraba, caminaba dos y giraba”

Con base en los fundamentos descritos en el marco teórico, por un lado, se observa que a partir de los patrones de repetición construidos con el material manipulativo, el alumnado construye los mismos patrones con el robot, lo cual es una habilidad propia de los 5 años (Luken, 2020; Rittle-Johnson *et al.*, 2013; Wijns *et al.*, 2019); además, de acuerdo con Clements y Sarama (2015) y Rittle-Johnson *et al.* (2015), el alumno es capaz de identificar la unidad de repetición de una manera lúdica y concreta, elaborando conclusiones y conocimiento desde el aprendizaje cooperativo.

Por otro lado, respecto al pensamiento computacional, se observa que mientras el alumno “construye los edificios”, se ponen en juego diversas habilidades como organizar y analizar lógicamente datos (colores de las piezas siguiendo un patrón de repetición), representar datos a través de abstracciones (representaciones tanto gráficas y alfanuméricas), automatizar soluciones mediante la secuenciación de pasos ordenados o bien generalizar y transferir el proceso de resolución del problema (elección de edificios en función del patrón), junto con diversas actitudes como por ejemplo la confianza en el manejo de la complejidad, la capacidad para tratar con problemas abiertos o bien la capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo común (CSTA y ISTE, 2011).

En relación con las conexiones entre el pensamiento matemático –en concreto, los patrones de repetición– y el pensamiento computacional, cabe señalar que su aprendizaje se ha visto favorecido por una gestión de la experiencia basada en el planteamiento de problemas o retos, el razonamiento y la comunicación a partir de la formulación de preguntas que invitan a argumentar o bien la representación de los patrones, en la línea señalada por Alsina y Acosta (2018).

Para realizar el análisis del aprendizaje de patrones de repetición a través de su representación, se han combinado técnicas cualitativas y cuantitativas de recogida de información. Desde el punto de vista cualitativo, se ha optado por emplear esquemas metodológicos etnográficos de observación participante, haciendo uso del diario de campo como herramienta para registrar expresiones espontáneas de los niños durante la realización de las tareas; además, a través del registro audiovisual, fijo y móvil, se han documentado todas las propuestas (McMillan y Schumacher, 2005).


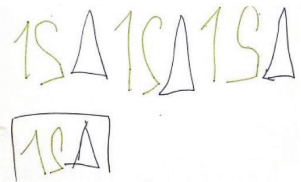


Con una visión más cuantitativa, se han recogido, en formato de dibujo, todas las producciones escritas de los niños y se han categorizado en dos grupos de casos: 1) “correcto”, cuando los niños han sido capaces de representar en un papel el patrón identificado en la propuesta, sin cometer errores y 2) “incorrecto”, cuando la representación realizada presenta errores y omiten o intercambian unidades. El alumnado que no asiste a la escuela el día de la intervención se ha considerado “no válido”. A continuación, se muestran los resultados obtenidos durante el proceso de formalización (Tabla 4).

Tabla 4
Frecuencia de éxito de la representación de patrones de repetición

Recursos tecnológicos	Frecuencia	Porcentaje	Pct. Válidos
Correcto	15	62,5	68,2
Incorrecto	7	29,2	31,8
Válidos	22	91,7	100,0
No válidos	2	8,3	
Total	24	100	

Como se aprecia en la Tabla 4, el 62,5% del alumnado ha representado de manera correcta el patrón de repetición. Cabe destacar que de los quince niños y niñas que hicieron una representación correcta con el robot Cubetto®, dos utilizaron elementos alfanuméricos (13,3%), frente a trece que usaron elementos gráficos (86,7%). En la Tabla 5 se muestran algunos ejemplos.

Tabla 5
Ejemplos de representaciones gráficas y simbólicas

Representaciones gráficas	Representaciones simbólicas
 <p>Representación de un patrón con núcleo ABB</p>	 <p>A1: Yo hice el que era dos iguales, uno diferente. Docente: ¿Y cómo lo has hecho? A1: Poniendo 1,2 + triángulo. A2: Pero son diferentes. A1: Son iguales Docente: ¿Por qué dices que son iguales? A1: Porque son números. Es: número, número, triángulo, como aquí abajo en el rectángulo –señalando el patrón identificado posteriormente–</p>
 <p>Representación de la tarea con un patrón ABC</p>	 <p>A: “Yo pongo mi letra y mis años” Docente: ¿Entonces cómo quedaría? A1: M-cinco-M-cinco-M-cinco-M</p>

SÍNTESIS Y REFLEXIONES FINALES

En este estudio se ha descrito y analizado una experiencia que pretende conectar la educación matemática infantil con el pensamiento computacional asumiendo, por un lado, que las directrices contemporáneas abogan por un aprendizaje más integrado; y, por otro, que el pensamiento matemático y el pensamiento computacional mantienen vínculos estrechos (Alsina y Acosta, 2018; Rycroft-Smith y Connolly, 2019).

González-González (2019) señala que, actualmente, todavía son escasas las iniciativas a nivel formal para la Educación Infantil y poca la preocupación por la introducción de este tipo de enseñanzas, siendo el caso de Singapur el más destacado (Sullivan y Bers, 2017). En concreto, en dicho país se incorpora el pensamiento computacional y la enseñanza de la programación desde edades tempranas a través de un programa denominado *Playmaker Programme* (<https://www.imda.gov.sg/programme-listing/playmaker>), cuya finalidad es inspirar a los niños y las niñas a jugar y crear con la tecnología, despertando la imaginación y fomentando la confianza creativa, además de promover el desarrollo de habilidades como el pensamiento lógico, el razonamiento, la secuenciación, la estimación y el pensamiento inventivo.

En la experiencia descrita se han evidenciado diversas habilidades asociadas al pensamiento computacional, tales como organizar y analizar lógicamente datos, representar datos a través de abstracciones, automatizar soluciones mediante la secuenciación de pasos ordenados o bien generalizar y transferir el proceso de resolución de un problema, junto con diversas actitudes, por ejemplo, la confianza en el manejo de la complejidad, la capacidad para tratar con problemas abiertos o bien la capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo común (CSTA y ISTE, 2011).

Sáez *et al.* (2018) al referirse a Cubetto® subraya que algunas de las principales ventajas de usar este robot es que ofrece la posibilidad de tener un primer contacto con las nociones básicas de la programación o que permite reconocer los pasos de una secuencia para ejecutar una instrucción u orden realizada paso a paso. Los datos de nuestro estudio refuerzan esta idea, ya que el alumnado ha sido capaz, en su mayoría, de extender patrones de repetición e incluso identificar la unidad de repetición, como se ha indicado.

Estos datos tienen implicaciones importantes para la formación del profesorado ya que, por un lado, se ha evidenciado que las habilidades del pensamiento computacional apoyan el aprendizaje en una variedad de contextos (Voogt *et al.*, 2013); en nuestro caso, el aprendizaje de patrones de repetición. Por otro lado, las actividades para desarrollar el pensamiento matemático a partir de robots promueven el pensamiento computacional, de manera que ambos modos de pensamiento se retroalimentan y se enriquecen mutuamente. Esta es una cuestión relevante, puesto que respalda la idea de que la tecnología no solamente es un recurso para la enseñanza de la matemática, sino que contribuye al desarrollo de habilidades asociadas al pensamiento computacional.

En el futuro, pues, será necesario desarrollar nuevos estudios acerca de los vínculos entre el pensamiento matemático infantil y el pensamiento computacional, con el propósito de incentivar el desarrollo de conocimientos matemáticos de manera lúdica, mediante la gestión de la enseñanza basada en habilidades como la resolución de problemas, el razonamiento, la comunicación, las conexiones y la representación (Alsina y Acosta, 2018), a la vez que se van desarrollando también destrezas digitales y del desarrollo del pensamiento lógico y computacional (González-González, 2019), habilidades imprescindibles para la ciudadanía del siglo XXI.

REFERENCIAS

- Acosta, Y., Y Alsina, Á. (2020). Learning patterns at three years old: Contributions of a learning trajectory and teaching itinerary. *Australasian Journal of Early Childhood*, 45(1) 14-29. <https://doi.org/10.1177/1836939119885310>.
- Alsina, Á. (2010). La "pirámide de la educación matemática", una herramienta para ayudar a desarrollar la competencia matemática. *Aula de Innovación Educativa*, 189, 12-16.
- Alsina, Á. (2018). Seis lecciones de educación matemática en tiempos de cambio: itinerarios didácticos para aprender más y mejor. *Padres y Maestros*, 376, 13-20.

- Alsina, Á. (2019). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (6-12 años)*. Editorial Graó.
- Alsina, Á. (2020a). Revisando la educación matemática infantil: una contribución al Libro Blanco de las Matemáticas. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 9(2), 1-20.
- Alsina, Á. (2020b). El Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas: ¿por qué?, ¿para qué? y ¿cómo aplicarlo en el aula? *TANGRAM – Revista de Educação Matemática*, 3(2), 127-159. <https://doi.org/10.30612/tangram.v3i2.12018>.
- Alsina, Á. (2022). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (3-6 años)*. Barcelona: Editorial Graó.
- 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*, 52, 218-235.
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315398945>
- Caguana, L. G., Alves, M. I., y Solís, M. C. (2017). Cubetto para pre-escolares: programación informática código a código. CIED - Centro Interdisciplinar de Estudos Educacionais (Ed.), *Atas do XIX Simposio Internacional de Informática Educativa e VIII Encontro do CIED* (pp. 114-118). Lisboa.
- Clements, H.D., y Sarama J. (2015). *El aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. El enfoque de las Trayectorias de Aprendizaje*. Learning Tools LLC.
- Computer Science Teachers Association y International Society for Technology in Education [CSTA y ISTE] (2011). *Computational Thinking in K-12 Education: leadership toolkit*. Recuperado de https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Leadership_Toolkit_booklet.pdf
- Da Silva, M.G., y González-González, C. S. (2017). PequeBot: Propuesta de un Sistema Ludificado de Robótica Educativa para la Educación Infantil. En Actas del V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE'17).
- Estebanell, M., López, V., Peracaula, M., Simarro, C., Cornellà, P., Couso, D., González, J., Alsina, Á., Badillo, E., y Heras, R. (2018). *Pensamiento Computacional en la formación de maestros. Guía didáctica*. Servei de Publicacions UdG.
- González-González, C. S. (2019). Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil. *Education in the Knowledge Society*, 20, 17. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17.
- Lüken M.M. (2020). Patterning as a Mathematical Activity: An Analysis of Young Children's Strategies When Working with Repeating Patterns. En M., Carlsen, I., Erfjord, y P., Hundeland (Eds.) *Mathematics Education in the Early Years* (pp. 79-92). Springer.
- Mc-Garvey, L. M. (2012). What is a pattern? Criteria used by teachers and young children. *Mathematical Thinking and Learning*, 14(4), 310-337.
- Mc-Millan, J. H. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa 5ª edición*. Pearson Educación, S.A.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2003). *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. National Council of Teachers of Mathematics (traducción de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática THALES).
- Rico, L. (2009). Sobre las nociones de representación y comprensión en la investigación en educación matemática, *PNA, Revista de Investigación en Educación Matemática*, 4(1), 1-14.
- Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., Loehr, A. M., y 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>

- Rittle-Johnson, B., Fyfe, B. R., Mc-Lean, L. E., y Mc-Eldoon, K. L. (2013). Emerging understanding of patterning in 4-year-olds. *Journal of Cognition and Development, 14*, 376-396. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.689897>
- Rycroft-Smith, L., y Connolly, C. (2019). Comparing conceptions of mathematical and computational thinking cycles. *Cambridge Mathematics, 29*, 1-2.
- Sáez, C., Viera, G., y Pérez, D. (2018). Propuesta metodológica de la enseñanza de la programación en Educación Infantil con Cubetto. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa, 28*, 1-8.
- Sullivan, A., y Bers, M. U. (2017). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education, 28*(2), 325-346. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>
- Valverde-Berrocoso, J., Fernández-Sánchez, M.R., y Garrido-Arroyo, M.C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED, Revista de Educación a Distancia, 46*(3), 1-18.
- Voogt, J., Erstad, E., Dede, C., y Mishra, P. (2013). Challenges to Learning and Schooling in the Digital Networked World of the 21st Century. *Journal of Computer Assisted Learning, 29*(5), 403-413.
- Wijns, N., Torbeyns, J., Bakker, M., De Smedt B., y Verschaffel, L. (2019). Four-year olds' understanding of repeating and growing patterns and its association with early numerical ability. *Early Childhood Research Quarterly, 49*, 152-163. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2019.06.004>
- Wing, J. (2006). Computational Thinking: It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35.
- Zapata-Ros, M. (2018). Pensamiento computacional. Una tercera competencia clave. En M. Zapata-Ros y P. Pérez-Paredes (Eds.), *El pensamiento computacional, análisis de una competencia clave* (pp. 1-68). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/322300201_Pensamiento_computacional_Una_tercera_competencia_clave.