

**FORMULACIÓN DE PROBLEMAS EN UN AULA DE EDUCACIÓN INFANTIL: UN RETO
DESDE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

**PROBLEM-POSING IN A CHILDHOOD EDUCATION CLASSROOM: A CHALLENGE FROM PROBLEM
SOLVING**

**FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS NA SALA DE AULA NA EDUCAÇÃO PRÉ-ESCOLAR: UM DESAFIO DE
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Myriam Codes¹, Juan Pedro Martín¹, Rocío Pérez²

¹Universidad de Huelva, España

²Colegio de educación infantil y primaria Aurora Moreno, Gibraleón, Huelva, España
myriam.codes@ddi.uhu.es

RESUMEN | Describimos una práctica de aula en Educación Infantil sobre formulación de problemas con alumnado de cuatro años como parte del trabajo desarrollado en un grupo de investigación colaborativa de profesionales de la educación. Se diseñaron cuatro situaciones con diferentes objetos con la intención de que los estudiantes formularan problemas que abordaran diferentes contenidos matemáticos: clasificación, medida o número. Se evidencia la viabilidad de la formulación de problemas en Educación Infantil mostrando algunos ejemplos de problemas formulados por los estudiantes. El análisis del desarrollo de la actividad destaca dos elementos clave en su diseño e implementación: la resolución de problemas como vehículo para enseñar a formular problemas y la selección de situaciones a partir de las que los estudiantes deben formular los problemas.

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil, Formulación de problemas, Resolución de problemas, Educación Matemática.

ABSTRACT | We describe a classroom practice in Early Childhood Education on problem posing with four-year-old students as part of the work carried out in a collaborative research group of educational professionals. Four situations with different objects were designed, with the intention that students could pose problems addressing different mathematical contents: classification, measure or number. The viability of problem posing in Early Childhood Education is described by showing some examples of problems formulated by students. The analysis of the development of the activity highlights two key elements in its design and implementation: problem solving as a vehicle to teach how to pose problems and the selection of situations from which students have to pose problems.

KEYWORDS: Childhood Education, Problem posing, Problem solving, Mathematics Education.

RESUMO | Descrevemos uma prática de sala de aula na Educação de Infância sobre a formulação de problemas com crianças alunos de quatro anos, como parte do trabalho desenvolvido por um grupo de pesquisa colaborativa com profissionais de educação. Foram planificadas quatro situações com diferentes objetos, com a finalidade de que os estudantes formularam problemas, abordando diversos conteúdos matemáticos: classificação, medida ou números. Evidenciamos a viabilidade da formulação de problemas na Educação de Infância, mostrando alguns dos exemplos de problemas formulados pelas crianças. A análise do desenvolvimento da atividade destaca dois elementos chave no planeamento e sua implementação: a resolução de problemas como veículo para ensinar a formular problemas e a seleção de situações a partir das quais as crianças podem formular os problemas.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Pré-escolar, Formulação de problemas, Resolução de problemas, Educação Matemática.

1. INTRODUCCIÓN

La formulación de problemas es una práctica matemática que contribuye al desarrollo de diversas capacidades en los estudiantes, como la flexibilidad mental (Bonotto, 2012). A pesar de los avances en la introducción de esta práctica en aulas de Educación Primaria y Secundaria (Tavşanlı, Kozaklı Ülger y Kaldırım, 2018), en Educación Infantil hay pocos estudios que muestren cómo discentes de cuatro o cinco años formulan problemas matemáticos (English, 1998; Baroody, 1994) o cómo el profesor diseña y gestiona una sesión de formulación de problemas (Cai y Hwang, en prensa), a pesar de lo importante de su papel (Singer, Ellerton y Cai, 2013). En la Universidad de Huelva (España), en el seno de un grupo de investigación colaborativa en el que profesionales de la enseñanza de la matemática trabajan el desarrollo profesional del profesor de matemáticas, se propuso una actividad de formulación de problemas en un aula de cuatro años.

Antes de la implementación de la actividad que describimos aquí, se trabajó en el aula la resolución de problemas con recursos para facilitar su comprensión y resolución, aprovechando momentos del curso en los que se trabajaban distintos contenidos matemáticos. Una vez que los estudiantes estuvieron familiarizados con la resolución de problemas, se hicieron actividades de formulación de problemas. Se presentaron en el aula cuatro situaciones diferentes con distintos objetos con los que los estudiantes debían formular y resolver problemas. Con la diversidad de escenarios se pretendía estimular la formulación de problemas sobre diferentes contenidos matemáticos. Los recursos empleados en cada escenario eran la clave para este propósito.

A lo largo de la actividad, los discentes formularon problemas a través de dibujos y llevaron a cabo su resolución. Para dejar constancia del enunciado del problema, se les pidió que lo verbalizaran. Para dar cuenta tanto de las capacidades que desarrollaron los estudiantes realizando la actividad, como de algunas dificultades, se muestran algunos ejemplos de los problemas formulados agrupados en tres categorías para facilitar su lectura.

Mostramos la descripción de cómo la maestra preparó al alumnado para afrontar la tarea de formular problemas y cómo desarrolló la sesión. Concluimos con una reflexión sobre los elementos clave en los que se apoya la propuesta y cómo pueden ser fuente de inspiración para que otros profesores trabajen en sus aulas a partir de la formulación y resolución de problemas.

2. FUNDAMENTACIÓN Y CONTEXTO

La práctica de aula que describimos en este artículo nace en el contexto de un grupo de trabajo para el desarrollo profesional del profesor de matemáticas llamado PIC (de Proyecto de Investigación Colaborativa). En el PIC participan diferentes profesionales de la enseñanza de la matemática: maestros de educación infantil y educación primaria, profesores de secundaria, formadores de maestros y estudiantes de Máster y doctorado. Todos comparten un interés común en el desarrollo profesional del profesor de matemáticas (Pérez, et al., 2017a; Pérez, et al., 2017b).

En un entorno de trabajo colaborativo, los integrantes del PIC desarrollamos proyectos cuyo eje central es la resolución de problemas y en los que se genera una propuesta didáctica que se lleva al aula en clases de primaria o infantil. La puesta en práctica se analiza con el instrumento de análisis que se diseña en el seno del grupo. Los datos habitualmente provienen de las grabaciones de audio y vídeo de la puesta en práctica de la propuesta en el aula, las producciones

escritas de los alumnos, el diario del profesor y las notas de campo de los integrantes del PIC que asisten como observadores.

La práctica que se describe en este artículo versa sobre la formulación de problemas y se llevó a cabo en el proyecto del PIC del curso 2017-18 para una clase de 4 años.

2.1 Formulación de problemas

En la educación actual es común encontrar libros de texto que contienen una larga lista de problemas relacionados con contenidos matemáticos que deben ser resueltos por los estudiantes utilizando, habitualmente, las mismas estrategias de resolución (Tichá y Hošpesová, 2013). Sin embargo, se presta poca atención, tanto en los libros de texto como por parte de los maestros, a que los alumnos formulen problemas matemáticos (Cai y Hwang, en prensa).

La formulación de problemas ha sido identificada por diferentes autores como una línea interesante dentro de las matemáticas (Freudenthal, 1973; Polya, 1954). Este contenido envuelve en sí mismo procesos que están íntimamente ligados con las matemáticas tales como explorar, conjeturar, examinar y/o probar (Silver, 1994).

Según Silver (1994) y basado en algunas experiencias realizadas por otros autores (Mansfield y Busse, 1981; Getzels y Jackson, 1962; Krutetskii, 1976 y Ellerton, 1986), el trabajo con la formulación de problemas puede contribuir a desarrollar algunos aspectos relacionados con el pensamiento matemático, como la creatividad, la fluidez, la flexibilidad y la originalidad. Por ende, y dada la relación con estas habilidades, también puede potenciar otro aspecto relacionado con las matemáticas: la resolución de problemas.

Además, a través de la formulación de problemas también es posible evidenciar si los contenidos trabajados en clase han sido afianzados, o no, por los estudiantes. Concretamente, Hart (1981) utilizó en sus investigaciones la formulación de problemas como herramienta para evaluar el aprendizaje de sus alumnos.

Asimismo, y en relación con el párrafo anterior, la formulación de problemas no solo puede ser una herramienta para conocer si los estudiantes han comprendido, o no, un contenido determinado, sino que, también, puede utilizarse para conocer de qué manera han comprendido los contenidos ayudando a hacer visible la naturaleza de la comprensión de los estudiantes acerca de las ideas matemáticas. Además, en algunos estudiantes, se ha evidenciado que utilizan asuntos de su entorno personal para plasmarlos en su formulación. Esto puede resultar interesante tanto para que el docente conozca los intereses de los estudiantes como para que se compartan entre los compañeros.

Por otro lado, también es común encontrarse con alumnos que no se encuentran motivados ante las matemáticas. Ante esta problemática, Silver (1994) expone que, a través de la formulación, los estudiantes pueden adquirir interés hacia las matemáticas. Esto se debe, entre otros aspectos, a la competitividad propia de los discentes haciendo que se sientan atraídos ante la idea de, por ejemplo, proponer un problema que pueda resultar un reto a un compañero.

En cuanto a los tipos de formulación que se pueden encontrar, Silver (1994) destaca dos. En primer lugar, es posible utilizar la formulación al reformular problemas *a partir de un problema dado*. Este tipo de formulación la podemos encontrar, por ejemplo, cuando reformulamos un problema para convertirlo en uno más sencillo. El otro tipo de formulación que puede plantearse

es a partir de situaciones dadas, contextos o experiencias. Este tipo de formulación es la que se aborda en la sesión que presentamos en este trabajo puesto que, para fomentar la formulación de problemas entre sus estudiantes, la maestra diseña situaciones a través de las cuales los estudiantes deben formular, y también resolver, un problema matemático.

2.2 Contexto

La Educación Infantil en España consta de dos ciclos no obligatorios. El primer ciclo, de 0 a 3 años y el segundo ciclo de 3 a 6 años. El segundo ciclo se imparte habitualmente en aulas de colegios de Educación Primaria y, normalmente, los maestros tutores permanecen los tres cursos del segundo ciclo con el mismo grupo de alumnos.

La experiencia que describimos se desarrolló al comienzo del curso escolar en un grupo de 4 años (segundo curso del segundo ciclo de Educación Infantil) de un colegio de enseñanza pública de la provincia de Huelva (España). El grupo estaba compuesto por 14 niños y 11 niñas. La maestra que protagoniza la experiencia fue la tutora de este grupo los tres cursos del segundo ciclo de Educación Infantil, por lo que cuando se llevó a cabo la experiencia, ya se habían establecido unos hábitos de trabajo y unos lazos afectivos entre la mayor parte del grupo y la maestra. La clase estaba organizada en tres grupos de trabajo, dos de ellos con 8 alumnos y el tercero con 9 alumnos.

En la clase se encontraban varios alumnos con dificultades para prestar atención durante un tiempo limitado. Aunque no había alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo (ACNEAE), 4 alumnos asistían al centro de atención temprana por motivos de logopedia, y otros 3 necesitaban apoyo. Por otro lado, destacaban algunos alumnos y alumnas con más capacidad para asimilar conocimiento nuevo, bien por madurez, actitud o conducta. La buena predisposición para aprender y trabajar del alumnado se veía reforzada por las familias que solían estar implicadas en la educación de sus hijos y colaboraban con la escuela.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA EDUCATIVA Y SU IMPLEMENTACIÓN

Para trabajar la Formulación de Problemas en Infantil se comenzó resolviendo problemas a diario, aprovechando el contenido matemático que se abordaba en cada momento para ofrecer al alumnado ejemplos de problemas con diferente contenido matemático: aritmética, geometría o medida. Convertir la resolución de problemas en una actividad habitual en el aula de Educación Infantil permitió al discente conocer qué es un problema matemático a nivel estructural: se necesita un contexto que aporta los datos y condiciones, una pregunta que contiene la incógnita y un proceso de resolución matemático que arroje un resultado. De otro modo, el discente podría confundir un verdadero problema matemático con una situación problemática de cualquier índole que para resolverse no requiriera de elementos matemáticos: incógnitas de naturaleza matemática, y estrategias matemáticas para la resolución del problema.

Además, la resolución de un problema cualquiera podría invitar a ampliar o modificar contextos o conseguir una extensión del problema usando estrategias sencillas como preguntas del tipo: ¿y si...? ¿qué pasaría si...? Estas preguntas son una iniciación a la formulación de problemas a partir de modificar uno ya resuelto. Por ejemplo, en un problema de clasificación de objetos con la misma forma y diferentes tamaños (tipo bloques lógicos de Diennes), tras una solución, se podrían incorporar objetos de diferentes colores y preguntar “si se añaden estos

objetos, ¿cómo se reorganizan ahora?” Una posible respuesta podría conllevar una nueva clasificación en cada uno de los conjuntos resultantes de la clasificación anterior, u otra nueva clasificación atendiendo solo al color.

En estas edades, el aprendizaje de los discentes está fuertemente ligado a la manipulación de objetos. Muñoz-Catalán (2019) defiende el carácter mediador de los recursos manipulativos entre los discentes y el conocimiento matemático. De ahí que se emplearan materiales manipulativos para facilitar al discente la Resolución de Problemas, ayudando a su comprensión y a la búsqueda de soluciones.

Después de resolver algunos problemas, se trabajó la estructura de estos identificando sus partes: los datos, las condiciones, la pregunta y la resolución con el resultado, repitiendo expresiones según un patrón asociado a los datos del problema y a su solución: *¿qué teníamos?, ¿cómo lo hemos hecho?, ¿cuál es el resultado?* (Pérez, et al., 2017a). Cuando el alumnado ya había resuelto varios problemas, se modificó este patrón de intervenciones orientando a los alumnos a los elementos que necesitarían para formular un problema: la historia (el enunciado con los datos y las condiciones) y la incógnita. Cuando ahora la maestra enunciaba el problema, sustituía “qué teníamos” por “la historia de este problema es...”, y cuando llegaba a la parte de la incógnita repetía “y la pregunta es ...”, escribiendo un símbolo de interrogación en la pizarra. El efecto de la aplicación de estos patrones se aprecia en los problemas inventados por los discentes cuando repiten *la historia de este problema es Y la pregunta es ...*

La práctica que describimos se apoya en la formulación y resolución de problemas a partir de unas situaciones u objetos dados (Silver,1994). Para obtener diferentes tipos de problemas, se prepararon 4 situaciones con objetos de distinta naturaleza. Tres de ellas se repartieron una a cada equipo y la cuarta quedó de reserva para ofrecérsela al equipo que primero terminara. De este modo ningún equipo tendría que esperar a que otro finalizara y así, cada uno trabajaría con dos situaciones diferentes. Los objetos elegidos son cercanos a los discentes, bien por ser objetos del aula, bien por su presencia en la vida cotidiana:

- Dos muñecos y 6 caramelos. Se espera que el alumnado dibuje problemas numéricos de reparto, sumas o restas.



Figura 1 Ejemplo del material empleado en la formulación de problemas: muñecos y caramelos.

- Diferentes cuerpos geométricos de gomaespuma de diferentes colores (pirámides, conos, esferas, cubos y prismas). Se espera que el alumnado invente problemas de clasificación, fijándose en las distintas formas, en las caras de cada cuerpo y en los colores, o problemas de magnitudes, por ejemplo, por las diferentes alturas.

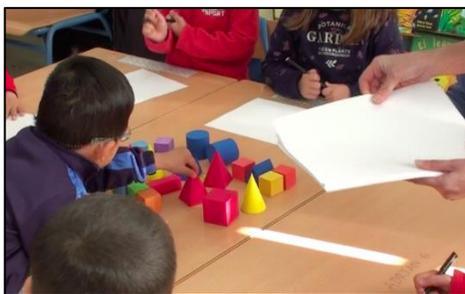


Figura 2 Ejemplo del material empleado en la formulación de problemas: cuerpos geométricos.

- Cinco pelotas de diferentes tamaños, colores y texturas. La intencionalidad de este material es que el alumnado formule problemas ordenando las pelotas por tamaño, de mayor a menor o viceversa.



Figura 3 Ejemplo del material empleado en la formulación de problemas: pelotas de diferentes tamaños y colores.

- Juguetes de diferentes medios de transportes (coche, avión, camión) de distintos colores (amarillo, rojo y verde). Se espera que el alumnado formule problemas de clasificación y problemas numéricos de sumas.



Figura 4 Ejemplo del material empleado en la formulación de problemas: medios de transporte.

Una vez colocados los objetos en el centro de la mesa de cada equipo, se repartió un folio a cada niño para que, de forma individual, formulara a través de un dibujo un problema matemático y lo resolviera. Posteriormente, debía explicar el problema a la maestra, que lo transcribió en el mismo folio.

El recurso del dibujo era algo a lo que estaban acostumbrados los discentes porque era un elemento que la maestra empleaba habitualmente en las situaciones de resolución de problemas (Pérez, et al., 2017a). Dadas las limitadas destrezas de expresión escrita de los discentes a estas edades, el dibujo era un medio adecuado para representar tanto la resolución de un problema

como su formulación. En el siguiente apartado se muestran algunos dibujos que realizaron los discentes para formular problemas.

4. EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PRÁCTICA Y PRINCIPALES RESULTADOS

Todas las situaciones que se plantearon indujeron al alumnado, en mayor o menor medida, a formular problemas de diferente naturaleza. En este apartado se exponen algunos ejemplos representativos de las diferentes formulaciones de problemas que se originaron y una valoración de cómo trascurrió la sesión en la que se desarrolló la actividad de formulación de problemas reflexionando sobre los logros alcanzados por el alumnado.

4.1 Problemas formulados

Se presentan algunos ejemplos de los problemas que formularon los discentes a partir de las cuatro situaciones propuestas. Los dibujos que realizaron los discentes representaban siempre la solución del problema que habían pensado. Cuando la maestra les pedía que verbalizaran el enunciado, escribía en la hoja lo que textualmente decía el discente.

Se han elegido ejemplos que representan las tres categorías no disjuntas que se han encontrado en las producciones de los discentes: enunciados completos, enunciados incompletos y enunciados con datos inventados.

4.1.1 Problema formulado con un enunciado completo

Llamamos problema formulado con un enunciado completo a aquel que contiene tanto la historia, es decir, la descripción de una situación en la que se aportan datos necesarios para resolver el problema, como la cuestión que se ha de resolver planteada en forma de pregunta.

Mostramos el ejemplo del único problema que se formuló con la situación de los cuerpos geométricos. Esta situación solo se trabajó en uno de los grupos en el que todos los participantes, salvo una niña, en vez de formular un problema, dedicaron su tiempo en realizar construcciones con las piezas. El enunciado que verbalizó la niña fue: *Tengo dos torres una más baja y otra más alta. ¿Cuántos cuadrados hay que poner para que sean iguales?*

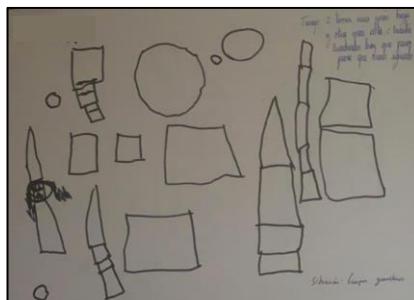


Figura 5 Formulación de un problema de magnitudes en la situación de cuerpos geométricos.

Como se había previsto, el problema formulado en esta situación versa sobre magnitudes. La niña no verbalizó la solución del problema, pero en el dibujo se aprecian varias torres de diferentes alturas formadas por un número diferente de piezas.

4.1.2 Problema formulado con un enunciado incompleto

Llamamos problema formulado con enunciado incompleto a aquel que, o bien requiere de la intervención de la maestra para que presente una historia y una pregunta, o bien su verbalización solo contiene la pregunta porque la historia está explícita o implícita en el dibujo.

Por ejemplo, con la situación de los seis caramelos y los dos muñecos, una niña comenzó verbalizando la resolución del problema que había pensado, en vez de plantear la situación y la pregunta a la que responde su enunciado: *hay dos niños y se comen tres caramelos cada uno y queda cero*. En el dibujo se aprecia perfectamente cómo mostró el reparto equitativo de los seis caramelos entre los dos muñecos:

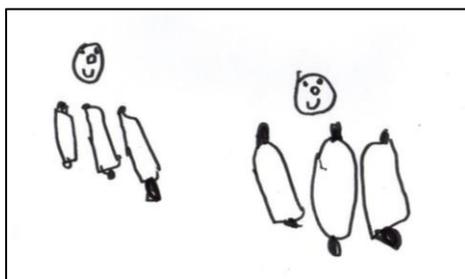


Figura 6 Formulación de un problema de reparto equitativo de los seis caramelos.

Este caso evidencia la dificultad de algunos discentes para hacer explícito el enunciado del problema que formulaban. Para ayudar a que la niña formulara el problema que había resuelto, la maestra le reclamó la historia y la pregunta del problema. Ante esta demanda, la niña fue capaz de enunciar el problema que se había inventado y cuya solución quedó representada en su dibujo: *Hay dos niños y seis caramelos, ¿cuántos caramelos habrá para comérselos?*

En este otro ejemplo, una niña representó la solución de un problema de clasificación en la situación de los medios de transporte. El contenido de la formulación de su problema fue una descripción del resultado de clasificar los vehículos según el medio por el que se desplazan: *aviones volando; los coches están en la carretera*.

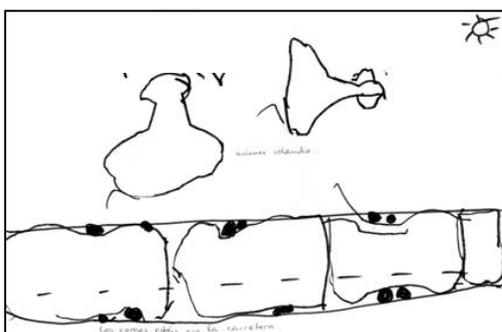


Figura 7 Formulación de un problema de clasificación en la situación de los vehículos.

Como se había previsto para esta situación, el problema versó sobre clasificación atendiendo a uno de los atributos de los vehículos. Al igual que en el caso anterior, la maestra demandó la historia, pero esta vez la niña no respondió. Posiblemente la niña tuviera dificultades para relacionar la idea de pregunta de un problema con la pregunta pertinente para este caso,

algo del tipo “clasifica estos vehículos según por dónde se desplazan”, tan diferente al tipo de preguntas estándar de los problemas aritméticos “¿cuántos quedan?, ¿cuántos faltan? o ¿cuántos hay?”.

El otro tipo de problema que se había previsto que se podría formular en el escenario de los medios de transporte es el numérico, que ejemplificamos con un problema que se resuelve con conteo:

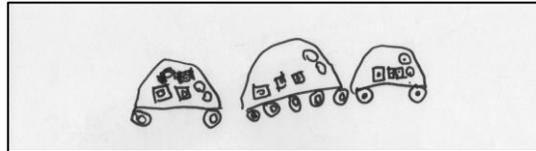


Figura 8 Ejemplo de formulación de problema

En esta ocasión, la alumna dibujó tres coches sin tener en cuenta el color ni los demás vehículos que estaban sobre la mesa y formuló la pregunta: *¿cuántos hay en total?* Esta alumna no parece que necesitara una verbalización de la historia que estaba implícita en su dibujo, pero sí añadió la solución del ejercicio: *respuesta, tres.*

4.1.3 Problema formulado con un enunciado con datos inventados

Las situaciones planteadas dieron pie a la formulación de algunos problemas en los que los discentes mostraron un gran ingenio inventando datos que se complementaban oportunamente con los que aportan las situaciones. Mostramos dos casos que se generaron en la situación de las cinco pelotas de diferentes tamaños y texturas.

En este ejemplo un alumno formuló un problema de comparación de cantidades añadiendo el dato inventado de catorce pelotas. El enunciado fue el siguiente: *he dibujado catorce pelotas y en la mesa hay cinco. ¿Dónde hay más?* Seguidamente dio la respuesta afirmando “*en el dibujo*”.

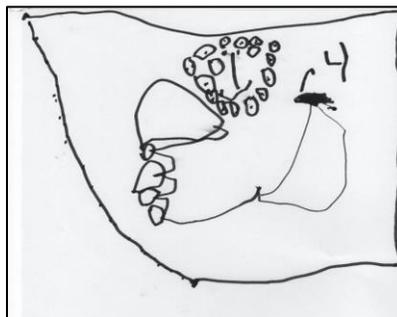


Figura 9 Formulación de un problema de comparación en la situación de las pelotas con un dato inventado.

Como podemos observar, el dato que inventó el discente es un número notablemente mayor que la cantidad de pelotas, lo que nos lleva a conjeturar que la elección de ese valor “catorce” pudo estar motivada porque facilita la resolución del problema. El niño formuló este problema desde el principio con su historia y su pregunta, sin que fuera necesaria la intervención de la maestra para que se verbalizaran estos elementos.

En el siguiente ejemplo, un discente utilizó la invención de dos datos: el precio de las cinco pelotas y la cantidad de dinero que posee un hipotético comprador: *cinco pelotas valen diez euros; el hombre quiere comprar todas y solo un euro. No tiene bastante, le falta nueve.*

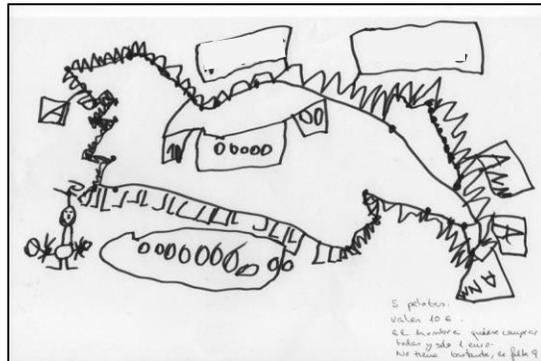


Figura 10 Formulación de un problema numérico con la situación de las pelotas.

Este es otro caso de un problema formulado al que le faltaba la pregunta que está implícita en la verbalización de la resolución del ejercicio. La afirmación “*no tiene bastante, le falta nueve*” nos induce a pensar en una pregunta del tipo “¿tiene el hombre suficiente dinero para comprar las cinco pelotas?”.

4.2 Evaluación de la actividad de formulación de problemas

Dada la naturaleza del curso en el que se ha implementado la actividad de formulación de problemas, la evaluación del trabajo desarrollado por los discentes se realizó mediante la observación directa en el aula. Como hemos visto en los ejemplos, hay discentes que mostraron una gran inventiva añadiendo datos nuevos a los que se les proporcionó en las situaciones, formulando problemas que la maestra ni siquiera previó. En este sentido, es destacable el uso que hicieron algunos discentes de cualquier situación para formular problemas numéricos, bien de conteo, de comparación de cantidades o de restas, por ejemplo.

A través de los problemas formulados por el alumnado, se pudieron evaluar diferentes aspectos relacionados con contenidos matemáticos. En primer lugar, y en función de la situación que motivara la formulación del problema, el profesor pudo conocer si el alumnado era capaz de formular diferentes tipos de problemas. Por ejemplo, en el caso de la situación de los muñecos, si era capaz de enunciar un problema de reparto, suma y/o resta; de clasificación en el caso de la situación de los vehículos, etc.

En los ejemplos hemos visto cómo algunos discentes tenían dificultad para explicitar la pregunta o describir las condiciones del problema. Esto está relacionado con otro aspecto evaluable en esta actividad: el aprendizaje sobre qué es un problema (matemático) y qué elementos componen un problema para que se considere un problema matemático, como la naturaleza de las condiciones o de la pregunta. Es destacable el hecho de que, en la actividad de formulación de problemas, la maestra tuviera que mediar en varias ocasiones para que el alumnado completara el problema formulado, mientras que en la fase previa de resolución de problemas no tuvo que intervenir.

Por otra parte, como el alumnado también tenía que resolver el problema, esta actividad permitió comprobar si era capaz de realizar los procesos matemáticos que conllevaban los problemas formulados, como operaciones aritméticas aditivas, establecer relaciones de orden, o realizar clasificaciones.

El modo en que se desarrolló la actividad hizo que el alumnado imitara un patrón que conduce a construir elementos clave en la formulación de un problema matemático. Se puede hablar entonces, de un discente protagonista de su aprendizaje que iba desarrollando, inconscientemente, un esquema mental en torno a los procesos matemáticos asociados a la formulación y resolución de problemas, mediado por la visualización y la manipulación de objetos. A su vez, el profesor protagonizó de pleno el papel de guía en ese aprendizaje, generando el patrón y poniendo al alcance del alumnado las situaciones que daban sentido a los problemas.

La buena disposición del alumnado en el desarrollo de la actividad dio pie a considerar que lograba despertar en él un interés natural y un gusto por hacer matemáticas, algo que no solo es deseable sino imprescindible para desarrollar una buena actitud hacia la matemática. Sintetizando, esta actividad es viable para cumplir objetivos de enseñanza y de aprendizaje en la etapa de Educación Infantil relacionados con las prácticas matemáticas de formulación y resolución de problemas.

5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La formulación de problemas es una práctica matemática al alcance del alumnado de Educación Infantil. Para desarrollar la capacidad para formular y resolver problemas matemáticos, es necesario un profesor capaz de diseñar y gestionar actividades que guíen al discente en la construcción de su conocimiento. En este trabajo hemos descrito cómo se ha llevado a cabo una actividad de formulación de problemas en un aula de cuatro años.

El trabajo matemático a través de la formulación de problemas ha servido para que el alumnado movilizara ciertas capacidades como la originalidad (problema y tipo de problema formulado) o flexibilidad (diferentes tipos de problema en función a una misma situación), que favorecen el desarrollo del pensamiento matemático. Asimismo, la formulación de problemas ha servido para que la maestra conozca tanto si los alumnos conocen y aplican conceptos matemáticos, como si han comprendido cuál es la estructura de un problema para poder formularlo. Por otro lado, y en relación con el profesor, el trabajo con la formulación de problemas supone un reto el cual requiere conocer cómo van a interactuar los alumnos con la actividad como, por ejemplo, qué contenidos pueden llegar a dominar en un determinado nivel o qué tipo de problemas pueden llegar a formular los alumnos. Así, también requiere un esfuerzo para diseñar la tarea de formulación debido a que no solo necesita conocer cómo interactúan sus alumnos con la actividad, sino también cómo lograr que la tarea promueva esas capacidades de sus estudiantes.

Consideramos que ha habido dos elementos clave en el diseño de la actividad que la hacen viable y exitosa: el uso de la resolución de problemas como fundamento para introducir la formulación de problemas en alumnado de cuatro años, y la adecuada elección de escenarios que fomentan la creatividad y dan sentido a la formulación de problemas matemáticos.

El trabajo de resolución de problemas, llevado a cabo con antelación a la actividad de formulación de problemas, puso al alcance del alumnado el conocimiento sobre la estructura de un problema matemático. En la clase, se explicitaron los elementos que conforman un problema (datos, condiciones, incógnita, proceso de resolución y resultado) a partir de una retahíla de preguntas que se enunciaban en las distintas fases de la resolución: *¿qué teníamos?, ¿cómo lo hemos hecho?, ¿cuál es el resultado?* Esta retahíla se transformó en *la historia de este problema es y la pregunta es ...* para enfatizar los elementos necesarios para formular un problema: el contexto o la situación que aporta los datos y las condiciones del problema, y la incógnita, enunciada habitualmente de forma interrogativa.

El otro elemento clave, la elección de los escenarios con objetos que inducían a formular problemas con diferente contenido matemático, pone el acento en el docente que diseña y gestiona el aula. Hemos visto cómo las producciones de los alumnos asociadas a las diferentes situaciones confirman las expectativas en cuanto al tipo de problemas que iba a generar cada situación. En este artículo no se ha mostrado un recuento del número de problemas formulados en cada situación según el contenido matemático, pero el diario del profesor evidencia que el alumnado tuvo cierta tendencia a elaborar problemas de carácter aritmético, aún en escenarios que favorecían situaciones de clasificación u ordenación. Los escenarios fueron expresamente elegidos para fomentar la formulación de problemas con diferentes contenidos matemáticos.

El profesor es el eje vertebrador de estos elementos que han resultado claves en la puesta en práctica de una actividad de formulación y resolución de problemas. La idea de partir de la resolución de problemas y la elección de los objetos de las situaciones para detonar la formulación de los problemas, son el resultado de la reflexión del profesor acerca de los contenidos matemáticos vinculados a los problemas que esperaba que formularan los discentes y de cómo prepararlos para esta nueva práctica matemática. El diseño de la actividad de formulación de problemas a partir de estos dos elementos puede ser un punto de partida para otros profesores que quieran desarrollar su enseñanza a partir de la formulación y resolución de problemas.

REFERENCIAS

- Baroody, A. (1994). *El pensamiento matemático de los niños. Un marco evolutivo para maestros de preescolar, ciclo inicial y educación especial*. Visor.
- Bonotto, C. (2013). Artifacts as sources for problem-posing activities. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 37-55. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9441-7>
- Cai, J., & Hwang, S. (en prensa). Learning to teach through mathematical problem posing: Theoretical considerations, methodology, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.01.001>
- Ellerton, N. F. (1986). Children's made up mathematics problems: a new perspective on talented mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, 17, 261-271. <https://doi.org/10.1007/BF00305073>
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: Reidel.
- Getzels, J. W., & Jackson, P.W. (1962). *Creativity and intelligence: exploration with gifted students*. New York: Wiley.
- Hart, K. (1981). *Children's understanding of mathematics: 11-16*. John Murray.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. University of Chicago Press.
- Mansfield, R. S., & Busse, T.V. (1981). *The psychology of creativity and discovery: scientists and their work*. Nelson Hall.
- Pérez, R., Lara, A., Martín, J.P., Molina, N., Díez, A., Jiménez, I., Gálvez, A., Carrillo, J., & Climent, N. (2017a). Aprendiendo a estructurar un problema en educación infantil. *VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Libro de Actas* (pp. 69-77). Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas. (pp. 121-129). Disponible en http://www.cibem.org/images/site/LibroActasCIBEM/ComunicacionesLibroActas_CB601-700.pdf
- Pérez, R., Martín, J.P., Molina, N., Lara, A., Gálvez, A., Jiménez, I., Díez, A., Climent, N., & Carrillo, J. (2017b). Oportunidades de aprendizaje en contextos de resolución de problemas en educación infantil. *VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Libro de Actas* (pp. 69-77). Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas. Disponible en http://www.cibem.org/images/site/LibroActasCIBEM/ComunicacionesLibroActas_CB1101-1200.pdf
- Polya, G. (1954). *Mathematics and plausible reasoning* (2 vols.). Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *How to solve it* (2ª ed.). Doubleday.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the learning of mathematics*, 14(1), 19-28.
- Singer, F. M., Ellerton, N., & Cai, J. (2013). Problem-posing research in mathematics education: new questions and directions. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9478-2>
- Tavşanlı, Ö. F., Kozaklı Ülger, T., & Kaldırım, A. (2018). The Effect of Graphic Organizers on the Problem Posing Skills of 3rd Grade Elementary School Students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 377-406. <http://sx.doi.org/10.14527/pegegog.2018.016>
- Tichá, M., & Hošpesová, A. (2013). Developing teachers' subject didactic competence through problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 133-143. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9455-1>