NÚMEROS
Revista de Didáctica de las Matemáticas
http://www.sinewton.org/numeros
ISSN: 1887-1984
Volumen 117, julio de 2024, páginas 83-95

Modificaciones a una tarea de pensamiento computacional desenchufado generadas por alumnado con talento matemático

Juan Miguel Ribera Puchades
Lucía Rotger García
(Universitat de les Illes Balears)

Fecha de recepción: 07 de mayo de 2024
Fecha de aceptación: 25 de junio de 2024

Resumen

Este estudio presenta una experiencia en la que se pretendió integrar el pensamiento computacional en el enriquecimiento curricular de matemáticas para estudiantes que presentan talento matemático en el programa Estalmat Islas Baleares. Se enfocó en alumnos de 13-14 años, explorando su creatividad en la modificación de puzles cuya resolución y creación incorporan habilidades de pensamiento computacional. Los resultados revelan que los estudiantes no solo desarrollaron creatividad en la modificación de los puzles, sino que también descompusieron problemas o generaron abstracciones mediante el reconocimiento de patrones. La implementación de esta experiencia ha proporcionado una propuesta educativa inclusiva que promueve tanto las habilidades propias del pensamiento computacional como la de resolución de problemas.

Palabras clave

Talento Matemático, Pensamiento Computacional, Creatividad, Pensamiento Computacional Desenchufado, Puzles, Suelo bajo y techo alto

Abstract

This study presents an experience aimed at integrating computational thinking into the mathematics curriculum enrichment for students with mathematical talent within the Estalmat Islas Baleares program. It focused on students aged 13-14, exploring their creativity in modifying puzzles whose resolution and creation incorporate computational thinking skills. The findings reveal that the students not only developed creativity in modifying the puzzles but also decomposed problems and generated abstractions through pattern recognition. The implementation of this experience has provided an inclusive educational proposal that promotes both computational thinking and problem-solving skills.

Keywords

Mathematical Talent, Computational Thinking, Creativity, Unplugged Computational Thinking, Puzzles, Low Floor and High Ceiling

1. Introducción

La atención educativa al alumnado que presenta talento matemático constituye un desafío para el profesorado y una oportunidad para la inclusión del alumnado que presenta estas habilidades. El talento matemático se caracteriza no solo por una habilidad excepcional para entender y manipular números, sino también por la capacidad de pensar abstractamente, reconocer patrones complejos, y aplicar el razonamiento lógico de formas innovadoras (Ramírez-Uclés, 2012). Este alumnado no solo suele sobresalir en sus clases de matemáticas, sino que también suele mostrar una profunda curiosidad y un potencial para realizar conexiones que otros pueden no ver fácilmente.

La incorporación del pensamiento computacional (PC) dentro de la enseñanza matemática a través del Real Decreto 217/2022, evidencia la necesidad de realizar propuestas formativas que permitan maximizar el desarrollo intelectual y creativo de los estudiantes con talento matemático a través de problemas en los que intervengan habilidades propias del PC. El pensamiento computacional, que incluye competencias fundamentales para el siglo XXI como la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones y la abstracción (Wing, 2006), ofrece una nueva perspectiva en la forma en que el alumnado aborda los problemas de matemáticas. Esta habilidad no solo prepara al alumnado para futuros estudios en campos relacionados con ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), sino que también potencia su habilidad para innovar y aplicar soluciones creativas a problemas complejos.

Este estudio se centra en una experiencia piloto realizada en el marco del programa Estalmat Islas Baleares, dirigido a alumnado que presenta talento matemático de trece a catorce años, con el objetivo de explorar la creatividad desarrollada por este alumnado en la modificación de puzles de diferentes niveles en los que intervienen habilidades propias del pensamiento computacional.

2. Marco teórico

Por un lado, se describen las características que presenta el alumnado con talento matemático junto con recomendaciones para el diseño de intervenciones educativas adecuadas a sus necesidades específicas; por otro, se detallan las características propias de los problemas que requieren habilidades de pensamiento computacional.

2.1. Talento matemático y puzles.

Se define el talento matemático como una combinación de habilidad matemática excepcional y creatividad matemática (Pitta-Pantazi et al., 2011). El alumnado con talento matemático se destaca por una serie de habilidades particulares que incluyen la formulación espontánea de problemas, la flexibilidad en la manipulación y organización de datos, y una notable agilidad mental que facilita el flujo de ideas y la originalidad en la interpretación (Greenes, 1981; Jaime y Gutiérrez, 2017). En concreto, este alumnado exhibe una habilidad excepcional para identificar patrones, construir estructuras matemáticas complejas y aplicar un pensamiento crítico y persistente (Ramírez-Uclés, 2012). Además, destacan por su rapidez de aprendizaje, la habilidad para generalizar conceptos y simplificar procesos racionales, utilizando eficazmente el pensamiento lógico y la memoria matemática significativa.

Para atender adecuadamente a estos estudiantes habitualmente se usan adaptaciones educativas específicas que incluyen la ampliación de contenidos y el aumento en la complejidad de las actividades propuestas. En complemento a estas estrategias, Johnson (2000) sugiere la incorporación de una gran variedad de textos y la extensión de actividades de enriquecimiento más allá del currículum estándar. Recomienda emplear puzles, tareas de matemáticas recreativas, juegos de estrategia y lógica, y problemas abiertos con múltiples soluciones. Estas actividades también permiten a los estudiantes explorar las matemáticas en contextos que favorecen la creatividad y el análisis profundo (Acosta y Alsina, 2017). Como menciona Miguel de Guzmán (2004, p. 14), los puzles no solo son divertidos y desafiantes, sino que también ayudan a desarrollar habilidades de pensamiento lógico y estratégico. Además, permiten a los estudiantes enfrentarse a problemas que deben descomponer y resolver de manera creativa, ofreciendo así una plataforma excelente para aplicar y expandir sus capacidades matemáticas en un entorno atractivo y motivador.

2.2. Pensamiento computacional y puzles

El pensamiento computacional (PC) ha ganado relevancia en la educación, particularmente en la enseñanza de matemáticas, siguiendo los principios establecidos por Papert en 1980. Aho (2012) describe el PC como un proceso mental enfocado en estructurar problemas de tal manera que sus soluciones puedan ser desglosadas en pasos y algoritmos computacionales. Mientras que la definición anterior se centra en la importancia de la descomposición de problemas, Wing (2017) amplía esta idea al considerar el PC como un proceso mental que involucra tanto el planteamiento del problema como la formulación de soluciones que pueden ser implementadas de forma que un humano o máquina los pueda realizar. Esta visión resalta la importancia de comprender y definir problemas, proceso clave en la resolución de problemas de matemáticas. De forma similar, Waterman et al. (2020) ven el PC como una técnica de pensamiento que abarca la formulación, descomposición y organización de problemas y sus soluciones de manera que sean comprensibles para personas y ejecutables por ordenadores. Así, el PC se considera como un conjunto integrado de habilidades y procesos usados para resolver problemas, diseñar sistemas y entender el comportamiento humano (Wing, 2006), aprovechando las capacidades del pensamiento algorítmico, el reconocimiento de patrones, la abstracción y la descomposición.

La International Society for Technology in Education y la Computer Science Teachers Association (ISTE y CSTA, 2011) desarrollaron conjuntamente una definición operativa del PC como un proceso orientado a la resolución de problemas que abarca:

- la formulación de problemas de manera que se puedan emplear ordenadores y otras herramientas tecnológicas para su resolución
- la organización y análisis lógico de datos
- la representación de datos mediante abstracciones tales como modelos y simulaciones
- la automatización de soluciones utilizando el pensamiento algorítmico
- la identificación, análisis e implementación de soluciones potenciales para optimizar la eficiencia y efectividad de los recursos y pasos utilizados
- la generalización y aplicación del proceso de resolución de problemas a diversos tipos de problemas.

Estos componentes del PC se conectan en la manera en que se aborda la resolución de problemas en el campo de las matemáticas. Al igual que en el pensamiento computacional, en las matemáticas se enfatiza la identificación y definición clara de los problemas, el uso de variables para simplificar y estructurar el problema, y la descomposición del mismo en partes manejables. Este paralelismo subraya cómo el PC no solo complementa, sino que también amplía las metodologías tradicionales de resolución de problemas en matemáticas, proporcionando un marco estructurado y tecnológicamente habilitado para abordar problemas complejos de manera eficaz y eficiente.

Dentro de este marco, la introducción de problemas de pensamiento computacional desenchufado proporciona una oportunidad para ampliar aún más la comprensión y aplicación del PC sin la necesidad de herramientas digitales. Estas actividades, que incluyen el uso de tarjetas o puzles para enseñar conceptos como bucles, secuencias y algoritmos, se pueden realizar en cualquier entorno, lo que las hace especialmente valiosas en escuelas con desventajas tecnológicas (Sigayret et al., 2022). Investigaciones realizadas en los últimos cursos de Educación Primaria muestran que las actividades de programación desenchufada no solo son factibles, sino que tienen un impacto positivo en el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional entre los estudiantes (Brackmann et al., 2017).

Así, los puzles, juegos de estrategia, y problemas abiertos fomentan no solo habilidades matemáticas, sino también componentes esenciales del pensamiento computacional como la descomposición, la abstracción y el reconocimiento de patrones. Estos ejercicios promueven la capacidad de los estudiantes para desglosar problemas complejos en partes más manejables, visualizar diversas soluciones posibles y aplicar enfoques lógicos y secuenciales en la resolución de problemas.

2. Metodología

Para abordar los objetivos de esta propuesta, se implementó una metodología cualitativa que buscó profundizar en la comprensión de cómo el alumnado con talento matemático desarrolla creatividad al modificar secuencias de puzles de nivel de dificultad creciente que involucran habilidades del pensamiento computacional. Para evaluar la creatividad y viabilidad de las modificaciones propuestas por los estudiantes, se emplearon métodos de evaluación cualitativos centrados en la originalidad de las modificaciones, la eficacia de los diseños propuestos, y la capacidad de los estudiantes para abstraer y generalizar los principios matemáticos y computacionales subyacentes a sus creaciones. La evaluación se llevó a cabo mediante la observación directa y también se recopilaron las creaciones de los grupos para un análisis detallado posterior, basado en los criterios establecidos.

La experiencia se llevó a cabo durante una sesión única de hora y media del programa Estalmat Islas Baleares en el mes de marzo de 2024. En el estudio participó un grupo de quince estudiantes de entre trece y catorce años, seleccionados por su talento matemático para participar en el programa de enriquecimiento curricular. Los participantes fueron elegidos en el programa en base a su desempeño en una prueba matemática diseñada para identificar altas capacidades matemáticas (Díaz et al., 2008).

2.1. Diseño de la sesión

Para profundizar en el diseño de la sesión se estructuró una experiencia dirigida a fomentar habilidades de pensamiento computacional mediante la resolución de retos de PC desenchufados. Esta sesión de hora y media se diseñó para maximizar la participación y el aprendizaje activo de los estudiantes siguiendo la estructura:

- Resolución de puzles iniciales.
- Aumento de dificultad de los puzles.
- Modificación de los puzles mediante un trabajo cooperativo.
- Presentación y discusión grupal de las modificaciones de los puzles.

Con el objetivo de diseñar una sesión con una perspectiva inclusiva, se propone realizar una secuencia de retos de "suelo bajo, techo alto", una estrategia diseñada para involucrar a todos los estudiantes en actividades matemáticas, independientemente de su nivel de habilidad (Faragher et al., 2016). Esta estrategia trata de fomentar la inclusión, la creatividad y la participación en el aula, al ofrecer múltiples puntos de entrada, fomentar la exploración y las posibilidades de extensión.

El puzle seleccionado para este estudio se basa en un interesante laberinto originado por Sam Loyd, uno de los más grandes diseñadores de puzles de Estados Unidos. Se trata de su puzle "Back from the Klondike", que fue publicado por primera vez en la columna del periódico *New York Journal and Advertiser* el 24 de abril de 1898. Este puzle es notable por introducir un conjunto de reglas que, según se cree, fueron inventadas por Loyd:

> Empiece desde el corazón en el centro. Da tres pasos en línea recta en cualquiera de las ocho direcciones: norte, sur, este, oeste, noreste, noroeste, sureste o suroeste. Cuando hayas dado tres pasos en línea recta llegarás a un cuadrado con un número, que indica el viaje del segundo día, tantos pasos como indique, en línea recta en cualquiera de las ocho direcciones. Desde este nuevo punto, avanza nuevamente según el número indicado, y continúa de esta manera hasta encontrar un cuadrado con un número que te llevará solo un paso más allá del borde, resolviendo así el rompecabezas.

La complejidad de "Back from the Klondike" reside en su uso de una extensa cuadrícula compuesta por 325 números, diseñada específicamente para un concurso del periódico. Loyd complicó intencionalmente el puzle para limitar el número de respuestas correctas y gestionar la cantidad de premios a otorgar.

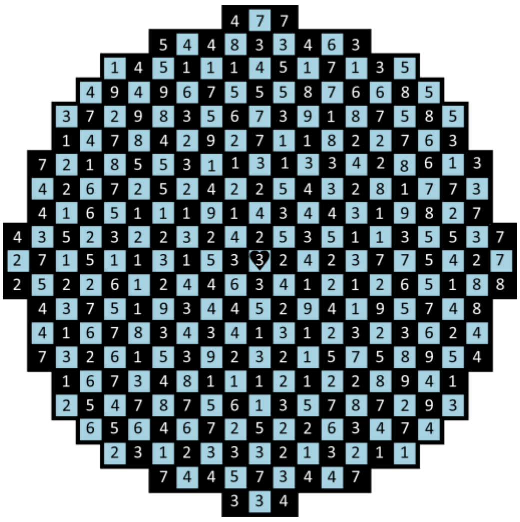

Figura 1. Puzle "Back from the Klondike" de Sam Loyd. Creada por William Avery, 2007, obtenida de Wikipedia. Disponible en: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Back_from_the_klondike.svg

Para este estudio, se utiliza una adaptación de este puzle propuesta por Ribera (2021) a un formato más accesible ya que el puzle original es considerado excesivamente complejo para ser recomendado. Este puzle y su historia son explorados detalladamente en el libro "Mathematical Puzzles of Sam Loyd", editado por Martin Gardner (1959), un recurso recomendado para profundizar en la historia y complejidad de los puzles matemáticos clásicos.

Resolución de puzles iniciales

La primera actividad, diseñada bajo el principio de "suelo bajo", sirve como puerta de entrada a un laberinto en el que desarrollar el análisis crítico y estratégico desde una perspectiva matemática. Para ello, es necesario seguir las siguientes instrucciones:

1. *Inicia desde la casilla marcada con un 1 y sombreada.*
2. *Realiza un primer salto de una baldosa en cualquier dirección no diagonal; es decir, hacia arriba, abajo (aunque en este caso no se puede), derecha o izquierda.*
3. *Selecciona una dirección no diagonal y muévete, sólo en esa dirección, tantas baldosas como indique el número de la casilla actual.*
4. *El objetivo es llegar al centro del laberinto marcado con un "FI".*

Siguiendo las instrucciones anteriores, se pueden proponer retos de diferente tipo dependiendo del tablero seleccionado. El tablero de la Figura 2 puede ser un buen punto de partida debido a sus dimensiones reducidas (5x5) y la disposición de diferentes caminos para su solución.

Figura 2. Tablero inicial de la experiencia.

No hay una única ruta para alcanzar el final del laberinto propuesto, como se muestra en la Figura 3. Al examinar detenidamente, se puede observar que las dos primeras soluciones comparten la misma vía de acceso hacia el final del laberinto, aunque la segunda solución requiere dos pasos menos. Adicionalmente, se identifica una tercera ruta que difiere en cuanto al acceso al centro del laberinto en comparación con las anteriores.

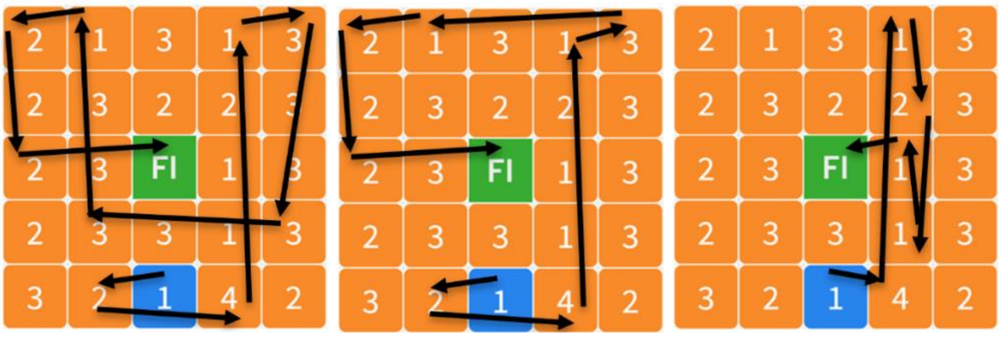

Figura 3. Tablero inicial de la experiencia.

Esta tarea inicial no solo está concebida para ser accesible a todos, garantizando una experiencia de aprendizaje inclusiva, sino que también establece las bases para la resolución de puzles más complejos.

Aumento de dificultad de los puzles

Tras haber establecido una base de las instrucciones de la tarea con la actividad inicial de "suelo bajo", la propuesta se amplía para incluir múltiples variaciones del laberinto de forma secuenciada, con diferentes complejidades, aunque se mantiene una dificultad accesible. En esta fase, el alumnado se enfrenta a laberintos que, aunque comparten las instrucciones básicas del desafío inicial, se encuentran menos caminos viables o introducen nuevos tamaños de tablero.

Figura 4. Diferentes niveles del laberinto.

De esta forma, el alumnado experimenta con diferentes niveles de dificultad creciente: comenzando con un laberinto que presenta más de una ruta posible (Figura 3), a otro que presenta una única solución (Figura 4 izq.) y, posteriormente, con un laberinto en el que no existe ningún camino hacia la solución (Figura 4 central). Así mismo, el alumnado también experimenta con laberintos de diferentes tamaños, como los de 5x5 o 7x7 casillas. A medida que el tamaño aumenta, también lo hace la cantidad de posibles trayectorias y la complejidad del desafío.

Modificación de los puzles mediante un trabajo cooperativo

Esta etapa se centra en el trabajo cooperativo, donde el alumnado es incentivado a trabajar conjuntamente para modificar o bien las reglas o bien los elementos de laberintos existentes. Esta dinámica de grupo fomenta la creatividad matemática y el pensamiento crítico, especialmente, al compartir las nuevas propuestas y evaluarlas conjuntamente. En concreto, se les motiva a jugar con las variables de los laberintos, como sus dimensiones, el número de caminos posibles, las reglas de movimiento y las condiciones necesarias para alcanzar la victoria, con el fin de elevar la complejidad de los puzles.

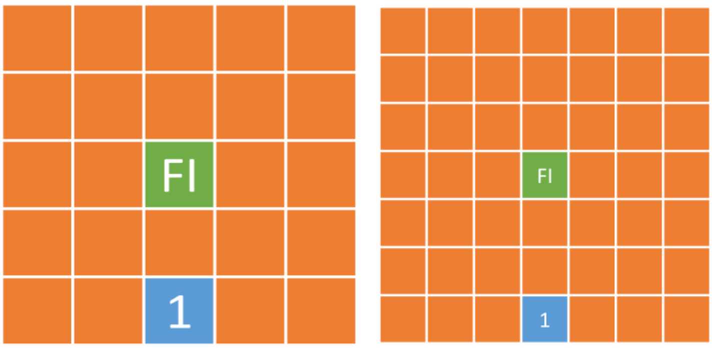

Figura 5. Tableros vacíos para el diseño conjunto.

A medida que los grupos van presentando sus laberintos modificados, tanto los compañeros como los docentes tienen la oportunidad de probarlos, ofrecer sugerencias y discutir las soluciones, creando un ciclo interactivo de ensayo y error, propio de la resolución de problemas. Esta dinámica también promueve el desarrollo de habilidades fundamentales del pensamiento computacional, como la abstracción y la descomposición de problemas, aplicadas en un contexto lúdico.

Presentación y discusión grupal de las modificaciones

En la última etapa, el alumnado tiene la oportunidad de exponer ante sus compañeros y docentes las modificaciones y creaciones originales de laberintos que han desarrollado. Esta presentación no es solo un ejercicio de comunicación, sino también una invitación al grupo-clase para cuestionar y reflexionar sobre las soluciones propuestas.

Durante las presentaciones, cada grupo explica el razonamiento detrás de sus decisiones de diseño, las estrategias matemáticas empleadas y el aumento o disminución de dificultad que busca introducir a través de sus modificaciones. Para ello, el alumnado intenta superar los laberintos modificados por sus compañeros, enfrentándose a los desafíos propuestos y añadiendo así un elemento de emoción y juego. La discusión grupal que sigue a las presentaciones se convierte en un espacio dinámico de intercambio de ideas, donde se fomenta el debate sobre las diferentes estrategias de resolución de problemas, la viabilidad de las soluciones propuestas y las posibles mejoras o alternativas. Esta discusión no solo profundiza la comprensión matemática, sino que también promueve habilidades críticas de pensamiento, argumentación y la capacidad de evaluar críticamente el trabajo propio y ajeno.

3. Resultados y discusión

La implementación de la metodología cualitativa en esta experiencia educativa con estudiantes de talento matemático reveló resultados en términos del desarrollo de la creatividad y de aplicación de habilidades del pensamiento computacional.

3.1. Desarrollo de la creatividad

El alumnado mostró originalidad en sus modificaciones de los laberintos, introduciendo variaciones que no solo incrementaban la dificultad de los puzles, sino que también incorporaban elementos novedosos. Las creaciones reflejaron una diversidad de enfoques, desde la implementación de reglas de movimiento más complejas, hasta la inclusión de nuevos elementos en los laberintos.

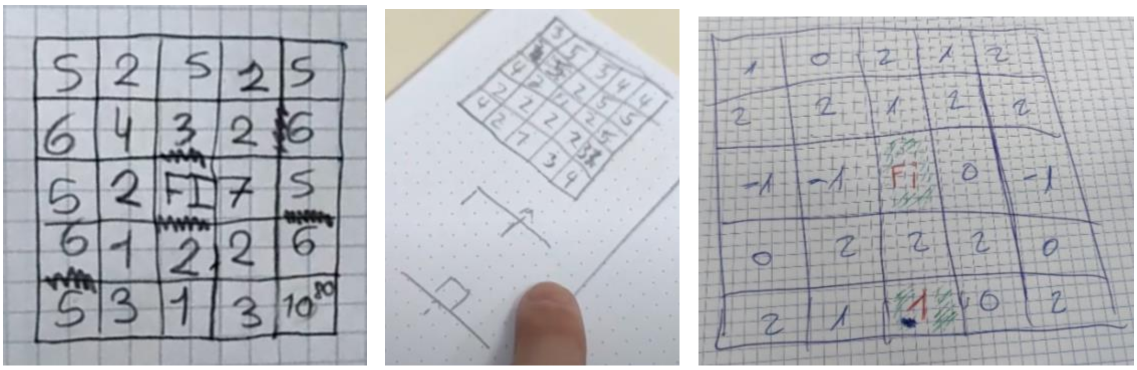

Figura 6. Ejemplos de laberintos originales diseñados.

Algunas de las modificaciones creativas más elementales añadieron elementos como la disposición de barreras, que bloquearan la opción de movimiento en alguna de las posibles direcciones del laberinto, o de valores numéricos novedosos como el 0 o el 6, que generaran un punto de no retorno. Otras propuestas incluyeron efectos originales, como el de rebote, que permitía volver en el sentido opuesto a la dirección seleccionada o el de conexión entre las partes superior e inferior (izquierda y derecha, respectivamente) del tablero. Aunque el interés del alumnado en la mayoría de las modificaciones era el de aumentar la dificultad, algunas propuestas generaban laberintos más sencillos, como la regla que permitía modificar la dirección en un mismo desplazamiento. En general, aparecieron otras propuestas de modificación como casillas que alteraran la dirección del movimiento, incrementaran o disminuyeran el número de pasos permitidos, o impusieran restricciones específicas sobre las direcciones posibles de las rutas.

La propuesta viable que presentaba una mayor originalidad (ver el tablero de la derecha de la Figura 6) se observó con el grupo que diseñó un tablero de las mismas extensiones que modificó la regla de desplazamiento del juego. En concreto, las dos estudiantes diseñaron un tablero en el que el número de pasos del movimiento sería igual a la suma de la casilla que se encontraba y la ocupada inmediatamente antes. A su creación la denominaron “Fibolaberinto” en relación con la sucesión de Fibonacci que les generó la idea de modificar las reglas de la forma mencionada. Esto aumentaba enormemente la dificultad del laberinto, obligando a trazar estrategias diferentes a las usadas a lo largo de la sesión ya que, por ejemplo, no se podía resolver el laberinto a partir de la resolución hacia atrás. Además, los números negativos que se incluían en el tablero podían generar nuevos bloqueos, como la imposibilidad de movimiento si la suma entre la casilla anterior y la seleccionada era un número menor que 1.

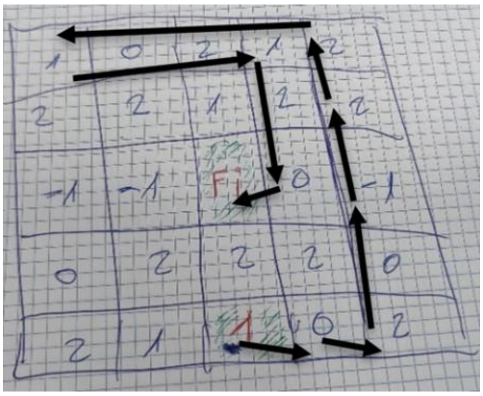

Figura 7. Solución al laberinto denominado “Fibolaberinto”.

Las propuestas generadas y, en especial la última, son una muestra de originalidad desde diferentes perspectivas, en línea con la capacidad que presenta el alumnado con talento de formular preguntas innovadoras y producir soluciones originales (Jaime y Gutiérrez, 2017).

3.2. Viabilidad de las modificaciones

La mayoría de las modificaciones propuestas por los estudiantes resultaron ser viables y efectivas al ser puestas a prueba. Sin embargo, algunas propuestas resultaron ser inviables, especialmente aquellas que intentaban aumentar significativamente la dificultad de los laberintos. Se notó que ciertos prototipos presentaban áreas de mejora debido a diversos factores: desde la complejidad excesiva de las reglas establecidas y las instrucciones ambiguas que resultaban en laberintos irresolubles, hasta errores de diseño que impedían alcanzar la meta.

Un caso destacado de propuesta inviable, ilustrado en la Figura 8, muestra un laberinto donde se sugería que, al pisar una casilla, esta y las adyacentes (arriba, abajo, izquierda y derecha) se "destruirían".

Este enfoque planteó la problemática de diseñar un trayecto que no resultara demasiado simple, pero que aún fuera factible bajo la regla modificada.

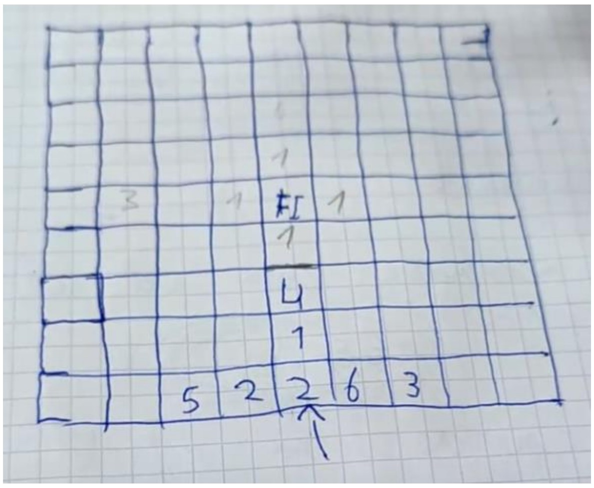

Figura 8. Prototipo de laberinto.

La discusión dentro del grupo y con el profesorado se consideró una herramienta valiosa, proporcionando un espacio para la reflexión y la mejora colectiva de las modificaciones. Especialmente relevante fue este proceso de evaluación en la revisión del número de caminos posibles hacia la meta del laberinto, que frecuentemente resultaba ser mayor al inicialmente propuesto por los estudiantes. Igualmente, este proceso resultó útil para identificar el camino óptimo, que a menudo era más corto de lo anticipado por los alumnos. La observación mostró como el alumnado que presenta talento matemático se mostró persistente en la búsqueda de una modificación desafiante y, a la vez, realizable.

3.3. Aplicación del Pensamiento Computacional

Los estudiantes aplicaron las técnicas de reconocimiento de patrones, descomposición y abstracción propias del PC (Wing, 2006) para abordar los laberintos de distinta complejidad identificando rápidamente sus componentes para facilitar su solución y modificación, como indica Ramírez-Uclés (2012). De este modo, el alumnado logró percibir en los niveles iniciales la estrategia de comenzar el laberinto por el final, con el objetivo de determinar cuáles eran las casillas que les permitiera saltar al final del laberinto y, así, resolver el laberinto siguiendo el método de resolución hacia atrás. Esta abstracción del reto permitió reducir la complejidad de los puzles a los que se enfrentaban enfocándose en los valores numéricos esenciales para el trazado de la ruta. Fue particularmente notable en el caso del primer laberinto, que carecía de un camino hacia la casilla final (Figura 4, imagen central). Algunos estudiantes identificaron hábilmente la imposibilidad de alcanzar la meta, dado que no había ningún valor numérico a distancia uno (o dos) que tuviera el valor uno (o dos), respectivamente. En consecuencia, el alumnado y el profesorado consensuaron que para que exista un camino solución viable, debe haber al menos una casilla que permita un acceso directo al final; además, debe existir otra casilla que permita alcanzar esta casilla directamente y, de este modo, sucesivamente de manera recursiva.

El proceso de descomposición se manifestó especialmente en el diseño de los nuevos niveles, donde la tarea se simplificó inicialmente al diseñar los caminos que constituirían la solución, siguiendo el patrón seguido en la primera parte de la sesión para resolver los puzles. Posteriormente, se agregaron los valores numéricos en las casillas restantes, como se ilustra en el prototipo de la Figura 8.

La algoritmia fue una herramienta esencial para la comunicación de las soluciones entre el alumnado, facilitando la creación de distintos métodos para secuenciar instrucciones que guiaban el desplazamiento a través del laberinto. Estos métodos se encuentran ejemplificados en la Tabla 1, presentados en orden de uso.

Instrucciones para dar respuesta al laberinto de la Figura 2	
Instrucción 1	1 derecha, 4 arriba, 1 abajo, 2 abajo, 1 arriba, 1 izquierda
Instrucción 2	1,4,1,2,1,1
Instrucción 3	derecha, arriba, abajo, abajo, arriba, izquierda

Tabla 1. Instrucciones usadas en la verbalización de las soluciones

La forma más común de comunicar estas instrucciones fue mediante el formato "(número) y (dirección)", lo cual refleja un pensamiento lógico en la formulación de reglas claras y fácilmente interpretables por el grupo.

Además, se incorporaron términos específicos de la algoritmia, como “bucle infinito”, referido a situaciones del juego donde los participantes quedaban atrapados moviéndose entre dos casillas sin escapatoria; por ejemplo, entre dos casillas con un “3” que están a tres casillas de distancia y sin posibilidad de alcanza otra casilla. Este hecho se puede observar en el tablero de la Figura 2, entre la posición superior a la inicial y la colocada tres baldosas hacia arriba.

Igualmente, conceptos como “recursividad” y “árbol de posibilidades” aparecieron en los diálogos de alumnado y profesorado, vinculando directamente los laberintos con el pensamiento computacional. En general, el alumnado participante en la experiencia trató de encontrar siempre el camino que presentaba un menor número de pasos, buscando el método de resolución más eficiente.

4. Conclusiones

La incorporación de retos de "suelo bajo, techo alto" y actividades de modificación cooperativa en los que interviene el Pensamiento Computacional ha resultado eficaz para estimular y desarrollar el talento matemático de los participantes en el programa Estalmat Islas Baleares. La estrategia implementada no solo ha promovido el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional y la creatividad, sino que también ha fomentado la colaboración, la comunicación efectiva y el pensamiento crítico. La accesibilidad de la actividad, caracterizada por el principio de “suelo bajo”, facilita su implementación en propuestas inclusivas en las etapas finales de Educación Primaria y los inicios de la Educación Secundaria, en línea con las recomendaciones de Acosta y Alsina (2017). Alternativamente, esta propuesta se puede realizar mediante herramientas tecnológicas como Mathigon (https://bit.ly/LaberintoPC) que permite al alumnado trazar los posibles caminos y al profesorado revisar todas las respuestas del alumnado en este entorno virtual de aprendizaje.

Una de las principales limitaciones de este estudio ha sido su alcance, restringido a un grupo específico de estudiantes que presentan talento matemático de una región y rango de edad determinados. Futuros estudios podrían beneficiarse de la incorporación de una muestra más grande y diversa sobre la que analizar más detalladamente la mejora en las habilidades propias del Pensamiento Computacional y las muestras de talento. En conclusión, la experiencia ha proporcionado un punto de acceso inclusivo a los estudiantes, al tiempo que ofrece desafíos complejos que permiten a los alumnos talentosos explorar y ampliar sus habilidades matemáticas a profundidades y complejidades mayores.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto "Aproximación multidimensional a la atención a estudiantes con alta capacidad matemática" (PID2020-117395RB-I00), financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y con la colaboración del programa Estalmat Illes Balears.

Bibliografía

Acosta, Y., y Alsina, Á. (2017). Conocimientos del profesorado sobre las altas capacidades y el talento matemático desde una perspectiva inclusiva. *Números, (94)*, 71-92.

Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., y Barone, D. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education* (WiPSCE '17) (pp. 65–72). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3137065.3137069

De Guzmán, M. (2004). Juegos matemáticos en la enseñanza. *Números*, *59*, pp. 5-38.

Díaz, O., Sánchez, T., Pomar, C. y Fernández, M. (2008). Talentos matemáticos: análisis de una muestra. *FAISCA, Revista de Altas Capacidades, 13* (15), 30-39. http://hdl.handle.net/10347/24120

Faragher, R., Hill, J., y Clarke, B. (2016). Inclusive Practices in Mathematics Education. *Research in Mathematics Education in Australasia 2012-2015*, 119–141. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1419-2_7

Gardner, M. (1959). *Mathematical Puzzles of Sam Loyd*. Dover Publications.

Greenes, C. (1981). Identifying the Gifted Student in Mathematics. *Arithmetic Teacher, 28* (8), 14-17. https://doi.org/10.5951/AT.28.6.0014

ISTE, y CSTA [International Society Technology Education, y Computer Science Teachers Association] (2011). *Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education*. https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf

Jaime, A. y Gutiérrez, A. (2017). Investigación sobre estudiantes con alta capacidad matemática. En J.M. Muñoz-Escolano, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M.L. Callejo y J. Carrillo (eds.), *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 71-89). SEIEM

Johnson, D. T. (2000). *Teaching mathematics to gifted students in a mixed-ability classroom*. Reston, VA: Council for Exceptional Children

Papert, S. A. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.

Pitta-Pantazi, D., Christou, C., Kontoyianni, K., y Kattou, M. (2011). A Model of Mathematical Giftedness: Integrating Natural, Creative, and Mathematical Abilities. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *11*(1), 39–54. https://doi.org/10.1080/14926156.2011.548900

Ramírez-Uclés, R. (2012). *Habilidades de visualización de los alumnos con talento matemático*. Granada: Universidad de Granada, 2013. 410 p. http://hdl.handle.net/10481/23889

Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado, 76*, de 30 de marzo de 2022, 1–198. https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con

Ribera, J. M. (2021). Estrategias para la resolución de problemas de matemáticas a través del pensamiento computacional. En F. Navaridas y E. Raya (eds.) *Formación docente y desarrollo de* *competencias en el profesorado: hacia un modelo para la calidad educativa* (pp. 123-141). ISBN 978-84-9987-212-4.

Sigayret, K., Tricot, A., y Blanc, N. (2022). Unplugged or plugged-in programming learning: A comparative experimental study. *Computers & Education*, *184*, Article 104505. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104505

Waterman, K. P., Goldsmith, L., y Pasquale, M. (2020). Integrating computational thinking into elementary science curriculum: An examination of activities that support students' computational thinking in the service of disciplinary learning. *Journal of Science Education and Technology*, *29*(1), 53-64. https://doi.org/10.1007/s10956-019-09801-y

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. http://dx.doi.org/10.1145/1118178.1118215

Wing, J. M. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, *25*(2), 7-14. https://doi.org/10.17471/2499-4324/922

Juan Miguel Ribera Puchades. Universitat de les Illes Balears. Nacido en Sueca en 1987. Licenciado en Matemáticas por la Universitat de València (2010) y Doctor en Matemáticas por la Universidad Politécnica de Valencia (2015). Profesor del área de Didáctica de las Matemáticas del Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica de la Universitat de les Illes Balears. Sus líneas actuales de investigación se centran en el desarrollo del Pensamiento Computacional en Matemáticas, el desarrollo de la visualización a través del modelado y la impresión 3D, la resolución de problemas matemáticos y la atención al estudiantado con alta capacidad matemática. Email: j.ribera@uib.es.

Lucía Rotger García. Universitat de les Illes Balears. Nacida en Palma de Mallorca en 1987. Licenciada en Matemáticas (2012) y Doctora en Tecnologías de la Información y la Comunicación (2020) por la Universitat de les Illes Balears. Profesora del área de Didáctica de las Matemáticas de la Universidad de La Rioja (2017-2023) y, actualmente, profesora en el Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica de la Universitat de les Illes Balears. Su principal línea de investigación es el uso de los programas de modelado tridimensional y de los materiales impresos en 3D para el desarrollo de la visualización y la atención al estudiantado con alta capacidad matemática. Email: lucia.rotger@uib.es.