

FORMULACIÓN DE PROBLEMAS DE ABSTRACCIÓN EN EL MARCO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Arencibia Cabrera, J.M.¹ (judith.arencibia@ulpgc.es)

Quevedo Gutiérrez, E.¹ (eduardo.quevedo@ulpgc.es)

Perdomo-Díaz, J.² (jperdomd@ull.edu.es)

de-Armas-González, P.² (parmasgo@ull.edu.es)

Lijó Sánchez, R.¹ (ruben.lijos@ulpgc.es)

¹Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

²Universidad de La Laguna

Resumen

El pensamiento computacional ha adquirido una presencia creciente en los currículos de educación no universitaria, lo que subraya la necesidad de integrarlo de manera efectiva en la formación inicial del futuro docente de Educación Primaria. Este estudio se centra en la formulación de problemas matemáticos como estrategia para desarrollar la habilidad de abstracción en la formación docente. Se trata de un estudio exploratorio, de carácter experimental y que sigue una metodología de análisis cualitativo. La intervención se desarrolló con 60 estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, en el contexto de la asignatura Didáctica de la Numeración. A partir de dos ejemplos, se pidió a los participantes formular problemas orientados a dicha habilidad. Se analizó la calidad de las producciones elaboradas por los participantes, según criterios de plausibilidad, razonabilidad, claridad del enunciado y adecuación al objetivo formativo.

Palabras clave: pensamiento computacional, abstracción, formulación de problemas, formación docente, educación primaria.

Abstract

Computational thinking has gained increasing prominence in non-university curricula, underscoring the need to integrate it effectively into the initial training of future primary teachers. This study focuses on mathematical problem-posing as a strategy to foster the ability of abstraction in teacher education. It is an exploratory and experimental study that employs a qualitative analytical approach to analysis. The intervention was carried out with 60 students enrolled in the Primary Education degree at the University of Las Palmas de Gran Canaria, within the framework of the course Didactics of Numeration. Based on two examples, participants were asked to formulate problems designed to develop this skill. The quality of the problems posed by the participants was examined according to the criteria of plausibility, reasonableness, clarity of wording, and alignment with the educational objective.

Keywords: computational thinking, abstraction, problem posing, teacher training, primary education.

Introducción

La abstracción se concibe como el proceso de reducir la complejidad de una situación ignorando detalles irrelevantes para centrarse en los elementos esenciales, lo que permite construir representaciones aplicables a nuevos contextos (Rich et al., 2019). En el ámbito educativo, esta habilidad se manifiesta en procesos como la generalización de patrones, la formulación de relaciones funcionales o la utilización de estructuras simbólicas (Mason, 1989; Sfard, 1991).

Una de las estrategias didácticas que puede favorecer el desarrollo de la habilidad de abstracción es la formulación de problemas matemáticos (*problem posing*), entendida como el proceso mediante el cual una persona crea, adapta o modifica enunciados a partir de una situación dada (Silver, 1994). Esta práctica favorece la creatividad, el razonamiento matemático y el uso flexible del conocimiento. Leavy y Hourigan (2022) destacan que permite visibilizar cómo el alumnado interpreta, modela y comunica estructuras matemáticas, lo que la convierte en una herramienta para trabajar la abstracción en contextos de aula.

Este planteamiento resulta coherente con el actual marco normativo español establecido por la LOMLOE (Gobierno de España, 2020) y concretado, para la etapa de Educación Primaria, en el Real Decreto 157/2022 (Gobierno de España, 2022), que incorpora la formulación de

problemas como parte constituyente de los currículos de matemáticas, en paralelo a las competencias específicas de Pensamiento Computacional (PC). La incorporación del PC en los currículos de educación no universitaria exige una respuesta formativa en la universidad, especialmente en los Grados en Educación Primaria. Es necesario dotar al profesorado en formación de estrategias didácticas que les permitan integrar estas competencias de forma significativa en su futura práctica docente, y que lo hagan desde una mirada crítica y pedagógicamente fundamentada. En este sentido, la abstracción se presenta como un punto de conexión entre la matemática escolar y el pensamiento computacional, al tiempo que constituye un reto formativo de primer orden.

Esta investigación se plantea en el marco de la formación inicial de maestras y maestros de Educación Primaria y estudia cómo el uso de la formulación de problemas puede contribuir al desarrollo de la abstracción, una habilidad clave tanto en la enseñanza de las matemáticas como en la formación en PC (Tran y Nguyen, 2023).

Marco teórico

La noción de PC se construye mediante un conjunto de habilidades que están estrechamente asociadas al pensamiento lógico, la resolución de problemas y la alfabetización digital (ACARA, 2022; LOMLOE, 2020; Selby y Woollard, 2013; Wing, 2006). Según Cuny et al. (2010, como se citó en Wing, 2010), el pensamiento computacional es “el proceso de pensamiento involucrado en la formulación de problemas y sus soluciones, de modo que las soluciones se representen en una forma que pueda ser llevada a cabo eficazmente por un agente de procesamiento de información.” Ese proceso incluye un conjunto de habilidades como la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos (ACARA, 2022; Bell y Lodi, 2019; Selby y Woollard, 2013; Tran y Nguyen, 2023).

La habilidad de abstracción es considerada una de las capacidades cognitivas más relevantes tanto en el pensamiento matemático como en el pensamiento computacional. En este último ámbito, Wing (2010, p. 1) afirma que “el proceso de pensamiento más importante y de alto nivel en el pensamiento computacional es el proceso de abstracción”, el cual permite identificar patrones, generalizar a partir de ejemplos concretos y parametrizar. En el ámbito matemático, la abstracción permite avanzar desde lo específico hacia lo general mediante el reconocimiento

de regularidades y la representación simbólica o funcional de las mismas. En palabras de Mason et al. (2005), abstraer consiste en “ver lo general en lo particular” y establecer conexiones estructurales entre diferentes enunciados o contextos. Se trata, por tanto, de una habilidad compleja, que requiere reorganización cognitiva y se apoya en la experiencia, las representaciones y la conexión entre los distintos sistemas de representación empleados en la actividad matemática.

Como se ha mencionado previamente, la formulación de problemas matemáticos favorece el desarrollo de competencias cognitivas complejas, ya que requiere anticipar soluciones, identificar variables relevantes y expresar relaciones generales (Leavy y Hourigan, 2022). En el contexto de la formación inicial del profesorado, la formulación de problemas permite observar cómo los futuros docentes articulan diferentes contenidos curriculares (Sosa-Martín et al., 2024). Por esta razón, consideramos que la práctica de formular problemas puede favorecer el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional, en particular la abstracción.

Para valorar la calidad didáctica de los problemas formulados el análisis se llevó a cabo en términos de: (i) plausibilidad matemática, entendida como la ausencia de errores conceptuales o inconsistencias en el planteamiento (Grundmeier, 2015); (ii) razonabilidad contextual referida a la coherencia interna entre los datos, el contexto propuesto y la solución esperada (Cankoy, 2014); (iii) claridad del enunciado: uso de un lenguaje preciso y comprensible, sin ambigüedades ni errores gramaticales (Leavy y Hourigan, 2022).

Además, en este estudio se adopta una definición operativa concreta, entendida como el indicador utilizado para identificar tareas de abstracción: *Un problema será considerado de abstracción* cuando explicita suficientes ejemplos que permitan expresar la situación general, y solicite dicha generalización para cualquier cantidad de números. Este indicador propuesto permite delimitar con claridad qué tipo de demanda cognitiva se analiza y facilita la diferenciación entre la abstracción y otras habilidades propias del pensamiento computacional. Cabe señalar que esta propuesta se enmarca en una línea de trabajos previos del equipo de investigación, particularmente en relación con el reconocimiento de patrones en tareas de formulación de problemas matemáticos (Quevedo Gutiérrez et al., 2025).

Objetivos

A partir del marco conceptual expuesto, se establecen los siguientes objetivos específicos para esta investigación:

- 1) Caracterizar los problemas formulados por los futuros docentes de Educación Primaria en función del análisis de la plausibilidad matemática (i), razonabilidad contextual (ii) y claridad del lenguaje (iii).
- 2) Examinar el grado de ajuste de los problemas formulados al indicador propio de la abstracción, entendido como la capacidad de generalizar a partir de ejemplos y representar estructuras generales.
- 3) Caracterizar las diferencias entre los problemas formulados por los futuros docentes de Educación Primaria y los planteados durante la formación recibida, en función del contexto y su estructura matemática.

Metodología

Enfoque y diseño

El presente estudio adopta un enfoque empírico con carácter exploratorio, basado en una metodología cualitativa orientada al análisis del contenido de los problemas formulados por el alumnado.

Participantes y contexto

La intervención se llevó a cabo con 60 estudiantes del primer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, matriculados en la asignatura *Didáctica de la Numeración*. Esta materia, de carácter obligatorio, constituye el primer contacto formal del alumnado con la didáctica de las matemáticas en su formación inicial.

Durante la intervención, los estudiantes recibieron una formación de seis horas en torno a la formulación de problemas matemáticos orientada a desarrollar distintas habilidades del pensamiento computacional: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño e implementación de algoritmos. La formación incluyó ejemplos ilustrativos para cada habilidad, destacando sus características diferenciales tanto en contextos numéricos como en situaciones de la vida cotidiana. Al finalizar, se solicitó a los participantes la formulación de un problema para cada una de las cuatro habilidades consideradas: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño e implementación de algoritmos.

Este estudio se centra exclusivamente en el análisis de los problemas formulados para el desarrollo de la habilidad de abstracción. En la tabla 1 se muestran los ejemplos que se proporcionaron durante la sesión formativa, para ilustrar problemas de abstracción.

Tabla 1. Ejemplos de formulaciones de problemas de abstracción empleados en la intervención.

Ejemplo 1	Ejemplo 2
<p>Sabiendo que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La suma de los 10 primeros números naturales es 5·11 • La suma de los 18 primeros números naturales es 9·19 • La suma de los 24 primeros números naturales es 12·25 <p>Considerando cualquier cantidad de números naturales, comenzando por 1, ¿cómo lo sumarías?</p>	<p>Si a 3 amigos ir al cine nos cuesta 20 € si compramos las entradas por Internet, existiendo un cargo de gestión fijo de 2 € con independencia del número de personas que compren entradas. Plantea una expresión general que calcule el coste de las entradas (y), en función del número de personas (x) y del cargo de gestión fijo (n).</p>

Recogida y análisis de datos

La recogida de datos se realizó a través de un formulario en línea, en el que cada estudiante tenía que formular un problema que permitiera desarrollar la habilidad de abstracción en el contexto de un aula de primaria. A cada formulación se le asignó un código que asocia cada problema con el participante que lo formuló (E1, E2,...).

El proceso de análisis se llevó a cabo de forma secuencial y en coherencia con los objetivos del estudio. Para ello, atendiendo al marco establecido, se definió a priori, un conjunto de dimensiones que dan cuenta de la calidad de los problemas formulados.

En relación con el objetivo 1, se caracterizaron los problemas formulados atendiendo a tres dimensiones: (i) plausibilidad matemática, (ii) razonabilidad contextual y (iii) claridad del lenguaje. La plausibilidad se codificó de manera dicotómica (plausible/no plausible). En el caso de los problemas plausibles, se continuó con la codificación del resto de variables. Los problemas no plausibles, no se siguieron codificando. Para la razonabilidad contextual se consideró si (a) el contexto, los datos y la solución tenían sentido en conjunto, (b) se presentaba un contexto “forzado”, (c) faltaba información para valorar la coherencia (p. ej., unidades de medida) o (d) la solución no tenía sentido en el contexto indicado; estas categorías no fueron excluyentes. En cuanto a la claridad, los enunciados se clasificaron según si (a) se entendían y no presentaban ambigüedades, (b) presentaban alguna ambigüedad con posibles

interpretaciones alternativas o (c) contenían errores gramaticales que dificultaban la comprensión.

En relación con el objetivo 2, se examinó si cada enunciado respondía a las características indicadas en el indicador de abstracción adoptado en el estudio: explicitar suficientes ejemplos que permitan expresar la situación general y solicitar la generalización para cualquier cantidad de números. En el caso de que un problema no se ajustara al indicador de abstracción, se distinguía entre las siguientes opciones: (i) que el problema estuviese orientado a otra habilidad del pensamiento computacional (por ejemplo, el reconocimiento de patrones), (ii) que implicara simultáneamente varias habilidades, (iii) que no promoviera ninguna de las habilidades que hemos considerado asociadas al PC.

Por último, para atender al objetivo 3, se establecieron cuatro categorías generales que hacen referencia a variantes del ejemplo 1 (C11 y C12), variantes del ejemplo 2 (C21 y C22), problemas de sucesiones (C3) y problemas diferentes a los dos ejemplos y que no son de sucesiones (C4). Para las variantes de los ejemplos 1 y 2, se distinguió entre cambios en el contexto (C11 y C21) y cambios en los ejemplos del uso del patrón (C12 y C22). Estas categorías se establecieron a partir de un proceso exhaustivo de comparación.

Cada problema formulado fue analizado de manera independiente por dos investigadores, quienes posteriormente compararon sus codificaciones hasta alcanzar un consenso. Este procedimiento aseguró la consistencia y validez del análisis. Finalmente, se calcularon las frecuencias de cada categoría en las distintas variables con el objetivo de dar respuesta a los objetivos de la investigación.

Resultados

En esta sección se presentan los resultados asociados a cada uno de los tres objetivos del estudio.

Plausibilidad, razonabilidad y claridad de los problemas

Los resultados revelan que 55 de los 60 problemas formulados por el alumnado son plausibles (91,76%), es decir, no presentan errores matemáticos que invaliden el enunciado ni su resolución. En los cinco casos restantes, se identificaron errores que comprometían la validez del problema, ya fuera por confusión en el uso del lenguaje algebraico, incoherencias en las

relaciones planteadas o desajustes entre la consigna y el tipo de tarea que se pretendía generar. Un ejemplo de ello es el problema E58:

“Sabido que:

La suma de los primeros 4 números impares es 2×5

La suma de los primeros 6 números impares es 3×7

La suma de los primeros 8 números impares es 4×9

¿Cuál es la fórmula para calcular la suma de los primeros n números impares?”

Este enunciado no es plausible ya que contiene errores matemáticos en la expresión de la suma de números impares. Por ejemplo, la suma de los primeros cuatro números impares (1, 3, 5 y 7) es 16, lo que no se corresponde con el resultado de la multiplicación 2×5 .

Para cada una de las 55 formulaciones plausibles se analizó la razonabilidad contextual y la claridad del enunciado. En el caso de la razonabilidad, se definieron distintas categorías de clasificación (Tabla 2). Estas categorías no son excluyentes, por lo que un mismo problema pudo haber sido clasificado en más de una.

Tabla 2. Razonabilidad de las formulaciones plausibles desarrolladas por el futuro profesorado (N=55).

Variable	Categoría	N	%
Razonabilidad	El contexto, los datos y la solución tienen sentido en conjunto	49	89,1
	Se presenta un contexto "forzado"	13	23,6
	Falta alguna información para decidir si el contexto, los datos y la solución tienen sentido en conjunto (unidades de medida, ...)	3	5,5
	La solución del problema no tiene sentido en el contexto indicado	6	10,1

A continuación, se incluye la Tabla 3 que muestra, a modo de ejemplificación, algunos de los problemas formulados por el alumnado y su clasificación según el criterio de razonabilidad del enunciado.

En la formulación E2 de la Tabla 3, el contexto es forzado porque plantea una progresión matemática que no refleja una situación realista de producción diaria, donde lo habitual es que existan fluctuaciones debidas a la demanda, la capacidad de producción u otros factores logísticos. Además, tampoco resulta razonable suponer que la producción crezca de forma indefinida, ya que se llegaría a valores poco realistas que no se corresponden con las

limitaciones del contexto real planteado. Este tipo de planteamientos tienden a imponer una estructura algebraica sobre un escenario que no la justifica adecuadamente.

Tabla 3. Ejemplos representativos de problemas clasificados según la razonabilidad del enunciado.

Categoría de clasificación	Enunciado del problema formulado
El contexto, los datos y la solución tienen sentido en conjunto	(E1) Sabemos que, si 2 coches recorren 100 km en 1 hora, recorren juntos un total de 200 km. Si 3 coches recorren 100 km cada uno, recorren 300 km en total. ¿Cómo calcularías la distancia total recorrida por n coches si cada uno recorre 100 km? Plantea una fórmula general para resolver el problema para cualquier número de coches (n).
Se presenta un contexto "forzado"	(E2) En una pastelería, cada día se producen tartas. Los resultados para los primeros días son: Día 1: 3 tartas, Día 2: 6 tartas, Día 3: 9 tartas, Día 4: 12 tartas. ¿Cómo expresarías el número de tartas producidas en cualquier día n de manera general?
Falta alguna información para decidir si el contexto, los datos y la solución tienen sentido en conjunto (unidades de medida, ...)	(E3) Sabiendo que: La suma de los 10 primeros precios de barras de chocolate es $5 \cdot 11$. La suma de los 18 primeros precios de barras de chocolate es $9 \cdot 19$. La suma de los 24 primeros precios de barras de chocolate es $12 \cdot 25$. Considerando cualquier cantidad de barras de chocolate, comenzando por 1, ¿cómo calcularías la suma de los precios de las barras de chocolate?
La solución del problema no tiene sentido en el contexto indicado	(E4) Pablo y sus amigos planean ir a un parque de atracciones. El costo de las entradas es de 30 euros por cada 5 entradas. Además, si compran las entradas por internet, hay un descuento de 15 euros en el precio final, sin importar cuántas personas vayan. Si el número total de amigos que asisten es n , determina una expresión matemática que represente el costo total del grupo y cuánto pagaría cada amigo si lo compran por internet.

Ahora bien, es importante señalar que un mismo problema puede cumplir simultáneamente con que "el contexto, los datos y la solución tienen sentido en conjunto" y que "presenta un contexto forzado". Por ejemplo, la formulación E1 parte de un planteamiento matemáticamente coherente, en el que los datos permiten establecer una expresión general válida (la distancia total recorrida por varios coches). No obstante, también podría argumentarse que el contexto es algo forzado, ya que se asume que todos los vehículos recorren exactamente la misma distancia sin justificación contextual, lo cual simplifica en exceso una situación real. Esto muestra que algunas formulaciones, aunque funcionales desde una perspectiva matemática, presentan supuestos idealizados que restan verosimilitud al contexto. Por tanto, es fundamental explicitar los criterios utilizados al codificar los enunciados, especialmente cuando pueden

situarse en ambas categorías en función de si se prioriza la coherencia interna o el realismo del planteamiento.

En cuanto a la formulación E3, se observa que *falta información para decidir si el contexto, los datos y la solución tienen sentido en conjunto*. El problema sugiere una estructura que podría permitir una generalización, pero la ausencia de unidades de medida, la falta de una explicación clara sobre el significado de las expresiones (como 5×11 o 12×25) y la ambigüedad del término “precio” impiden valorar adecuadamente la razonabilidad del enunciado. En este tipo de casos, el problema no puede ser clasificado con certeza, porque la vaguedad de los datos impide comprobar si hay coherencia interna.

Por último, en la formulación E4, *la solución del problema no tiene sentido en el contexto indicado*, ya que para valores pequeños de n (por ejemplo, una o dos entradas) el descuento aplicado genera un costo total negativo, lo cual implicaría que el parque debería pagar a los clientes. Esto muestra que, aunque la expresión matemática puede construirse correctamente, la interpretación contextual invalida la solución.

Por otro lado, la claridad del enunciado es un aspecto esencial para que un problema matemático pueda ser interpretado y resuelto de manera adecuada. En este estudio, se analizaron los enunciados elaborados por el futuro profesorado según su grado de comprensibilidad, atendiendo a la presencia de ambigüedades, errores lingüísticos o estructuras confusas que pudieran afectar a su interpretación. La Tabla 4 recoge la clasificación de las 55 formulaciones plausibles en función de su claridad. Por otro lado, la Tabla 5 presenta tres ejemplos representativos que ilustran las distintas categorías identificadas.

Tabla 4. Claridad de las formulaciones plausibles desarrolladas por el futuro profesorado (N=55)

Variable	Categoría	N	%
Claridad	Se entiende y no presenta ambigüedades	49	89,1
	Presenta alguna ambigüedad que puede dar lugar a diferentes interpretaciones	6	10,1
	Tiene errores gramaticales que dificultan su comprensión (frases mal construidas, etc.)	3	5,5

Tabla 5. Ejemplos representativos de problemas clasificados según la claridad del enunciado.

Categoría de clasificación	Enunciado del problema formulado
Se entiende y no presenta ambigüedades	(E1) Sabemos que, si 2 coches recorren 100 km en 1 hora, recorren juntos un total de 200 km. Si 3 coches recorren 100 km cada uno, recorren 300 km en total. ¿Cómo calcularías la distancia total recorrida por n coches si cada uno recorre 100 km? Plantea una fórmula general para resolver el problema para cualquier número de coches (n).
Presenta alguna ambigüedad que puede dar lugar a diferentes interpretaciones	(E5) La profesora le dijo a Juan que si le trae las tareas hechas 4 días seguidos le dará 1 chocolatina, si lo trae 8 días le dará 2 chocolatinas. Si los trae 12 días, ¿cuántas chocolatinas le dará la profesora a Juan?
Tiene errores gramaticales que dificultan su comprensión (frases mal construidas, etc.)	(E6) En una tienda de libros online, cada libro cuesta 4 euros, e independientemente de la zona, el coste de envío siempre será de 3 euros. Al comprar un libro nos gastaremos 7 euros, dos libros serán 11 euros. Plantea una expresión general que calcule el coste del libro en “ y ” y número de libros “ x ”.

En el ejemplo E1, el enunciado es claro, directo y adecuado: los datos están bien definidos, el contexto es comprensible y la tarea está correctamente formulada, lo que permite una interpretación inequívoca. En cambio, E5 presenta una ambigüedad importante: no queda claro si la entrega de chocolatinas depende de bloques exactos de cuatro días o si es proporcional a la cantidad total de días acumulados, lo que puede llevar a distintas interpretaciones. Por su parte, E6 contiene errores gramaticales y una frase final mal construida (“el coste del libro en ‘ y ’ y número de libros ‘ x ’”), que impide comprender con claridad qué se está pidiendo.

A priori, el hecho de que un problema presente ambigüedad no necesariamente indica menor calidad, si es que esa ambigüedad responde a un objetivo previsto por el docente. Ahora bien, para que un problema sea útil desde el punto de vista didáctico, no basta con que el contenido sea matemáticamente válido, la formulación además debe ser comprensible.

Ajuste a la habilidad de abstracción

En cuanto al ajuste de las formulaciones plausibles al indicador de abstracción, los resultados muestran que 32 de los 55 problemas plausibles (58,2%) se alinearon con dicho indicador (Tabla 6). De los 23 problemas que no se ajustan al indicador de abstracción (41,8%), casi la tercera parte no corresponde a ninguna habilidad de PC, 9 de ellos se ajustan al indicador para

la habilidad de reconocimiento de patrones y el resto alude a más de una habilidad de PC, es decir, no orienta a la distinción entre las habilidades.

Tabla 6. Ajuste de las formulaciones plausibles al indicador de abstracción (N=55)

Categoría	N	%
Sí	32	58,2
No	23	41,8
No cumple con ningún indicador porque alude a más de una habilidad de pensamiento computacional	7	
No se corresponde con ninguna habilidad de pensamiento computacional	7	
El problema cumple con el indicador de reconocimiento de patrones	9	

A modo de ejemplificación, se presenta uno de los 32 problemas formulados (E7) que cumple con el indicador de abstracción definido en el estudio:

“Un vuelo en clase estándar cuesta 300 euros. Se desea adquirir asientos en clase business, cuyo precio es 20 euros superior por persona. Plantea una expresión general que permita calcular el coste total de los billetes en clase business (b), en función del número de personas (p) y del suplemento aplicado por viajar en business (v).”

Este enunciado plantea una situación contextualizada, con datos suficientes para obtener una expresión general que relacione el coste total de los billetes. Aunque la formulación se ajusta al indicador de abstracción, es importante señalar que, en su interpretación contextual, la variable no puede tomar cualquier valor, sino únicamente aquellos que resulten compatibles con la capacidad del avión, determinada por el número de asientos disponibles, si se asume que los pasajeros corresponden a un mismo vuelo. Esta observación pone de relieve la importancia de articular la generalización matemática con las restricciones propias del contexto.

Dentro del grupo de problemas que no cumplían con el indicador de abstracción (N=23), se identificaron tres causas de error principales:

1. Formulaciones que aludían simultáneamente a más de una habilidad del pensamiento computacional (N=7). En estos casos, los enunciados requerían tanto el reconocimiento de un patrón como su generalización, lo cual introducía un solapamiento entre habilidades, dificultando su categorización clara. Un ejemplo de este tipo es el siguiente (E20):

“En la cafetería de la universidad por el día de San Valentín, venden cajas de chocolates, que siguen un patrón especial:

- Una caja con 1 fila tiene 2 chocolates.
- Una caja con 2 filas tiene 6 chocolates.
- Una caja con 3 filas tiene 12 chocolates.
- Una caja con 4 filas tiene 20 chocolates.

1. ¿Cuántos chocolates tendrá una caja con 5 filas?
2. ¿Cuántos chocolates tendrá una caja con 12 y 14 filas?
3. Encuentra una regla general que te ayude a calcular cuántos chocolates tiene una caja con cualquier cantidad de filas (n)."

Este problema incluye el reconocimiento del patrón, puesto que en los apartados 1 y 2 solicita su uso para otros casos particulares, y la abstracción. Esto hace que el foco del problema no recaiga exclusivamente en la abstracción, sino que quede difuminado entre distintas habilidades.

2. Problemas que se ajustaban al indicador definido para la habilidad de reconocimiento de patrones ($N=9$). Se trataba de enunciados con ejemplos suficientes para identificar un patrón y aplicarlo a nuevos casos, pero sin solicitar una generalización. Por tanto, no cumplían con el indicador de abstracción usado en este estudio. Un ejemplo de esta categoría es el siguiente (E8):

“El profesor de Luis le ha propuesto un reto en clase y le ha mostrado una serie de sumas con resultado aparentemente equivocado, pero que asegura que son correctos: $3 + 4 = 6$; $7 + 8 = 14$; $5 + 9 = 13$; Siguiendo la regla de las sumas anteriores, ¿qué resultado obtendrá Luis si suma $10 + 10$?”

Este tipo de enunciados permiten al alumnado identificar un patrón implícito en los ejemplos proporcionados y aplicarlo a una nueva situación, pero no promueven la formulación de una expresión general, por lo que no alcanzan el nivel de abstracción requerido según los criterios definidos en este estudio.

3. Formulaciones que no se ajustaban a ninguna habilidad del pensamiento computacional ($N=7$). Eran formulaciones poco estructuradas o mecánicas, sin favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas específicas. Un ejemplo ilustrativo es el siguiente (E9):

“En la escuela de Martina, la maestra tenía una caja con figuras geométricas: triángulos, rectángulos y círculos. Un día, los niños llegaron al aula y algunas figuras habían desaparecido. La maestra les dio una pista: había 15 figuras antes de que desaparecieran y ahora solo quedan 9. ¿Cuántas figuras desaparecieron?”

Este enunciado se resuelve mediante una operación aritmética directa, sin requerir un análisis que conduzca a la formulación de expresiones generales. Por tanto, no se considera adecuado para promover la abstracción, tal como ha sido definida en este estudio.

Cambios de los problemas formulados respecto de los ejemplos de la intervención

En los 32 problemas plausibles, que se ajustaban al indicador de abstracción, se identificaron problemas muy similares a los utilizados como ejemplos en la intervención (Tabla 1) y otros con una estructura matemática diferente (Tabla 7).

Tabla 7. Tipo de formulaciones planteadas para el indicador de abstracción(N=32)

	N	%
C11 - Plantea el problema de sumas presentado, cambiando el contexto	1	3,1
C12 - Plantea el problema de sumas presentado, los ejemplos del uso del patrón	1	3,1
C21 - Plantea el problema de proporcionalidad presentado, cambiando el contexto		
C22 - Plantea el problema de proporcionalidad presentado, cambiando los ejemplos del uso del patrón	15	46,9
C3 - Plantea un problema de sucesiones	5	15,6
C4 - Plantea un problema diferente a los dos ejemplos y que no es de sucesiones	10	31,25

La mayoría de las formulaciones (46,9%) correspondieron a variantes del problema de proporcionalidad presentado durante la formación, en el que 15 de los estudiantes cambiaron tanto el contexto como los ejemplos del uso del patrón (categorías C21 y C22). Este tipo de reformulación muestra una comprensión operativa de la abstracción, al mantener la estructura matemática general, pero situarla en escenarios diferentes. Un ejemplo de este caso sería el ejemplo del *vuelo* (E7) presentado en la sección anterior.

Ese enunciado conserva el modelo proporcional trabajado en la formación, pero lo traslada a un nuevo contexto. A través de ejemplos concretos, se induce al alumnado a construir una expresión general, cumpliendo con los criterios definidos para identificar la habilidad de abstracción.

En menor medida, se identificaron formulaciones basadas en sucesiones numéricas (15,6%), donde se solicitaba al lector inducir una regla general a partir de varios casos particulares (C3).

Un ejemplo de este tipo de problemas es el siguiente (E14):

“Sabendo que:

La suma de los 3 primeros números impares es $1 + 3 + 5 = 9$

La suma de los 6 primeros números impares es $1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 = 36$

La suma de los 9 primeros números impares es $1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 + 13 + 15 + 17 = 81$

Si te piden sumar cualquier cantidad de números impares consecutivos, ¿cómo lo harías? Encuentra una regla general.”

Por otro lado, un 31,25% de los problemas correspondieron a propuestas completamente diferentes a los ejemplos trabajados en la intervención, y que no se basaban en sucesiones (C4). Estas formulaciones se destacaron por su originalidad y por presentar una estructura matemática clara, adecuada al desarrollo de la habilidad de abstracción, evidenciando un dominio suficiente para transferir lo aprendido a nuevos contextos con precisión conceptual y coherencia didáctica. Un ejemplo de este tipo es el problema formulado por E44:

“En un edificio con 3 viviendas hay 7 puertas y en otro edificio con 5 viviendas hay 11 puertas. Además, por cada balcón que haya en el edificio, hay que sumar 2 puertas.

Plantea una expresión general que calcule el número de puertas (x), en función del número de viviendas (n) y de balcones (y).”

Tanto el problema E14 como el E44 se ajustan al indicador de abstracción por el hecho de solicitar una expresión general. En caso de que solicitaran una respuesta a un caso concreto, se ajustaría al indicador de reconocimiento de patrones.

Discusión final y conclusiones

Este estudio ofrece evidencias empíricas sobre cómo el futuro profesorado de Educación Primaria formula problemas matemáticos orientados al desarrollo de la habilidad de abstracción, considerada como uno de los procesos de pensamiento más complejos dentro del pensamiento computacional (Wing, 2010). En consonancia con investigaciones anteriores centradas en la formulación de problemas desde la perspectiva docente (Grundmeier, 2015; Leavy y Hourigan,

2022), los resultados muestran que el 91,6% de los problemas formulados (N=55) fueron considerados plausibles, es decir, sin errores matemáticos.

Los cinco problemas considerados no plausibles (8,3%) contenían errores como inconsistencias entre los datos y la pregunta o la solicitud de una generalización a partir de información insuficiente.

Desde el punto de vista de la razonabilidad y claridad, el 69,1% de los problemas plausibles presentaban contextos en los que los datos, la solución y el enunciado tenían sentido en conjunto. Sin embargo, un 25,5% mostraba contextos forzados y un 7,3% incluía soluciones que no tenían sentido dentro del propio contexto, lo cual compromete su validez como tarea didáctica. Además, en cuanto a la claridad del enunciado, aunque el 89,1% de los problemas eran comprensibles y no ambiguos, un 9,1% presentaba ambigüedades y un 3,6% contenía errores gramaticales que dificultaban la comprensión. Estos resultados coinciden con lo hallado por Perdomo-Díaz et al. (2023) y Sosa-Martín et al. (2024), quienes advierten que los futuros docentes no siempre formulan enunciados claros, coherentes o matemáticamente adecuados. Sin embargo, solo 32 de los plausibles (53,3%) cumplían con el indicador de abstracción utilizado, lo que refleja una brecha entre la corrección formal del enunciado y su capacidad para promover procesos de abstracción. Este dato es relevante si se considera que, tal como señalan Mason et al. (2005), la abstracción implica “ver lo general en lo particular”, algo que no ocurre automáticamente al plantear una tarea matemática, sino que exige una estructura didáctica que propicie dicha generalización. Los problemas que no se ajustaron al indicador descrito revelan que, en muchos casos, la formulación se limita a situaciones concretas, sin solicitar expresiones generales ni implicar una reflexión abstracta sobre un patrón o una relación matemática subyacente.

De los 60 problemas formulados, solo 25 (41,6%) pueden considerarse de calidad según los cuatro criterios analizados (plausibilidad, razonabilidad, claridad y ajuste al indicador de abstracción). Esta cifra pone de manifiesto la necesidad de reforzar la formación docente en formulación de problemas ajustados a objetivos específicos del pensamiento computacional, como el desarrollo de las distintas habilidades asociadas al PC, la distinción entre ellas y el reconocimiento de sus características particulares. Además, se observó que la mayoría de los

problemas de calidad eran adaptaciones de ejemplos trabajados previamente durante la formación, y solo unos pocos fueron originales, en concreto los correspondientes a las categorías C3 y C4. Este resultado muestra una parte del proceso natural de aprendizaje, que normalmente comienza replicando hechos observados, y que refleja el rol de la reformulación de problemas en la formación para la creación de problemas nuevos.

Finalmente, el uso de una definición operativa, en forma de indicador, para la habilidad de abstracción ha permitido delimitar esta habilidad respecto a otras como el reconocimiento de patrones. En trabajos como el de Quevedo et al. (2025), centrados en dicha habilidad, se evidencia cómo una definición clara facilita la codificación de problemas, permite distinguir entre habilidades próximas y contribuye a diseñar intervenciones didácticas más ajustadas.

En conjunto, los resultados muestran que, si bien el futuro profesorado es capaz de formular enunciados matemáticamente válidos, aún requiere apoyo para diseñar tareas que promuevan procesos de abstracción genuinos. Esto implica atender tanto a la estructura matemática del problema como a la claridad, la coherencia contextual y la finalidad didáctica, elementos imprescindibles para integrar el pensamiento computacional en el aula de manera efectiva.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias al apoyo del proyecto de investigación ForDiMat (PID2022-139007NBI00) del MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE, y el proyecto de innovación educativa PENSACT (PIE-2023-56).

Referencias bibliográficas

- ACARA. (2022). *Computer thinking in practice*. Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. <https://v8.australiancurriculum.edu.au/media/5908/computational-thinking-in-practice-parent-teacher-cards.pdf>
- Bell, T. y Lodi, M. (2019). Constructing computational thinking without using computers. *Constructivist Foundations*, 14(3), 342–351. <https://inria.hal.science/hal-02378761/document>
- Cankoy, O. (2014). Interlocked problem posing and children's problem posing performance in free structured situations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12, 219–238. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9433-9>
- Cuny, J., Snyder, L., y Wing, J. M. (2010). *Demystifying computational thinking for non-computer scientists* [manuscrito no publicado].

- Gobierno de España (2020). *Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-17264>
- Gobierno de España (2022). *Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria*. Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-3296>
- Grundmeier, T. A. (2015). Developing the problem-posing abilities of prospective elementary and middle school teachers. En F. M. Singer, et al. (Eds.), *Mathematical problem posing* (pp. 411–431). Springer.
- Leavy, A., y Hourigan, M. (2022). The Framework for Posing Elementary Mathematics Problems (F-PosE): Supporting teachers to evaluate and select problems for use in elementary mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 111(1), 147–176. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10155-3>
- Mason, J., Graham, A., y Johnston-Wilder, S. (2005). *Developing thinking in algebra*. London: SAGE Publications.
- Perdomo-Díaz, J.; Sosa-Martín, D.; Almeida, R. y Pérez, P. (2023). La razonabilidad contextual en problemas de áreas formulados por futuras maestras y maestros. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática XV*, (pp. 187-201).
- Quevedo Gutiérrez, E., Perdomo-Díaz, J., Lijó Sánchez, R. y de-Armas-González, P. (2025). Formulación de Problemas Matemáticos para Desarrollar Habilidades del Pensamiento Computacional en el Contexto del Sentido Numérico, *Investigación en Educación Matemática XXVIII* (pp. 373-380). SEIEM.
- Rich, K.M., Yadav, A. y Zhu, M. (2019). Levels of Abstraction in Students' Mathematics Strategies: What Can Applying Computer Science Ideas about Abstraction Bring to Elementary Mathematics? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 38(3), 267-298. <https://www.learntechlib.org/primary/p/210229/>.
- Santaengracia, J. J., Palop, B. y Rodríguez-Muñoz, L. J. (2023). Percepciones del Profesorado sobre Pensamiento Computacional. Estudio de una Formación. En Jiménez-Gestal, C., Magreñán, Á. A., Badillo, E. e Ivars, P. (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVI* (pp. 491–498). SEIEM.
- Selby, C.C. y Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: The Developing Definition*. University of Southampton. ePrints Soton. <https://eprints.soton.ac.uk/356481/>
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 1–36. <https://doi.org/10.1007/BF00302715>
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19–28.
- Sosa-Martín, D., Perdomo-Díaz, J., Bruno, A., Almeida, R., y García-Alonso, I. (2024). The influence of problem-posing task situation: Prospective primary teachers working with fractions. *The Journal of Mathematical Behavior*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2024.101139>.
- Tran, K. M. y Nguyen, N. T. (2023). *Developing computational thinking: An unplugged problem-solving approach*. En M. Trigueros, A. Estepa, A. Gagatsis y P. Radeva (Eds.), *Proceedings of the Thirteenth Congress of the European Society for Research in*

Mathematics Education (CERME13) (pp. 3063–3070). Budapest, Hungría: European Society for Research in Mathematics Education. <https://hal.umontpellier.fr/hal-04430809v1/document>

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Wing, J. M. (2010). *Computational thinking: What and why?* The Link Magazine, 6(1), 20–23. <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>