



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

## Magisterio en Educación Primaria

La invención y resolución de problemas: Un entorno  
para la cognición y la afectividad.

Problem posing and solving: An environment for  
cognition and affectivity.

*Autor/es*

Elena López Caballer

*Director/es*

Nuria Begué Pedrosa

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2023

## RESUMEN

Uno de los principales objetivos del presente trabajo consiste en abordar la dimensión afectiva durante el desarrollo de actividades en el área de las matemáticas. Para ello, se implementan diversos instrumentos que posibilitan la identificación de los estados afectivos que experimentan los estudiantes escolarizados en el 6º curso de Educación Primaria del CEIP Juan XXIII. Las tareas desarrolladas están orientadas en el Problem Posing, un enfoque educativo en el que son los propios estudiantes los encargados de generar un problema matemático en base a una representación gráfica dada. Finalmente, se exponen los resultados y conclusiones derivadas del análisis de la implementación, así como del trabajo en su conjunto.

**Palabras Clave:** Afectividad, Problem Posing, Problem Solving, emoción.

## ABSTRACT

One of the main objectives of the present project is to address the affective field during the development of activities in the mathematical area. To achieve this, various tools are implemented to enable the identification of the affective states experienced by students enrolled in the 6th grade of Primaria Education at CEIP Juan XXIII. The tasks carried out are oriented towards Problem Posing, an educational approach in which the students themselves are responsible for generating a mathematical problem based on a given graphical representation. Finally, the results and conclusions derived from the implementation analysis are presented, as well as the work as a whole.

**Keywords:** Affectivity, Problem Posing, Problem Solving, emotion.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 5  |
| 2. MARCO TEÓRICO.....   | 6  |
| 2.1. Problem Solving-Posing.....                                  | 6  |
| 2.1.1. Problem Solving.....                                       | 6  |
| 2.1.2. Problem Posing.....  | 9  |
| 2.2. Afectividad.....   | 13 |
| 2.2.1. Investigaciones en afectividad en contexto matemático..... | 15 |
| 2.3. Afectividad y Problem Solving-Posing.....                    | 17 |
| 2.4. Marco curricular.....  | 20 |
| 2.4.1. Problem Posing-Solving dentro del marco curricular.....    | 20 |
| 2.4.2. La afectividad dentro del marco curricular.....            | 21 |
| 3. METODOLOGÍA.....   | 23 |
| 3.1. Contexto.....  | 23 |
| 3.2. Instrumentos para revistar la dimensión afectiva.....        | 23 |
| 3.2.1. Redacción <i>Yo y las matemáticas</i> .....                | 23 |
| 3.2.2. Metáfora animal.....                                       | 24 |
| 3.2.3. Mapa de humor de los problemas.....                        | 24 |
| 3.2.4. Formulación y resolución de problemas.....                 | 26 |
| 4. RESULTADOS.....  | 29 |
| 4.1. Redacción <i>Yo y las matemáticas</i> .....                  | 29 |
| 4.2. Metáfora animal.....   | 34 |
| 4.3. Formulación de problemas matemáticos.....                    | 37 |
| 4.3.1. Formulación de la Tarea 1.....                             | 38 |
| 4.3.2. Formulación de la Tarea 2.....                             | 41 |
| 4.3.3. Formulación de la Tarea 3.....                             | 44 |
| 4.3.4. Formulación de la Tarea 4.....                             | 47 |
| 4.3.5. Formulación de la Tarea 5.....                             | 49 |
| 4.4. Resolución de problemas matemáticos.....                     | 52 |
| 4.4.1. Resolución de la Tarea 1.....                              | 52 |
| 4.4.2. Resolución de la Tarea 2.....                              | 56 |
| 4.4.2.1. Resolución de la Tarea 2.1.....                          | 56 |
| 4.4.2.2. Resolución de la Tarea 2.2.....                          | 58 |

|  |    |
|--|----|
| 4.4.3. Resolución de la Tarea 3.....     | 60 |
| 4.4.4. Resolución de la Tarea 4.....     | 63 |
| 4.4.5. Resolución de la Tarea 5.....     | 65 |
| 4.5. Mapa de humor de los problemas..... | 69 |
| 5. CONCLUSIONES.....                     | 72 |
| 5.1. Conclusiones de implementación..... | 72 |
| 5.2. Limitaciones.....                   | 72 |
| 5.3. Conclusiones generales.....         | 73 |
| 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....       | 75 |

## **1. INTRODUCCIÓN**

Este trabajo surge a partir de la significativa importancia que la afectividad ostenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante. Concretamente, en el ámbito de las matemáticas, ya que es una asignatura en la que se suelen experimentar emociones de variada índole y diversas intensidades.

En relación a la composición del trabajo, este se compone de diversos apartados estructurados de la siguiente manera. En primer lugar, se destaca el marco teórico en el cual se conceptualizan los términos de afectividad y Problem Solving-Posing, junto con la presentación de diversas investigaciones que permiten conocer los resultados y las oportunidades que nos ofrecen. Seguidamente, se introduce la metodología y se detallan los instrumentos empleados a la hora de implementar las tareas diseñadas. Después, se expone el análisis del desarrollo de las tareas. Y finalmente, se exponen unas concisas conclusiones tanto de la implementación como del trabajo en general.

Así pues, para poder implementar y llevar a cabo este trabajo se ha aprovechado el periodo de Prácticas Escolares realizadas en el CEIP Juan XXIII de Zaragoza

## 2. MARCO TEÓRICO

Durante los últimos años, la comunidad de educación matemática se ha centrado en la investigación empírica de la resolución y formulación de problemas matemáticos. A continuación, se expone una revisión de la literatura analizando las principales investigaciones y estudios acerca de estos dos enfoques.

Asimismo, se introduce el concepto de afectividad con el fin de centrar la investigación en los afectos que desarrollan los individuos al enfrentarse a tareas como la formulación de problemas matemáticos y su posterior resolución.

### 2.1. Problem Solving – Posing

En el área de las matemáticas, existen dos enfoques principales para abordar los problemas. Por un lado, *problem solving* se centra en la resolución de problemas ya existentes, identificando las variables y utilizando herramientas y técnicas para resolver el problema en cuestión. Y por otro lado, *problem posing* se enfoca en la creación de nuevos problemas y en la formulación de preguntas.

A continuación, en los próximos apartados, se desarrolla el marco teórico que aborda los dos enfoques mencionados. Se ofrece una conceptualización de los términos, así como un análisis de diversas investigaciones realizadas por autores.

#### 2.1.1. Problem Solving

El término *problem solving* hace referencia a la resolución de problemas matemáticos entendida como una habilidad que permite enseñar y un vehículo mediante el cual se aprende matemáticas (Liljedahl & Cai, 2021).

Durante más de 50 años, la resolución de problemas se ha convertido en uno de los temas de interés de la investigación de la comunidad educativa matemática. Desde 1960 se han realizado numerosas investigaciones que incluyen estudios sobre los problemas en los libros de texto, las creencias y actitudes sobre la resolución de problemas matemáticos, etc. (Liljedahl & Cai, 2021).

Por un lado, ya en 1965 el matemático George Pólya establece cuatro fases generales para la resolución de problemas matemáticos (Pólya, 1965). La primera fase se centra en comprender el problema, analizando los datos, identificando la incógnita y entendiendo el objetivo de la pregunta planteada. En segundo lugar, se encuentra la concepción de un plan, fase que consiste en explorar diversas posibilidades para diseñar un plan y así, poder resolver el problema. Para ello, se sugiere el uso de estrategias para encontrar una solución. La tercera fase, ejecutar el plan, se centra en la implementación del plan propuesto en la fase anterior haciendo uso de herramientas matemáticas tales como las operaciones aritméticas, los gráficos, etc. Finalmente, una vez se ha obtenido la solución, la última fase consiste en revisar los resultados desde una visión retrospectiva y comprobar si la respuesta se ajusta correctamente a la pregunta del problema. Además, en esta fase el docente debe animar al alumnado a imaginar otras situaciones en las cuales sería posible aplicar el mismo razonamiento o emplear el resultado obtenido. Por lo tanto, esta fase implica la reflexión del alumno.

Más adelante, Stanic & Kilpatrick (1989) llevaron a cabo una investigación en la que establecieron tres categorías sobre la resolución de problemas, entendiéndola como una actividad cognitiva, como un objetivo de aprendizaje y como un medio para un fin, es decir, un vehículo mediante el cual es posible enseñar matemáticas y fomentar habilidades y competencias matemáticas.

Generalmente, las actividades basadas en la resolución de problemas se basan en tareas propuestas por el docente. Smith & Stein (1998) introducen el término demanda cognitiva para hacer referencia tanto al nivel como al tipo de pensamiento que la tarea tiene el potencial de provocar en los alumnos. De esta manera, se puede establecer una clasificación de estas tareas en función del grado de exigencia cognitiva requerido para desarrollarlas y resolverlas exitosamente. Dentro de esta clasificación, es posible diferenciar las tareas de memorización, las tareas de procedimientos sin y con conexiones y las tareas que requieren hacer matemáticas (Smith & Stein, 1998). A continuación, se describen los aspectos más relevantes de cada una de ellas en función de la demanda cognitiva exigida:

- Las tareas de memorización son aquellas que están basadas en la capacidad de recordar y reproducir reglas, definiciones y fórmulas concretas. No implican la puesta en marcha de un procedimiento matemático, sino que se espera que el estudiante reproduzca exactamente lo previamente trabajado.

- Las tareas de procedimientos sin conexión consisten en una actividad rutinaria donde el procedimiento a desarrollar es obvio. Esta tarea prioriza la obtención de respuestas correctas más que el desarrollo de la comprensión matemática.
- Las tareas de procedimientos con conexión implican la comprensión de los conceptos y las ideas matemáticas. En este caso, la tarea sugiere el procedimiento o las pautas a seguir, ya sea de forma explícita o implícita, puesto que el objetivo se centra en establecer conexiones.
- Las tareas para producir matemáticas exigen la exploración y comprensión del origen de los conceptos, procesos o relaciones matemáticas. Además, implican un pensamiento complejo, además de la activación de los conocimientos previos y experiencias del estudiante.

Las dos últimas tareas descritas son consideradas actividades que exigen un alto nivel de demanda cognitiva puesto que implican la comprensión de los conceptos matemáticos, fomentan las habilidades matemáticas y exigen el desarrollo de estrategias para su resolución. En cambio, las dos tareas iniciales se basan en memorizar y reproducir patrones, por lo que su demanda cognitiva es baja. Por lo tanto, en función del objetivo que se pretenda alcanzar, el docente debe plantear una tarea u otra.

Además del tipo de tarea, también hay otros aspectos fundamentales que influyen en la demanda cognitiva a la hora de resolver problemas matemáticos, como las estrategias de resolución, la ubicación y el papel de la tarea (Arce et al., 2019).

No obstante, Arce et al. (2019) describen cuatro factores que influyen en la categorización de las tareas matemáticas, los cuales se caracterizan a continuación:

- a) El contexto. Según el contexto, una tarea se puede considerar como real si se refiere a situaciones de la vida cotidiana del solucionador y requiere la búsqueda de información o la toma de decisiones; realista, si la tarea se enmarca en una situación simulada que podría ser real, pero no refleja exactamente la realidad del individuo que la resuelve; fantasista, si el contexto es una situación simulada que resulta improbable; y matemática, si la tarea se limita a referencias de objetos y conceptos matemáticos.
- b) El formato de la tarea. Según el formato, la tarea matemática puede ser verbal si se emplean las palabras, simbólica si se hace uso de símbolos matemáticos, tabular mediante una tabla o visual si se hace uso de imágenes y gráficos.



- c) Los datos proporcionados en el enunciado. Los datos pueden ser estrictamente necesarios o, por el contrario, pueden incluir datos superfluos al proporcionar más información de la necesaria o datos insuficientes si falta información necesaria para llevar a cabo la resolución de la tarea.
- d) El número de soluciones posibles. Es decir, una tarea presenta un final cerrado si solo tiene una única solución posible, o un final abierto si permite múltiples soluciones válidas.

### **2.1.2. Problem Posing**

A pesar de abordar la resolución de problemas en el ámbito de la enseñanza de las matemáticas, la formulación de problemas matemáticos también es un enfoque relevante en esta área. Numerosos investigadores han empleado el término *problem posing* para hacer referencia a la invención, el planteamiento, la generación de problemas, etc. No obstante, todos ellos hacen referencia al mismo significado, de tal manera que *problem posing* alude al proceso basado tanto en la generación de nuevos problemas como en la reformulación de problemas dados (Silver, 1994).

A pesar de que es posible encontrar investigaciones sobre la formulación de problemas previas a 1980, no ha sido hasta la década de los ochenta cuando se ha prestado especial atención a este ámbito de las matemáticas (Liljedhal & Cai, 2021).

George Pólya es uno de los primeros investigadores que hace mención a la formulación de problemas en su propuesta sobre el proceso para la resolución de un problema matemático. Retomando las fases establecidas, es posible detectar esta actividad matemática en la última fase basada en la visión retrospectiva, ya que el investigador sugiere a los estudiantes la importancia de cuestionarse si el problema podría ser planteado de una manera distinta (Pólya, 1965).

Sin embargo, la formulación de problemas no siempre se da al resolver un problema matemático. Silver (1994) establece que este proceso puede ocurrir en diversas situaciones según el objetivo que se establezca o se pretenda alcanzar. Así pues, existe la posibilidad de abordar esta tarea como una actividad previa a la resolución de un problema, durante la tarea o al finalizarla.

Concretamente, en el caso de abordar la formulación de problemas como una fase previa a la resolución, el objetivo de la tarea reside en la invención de problemas matemáticos a partir de una situación dada. Stoyanove (1998) citado en Espinoza et al. (2014) establece una clasificación que recoge tres tipos de situaciones que se pueden aportar para proponer la invención de problemas: la situación libre, donde los estudiantes no tienen ninguna restricción para inventar problemas; la situación semiestructurada, en la que se propone la formulación de problemas en base a un contexto ya dado, el cual puede ser una representación gráfica, un contexto expresado en forma textual, etc.; y la situación estructurada, en la que se ofrece un problema y se espera que el alumnado reformule el enunciado o cambie sus condiciones.

Por otro lado, Cai & Leikin (2020) establecen una clasificación que recoge cuatro posibles formas de entender la actividad de la formulación de problemas. En primer lugar, esta puede ser entendida como un instrumento que permite a los estudiantes aprender matemáticas, es decir, un medio que favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje. En segundo lugar, la invención de problemas como objetivo de la enseñanza de las matemáticas permite observar la capacidad y las habilidades que poseen los estudiantes para formular buenos problemas. En tercer lugar, se establece la invención de problemas como herramienta para estudiar otros fenómenos del proceso de aprendizaje, tales como la capacidad creativa, el pensamiento crítico y el razonamiento, entre otros. Y por último, estudios que plantean la formulación de problemas como un objetivo en sí mismo se enfocan en comprender la esencia del proceso haciendo referencia a los tipos y la cantidad de problemas planteados, las estrategias empleadas, etc.

A pesar de que la investigación acerca de la formulación de problemas ha surgido hace poco, numerosos autores han optado por incorporar esta tarea en el proceso de enseñanza-aprendizaje del aula con diferentes objetivos. Tomando como referencia las categorías establecidas por Stanic & Kilpatrick (1989) para la resolución de problemas, la investigación acerca del *problem posing* también es posible organizarla desde estas perspectivas. De tal manera que la invención de problemas se puede interpretar como: (1) una actividad cognitiva, (2) una meta de aprendizaje en sí misma y (3) un enfoque de instrucción.

A continuación, se exponen diversas investigaciones en las que se ha empleado *problem posing*. Por ejemplo, Bicer et al. (2020) realizaron un estudio en el que emplearon la invención de problemas como herramienta para evaluar las habilidades y la creatividad matemática de 205 estudiantes, de los cuales 89 están escolarizados en 3º, 62 en 4º y 54 en 5º de Educación Primaria. Con el fin de descubrir los efectos de las intervenciones, asignaron un grupo

experimental y un grupo control. Así pues, mientras a los estudiantes del grupo control se les proponía resolver problemas matemáticos, a los alumnos pertenecientes al grupo experimental se les propuso una situación semiestructurada basada en la invención de problemas matemáticos a través de la interpretación de imágenes, objetos o gráficos basados en un contexto real. Los resultados del estudio mostraron que existe una estrecha relación entre la autoeficacia creativa y la capacidad de formular problemas matemáticos, por lo que integrar actividades sobre *problem posing* en la enseñanza de las matemáticas puede fomentar la creatividad del alumnado. Los autores hacen referencia al término *autoeficacia creativa* como la creencia de los estudiantes en su capacidad para generar resultados o ideas creativas en el área de las matemáticas.

Por otro lado, es necesario conocer cómo es posible implementar la formulación de problemas en las aulas. Zhang & Cai (2021) en su estudio examinan 22 casos de enseñanza de docentes de Educación Primaria que emplean *problem posing* con el propósito de facilitar el aprendizaje de las matemáticas a los estudiantes. Es decir, como un enfoque de instrucción. Para efectuar dicho análisis los autores prestan atención a diversos aspectos tales como la elección de tareas adecuadas, los tipos de indicaciones proporcionadas y la manera en que los docentes abordan los problemas matemáticos elaborados por los estudiantes. Además, muestran ejemplos concretos de las tareas para realizar una orientación más minuciosa. Como resultado, se enfatiza la importancia de avanzar en la investigación en esta área, desarrollando casos de enseñanza que sirvan de orientación al profesorado y generando más tareas relacionadas con la formulación de problemas, dado que en los libros de texto apenas se observan tareas de este tipo.

Dada la escasa investigación en el área del *problem posing* en Educación Primaria, a continuación, se presentan diversos resultados provenientes de investigaciones realizadas con sujetos escolarizados en etapas superiores como Educación Secundaria o enseñanzas universitarias. Esta perspectiva más amplia nos ofrecerá una mayor comprensión acerca de cómo se han empleado los instrumentos o metodologías utilizados, así como otros posibles resultados a la hora de implementar la formulación de problemas en el aula.

De esta manera, Hartmann et al. (2021) consideran la formulación de problemas como un enfoque de enseñanza donde los estudiantes participan de forma activa en su aprendizaje. Concretamente introducen *problem posing* como una actividad para fomentar *modelling problems*. Este término, traducido al español como problemas de modelado, hace referencia a

los problemas matemáticos basados en la vida real y caracterizados por su conexión con la realidad y su apertura (Maab, 2010 citado en Hartmann et al. 2021). El objetivo del estudio se centra en conocer qué tipos de problemas formulan ante estas situaciones y cómo resuelven sus propios problemas de modelado matemático. Para ello, contaron con la participación de 82 alumnos de 14 a 17 años, a quienes se les entregó seis situaciones reales diferentes y se les propuso formular un problema para posteriormente resolverlo. En cuanto al análisis de los datos, los autores analizaron los problemas planteados en base a tres criterios. En primer lugar, la referencia matemática para conocer si se tratan de problemas matemáticos conectados con el mundo real, o por el contrario, son problemas que no requieren ni argumentación ni modelación matemática. En segundo lugar, se analiza la conexión de los problemas con la realidad. Y por último, la apertura del problema, pudiendo ser cerrados si la información ya viene dada en el problema o abierto si el problema requiere realizar suposiciones. Así pues, los resultados obtenidos reflejan que todos los problemas matemáticos elaborados están conectados con la realidad, lo cual justifica que las situaciones ofrecidas motivan a los estudiantes a formular problemas relacionados con el mundo real. Además, se observa que los alumnos son capaces de plantear problemas de modelado, aunque la mayoría de estos problemas no cumplen con todos los criterios establecidos. Por ello, este estudio corrobora la teoría que afirma que el conocimiento y la experiencia de los alumnos en la resolución de problemas ha tenido un impacto en la formulación de los problemas matemáticos. Es decir, *“como estos estudiantes generalmente trabajaban problemas cerrados en sus aulas cotidianas, también generaban problemas cerrados cuando se les pedía que plantearan problemas, incluso cuando se les ofrecía un contexto rico”* (Bonotto, 2013 citado en Hartmann 2021, pp.931).

El estudio realizado por Guo et al. (2021) se enfoca en conocer las habilidades de los estudiantes en la formulación de problemas matemáticos desde una perspectiva de desarrollo. La muestra de participantes consistió en 904 estudiantes chinos escolarizados en los grados 7-9, equivalente a la etapa de Educación Secundaria. De esta manera, se proponen tres tareas para evaluar las habilidades de los estudiantes de cada grado en base a tres aspectos: la fluidez, atendiendo al número de problemas matemáticos resolubles; la flexibilidad, relacionada con el tipo de problema planteado; y la profundidad, referida al número de problemas extensos formulados. Como resultado de la investigación, tras analizar cada una de las respuestas, se concluye que existen variaciones entre los distintos grados, aunque estas diferencias son irregulares puesto no existe una tendencia creciente constante. Por ejemplo, a medida que

aumenta el nivel, se observa un descenso en la puntuación referida a la fluidez, mientras que en el caso de la profundidad se aprecia un incremento en la cantidad de problemas extensos formulados.

En relación a la evaluación, Silver & Cai (2005) distinguen dos tipos de evaluación. Por un lado, la evaluación con invención de problemas donde la invención de problemas se emplea como una herramienta para evaluar el grado de adquisición de los conceptos y habilidades matemáticas de los estudiantes; y por otro lado, la evaluación de la invención de problemas, donde el principal objetivo se centra en evaluar la competencia de los estudiantes para formular problemas matemáticos. Por ello, establecen unos criterios generales para analizar las situaciones formuladas por los estudiantes. Uno de los criterios es el criterio de cantidad, el cual permite evaluar el número de respuestas que el alumno ha generado, siendo posible diferenciar las respuestas correctas de las incorrectas. Sin embargo, la cantidad no es la única característica relevante a considerar en la evaluación de las respuestas, también es posible prestar atención a la originalidad. Este criterio permite evaluar principalmente la creatividad del alumnado, de tal manera que se pueden valorar las respuestas como típicas o atípicas en función de si las respuestas son comunes y repetidas, o por el contrario son inusuales y originales. Otro criterio propuesto es la complejidad del problema. Para ello, los investigadores sugieren la posibilidad de analizar la relación entre las cantidades en el problema, ya que aquellos que involucran más de dos cantidades suelen ser más complejos que aquellos que únicamente involucran dos; el tipo de situación planteada, siendo los problemas con situaciones multiplicativas generalmente más sofisticados que aquellos con situaciones aditivas; o *linguistic complexity*, traducido como complejidad lingüística, haciendo referencia a “complexity by focusing on linguistic structures, such as the presence of assignment, relational, and conditional propositions in mathematical problem statements” (p. 133).

## **2.2. Afectividad**

A lo largo de la historia, el aprendizaje se ha medido en base a los logros académicos adquiridos a nivel cognitivo, dejando en un segundo plano las variables socio-afectivas. Ha sido a partir de la década de los setenta cuando se ha comenzado a tener en cuenta la dimensión afectiva. De este modo, durante los últimos años han sido muchos los autores que han incorporado el dominio afectivo en sus investigaciones al considerarlo un factor clave en el estudio del aprendizaje de Matemáticas (Gil et al., 2005).

Una de las definiciones de dimensión afectiva con mayor aceptación es la planteada por McLeod (1989, como se citó en Gil et al., 2005), quien la define como “*un extenso rango de sentimientos y estados de ánimo, que son generalmente considerados como algo diferente de la pura cognición*” (p. 50). Así pues, engloba las creencias, actitudes y emociones como descriptores básicos dentro del dominio afectivo.

Una de las principales barreras que encontramos al hablar de *dimensión afectiva* es su conceptualización puesto que se trata de un término amplio y no existe una única definición que lo delimite. Por ello, tal y como señala Gómez-Chacón (2000), el hecho de no establecer una definición concreta supone limitaciones a la hora de tratar el afecto en el aprendizaje.

Continuando con la delimitación de su significado, autores como Krathwohl et al. (1973) establecen que la dimensión afectiva, además de actitudes, creencias y emociones, también incluye apreciaciones, gustos, preferencias y sentimientos.

Retomando la definición del autor McLeod (1989), a continuación, se van a contextualizar los descriptores básicos que componen la dimensión afectiva, los cuales son la actitud, las creencias y las emociones.

En primer lugar, se entiende por creencia la estructura cognitiva que construye el individuo y que le permite filtrar la nueva información en base a su esquema conceptual. Concretamente, tal y como señala McLeod (1992), las creencias matemáticas que un individuo puede poseer giran en torno a: las matemáticas como objeto de estudio, las creencias sobre uno mismo, sobre el proceso de enseñanza y acerca del contexto social.

En segundo lugar, la actitud hace referencia a la predisposición tanto positiva como negativa que presenta el individuo ante una tarea. En relación al ámbito de las matemáticas, este término hace referencia tanto a las actitudes matemáticas como a las actitudes hacia la Matemática (Hart, 1989).

Y por último, las emociones son “*respuestas organizadas más allá de la frontera de los sistemas psicológicos, incluyendo lo fisiológico, cognitivo, motivacional y el sistema experiencial*” (p. 25) (Gómez-Chacón, 2002). Así pues, estas respuestas surgen en base a un suceso concreto y supone una carga de significado agradable o desagradable.

Llegados a este punto, cabe destacar los dos constructos que diferencia Gómez-Chacón (2002) en su artículo acerca de las cuestiones afectivas. Esta autora diferencia el afecto local del afecto global con el fin de evaluar la dimensión afectiva. El afecto local alude a las emociones que un individuo experimenta durante la resolución de una tarea matemática; mientras que el afecto global hace referencia al resultado del afecto local, el cual contribuye a la construcción de un sistema de creencias, y la influencia sociocultural.

Tras conceptualizar los tres descriptores básicos, cabe destacar que entre ellos se establece una relación cíclica durante el aprendizaje (Gómez-Chacón, 2002). Por un lado, el contacto que tiene el sujeto en el aprendizaje de las matemáticas le generan diversas emociones, ya sean agradables o desagradables, e influyen en la constitución de un sistema de creencias; mientras que, por otro lado, el sistema de creencias que el estudiante presenta repercute directamente en sus actitudes durante la experiencia de aprendizaje.

### **2.2.1. Investigaciones en afectividad en contexto matemático**

Los estudios sobre las emociones y las creencias en el aprendizaje de las matemáticas son escasos en comparación con el estudio de las actitudes (Gil et al., 2005). De esta manera, McLeod (1990, como se citó en Gil et al., 2005) afirma que las investigaciones se han centrado mayormente en las actitudes debido a que estos afectos son estables y por ello, es posible evaluarlos a través de cuestionarios. Además, Gómez-Chacón (2000) habla de la dificultad de enmarcar las emociones dentro de un marco teórico establecido. Por lo tanto, esto supone una limitación para su diagnóstico y para elaborar herramientas que permitan su investigación.

A pesar de ello, Gómez-Chacón (2000) establece un instrumento para que los alumnos identifiquen los estados emocionales que experimentan. La herramienta denominada *mapa de humor de los problemas* consiste en la representación de 14 emociones mediante pictogramas e iconos. Así pues, una vez los alumnos se han familiarizado con el instrumento, deben dibujar los pictogramas que describen su estado emocional tras leer el enunciado, durante el proceso de resolución y tras finalizar el problema matemático. En vez de incluir los pictogramas en los problemas, también se puede crear una tabla para que los estudiantes marquen con una cruz cómo se sienten emocionalmente en los tres momentos mencionados anteriormente. De esta manera, se recogen datos sobre sus estados emocionales durante todo el desarrollo de la actividad planteada. Esta herramienta aborda dos enfoques diferentes. Por un lado, permite al

alumno identificar sus estados emocionales; y por otro lado, permite al profesorado analizar los registros de las reacciones.

En cuanto a la implementación del mapa de humor, existen diversos estudios en los que se ha puesto en práctica. Gómez-Chacón (1998) llevó a cabo una investigación para analizar las relaciones existentes entre la cognición y el afecto en el aprendizaje de las matemáticas. Para la dimensión afectiva se empleó este instrumento con el fin de registrar las emociones agradables y desagradables que cada estudiante manifestaba. Tras analizar los resultados, se concluye que el mapa de humor es una herramienta válida para registrar información acerca de los estados emocionales y, además, *“ha favorecido el autoconocimiento de las reacciones emocionales de los alumnos y el control y regulación del aprendizaje”* (Gómez-Chacón, 1998, pp. 448).

Además, otros autores también han empleado el mapa del humor como herramienta para conocer los estados emocionales de los estudiantes. Por ejemplo, Beltrán-Pellicer (2015) en su tesis pretende contextualizar la enseñanza de las matemáticas a través del diseño de secuencias didácticas en las que se exponen problemas matemáticos extraídos de diversos fragmentos de series o películas. Los estudiantes deben resolver las situaciones planteadas y, para conocer los estados emocionales que experimentan los alumnos durante su desarrollo, se propone el mapa del humor. A partir de este registro y de la herramienta de análisis SOM, es posible analizar la dimensión afectiva de cada alumno de manera individualizada detectando en todo momento la evolución de sus emociones y estableciendo conexiones entre las mismas.

Por otro lado, Tachack (2016) desarrolla un proyecto de investigación basado en potenciar la autorregulación emocional en tres estudiantes de 12 a 14 años que presentan un rendimiento académico bajo en el área de matemáticas. Uno de los objetivos planteados se centra en identificar las emociones, para lo cual adapta la herramienta elaborada por Gómez-Chacón introduciendo nuevos emoticonos y elaborando plantillas para su registro. De esta manera, los registros le permiten conocer qué estados emocionales movilizan los estudiantes, además de valorar si han sido capaces de controlar la autorregulación de las emociones.

En relación al afecto global, Markovits & Forgasz (2017) realizaron una investigación con el fin de examinar las creencias que poseen los estudiantes de Educación Primaria acerca de las matemáticas y su autopercepción. La investigación se realizó en cinco escuelas de Israel y contó con la participación de 281 estudiantes de cuarto y sexto grado. Para ello, se elaboró



un cuestionario compuesto por 14 ítems para recopilar datos relacionados con las creencias acerca de las matemáticas, las autopercepciones de su nivel de rendimiento, la relación entre el género y las matemáticas, las percepciones de los maestros y padres, etc. Una de las preguntas planteadas a los encuestados se basa en relacionar las matemáticas con un animal. Así pues, se establece el uso de la metáfora de los animales como instrumento para identificar las creencias de los estudiantes sobre las matemáticas. Esta herramienta permite conocer dichas creencias al tener que expresar sus opiniones mediante la descripción de un animal y la enumeración de características en común (Miller-Reilly, 2000 citado en Markoyits & Forgasz, 2017). Los resultados de esta investigación mostraron una gran variedad de creencias existentes, incluyendo creencias positivas y negativas. Por ejemplo, algunos alumnos compararon las matemáticas con un león, una metáfora que compara las matemáticas como una materia poderosa a la vez que intimidante y difícil de controlar; otros estudiantes compararon el gato o el elefante con la sabiduría y la inteligencia; varios alumnos establecieron razones relacionadas con el contenido matemático al comparar el dalmata con el número de manchas, el canguro porque salta de dos en dos, etc.; diversos alumnos expresaron creencias negativas sobre las matemáticas comparando el zorro con la irritación, el toro con la dificultad... Así pues, el empleo de la metáfora animal como instrumento de investigación ha permitido informar a los autores de la concepción del alumnado acerca de las matemáticas.

### **2.3. Afectividad y Problem Posing-Solving**

Las actividades basadas en la formulación y resolución de problemas matemáticos proporcionan una oportunidad para el desarrollo de habilidades tanto cognitivas como afectivas, ya que ambas áreas se encuentran estrechamente relacionadas entre sí (Cai & Leikin, 2020).

A continuación, se presentan diversas investigaciones centradas explícitamente en el campo afectivo de los estudiantes en estudios basados en la formulación y resolución de problemas matemáticos, ya que numerosos autores han puesto en práctica estas actividades con el objetivo de analizar los resultados de la implementación. Tal y como se ha mencionado en apartados anteriores, es posible encontrar estudios centrados en etapas educativas superiores a la Educación Primaria.

Por ejemplo, debido a la falta de estudios en el ámbito de la dimensión afectiva, Schindler & Bakker (2020) se dedicaron a indagar cómo surge y se desarrolla el componente

afectivo en relación con el *problem posing* durante la resolución de problemas matemáticos. Concretamente, su estudio se centra en analizar cómo evoluciona el campo afectivo de cuatro estudiantes suecos de 16 a 18 años escolarizados en educación secundaria, así como justificar los cambios durante este proceso. El estudio de caso consistió en un programa colaborativo en el que debían realizar diversas tareas enfocadas al planteamiento de problemas. Para recoger la información acerca del campo afectivo de los participantes, durante el desarrollo de las sesiones se emplearon técnicas de observación y grabaciones de vídeo. Posteriormente, los autores elaboraron una plantilla para clasificar toda la información recogida según los factores afectivos, entre ellos podemos encontrar las emociones, las actitudes, los valores, el interés y la motivación, las creencias acerca de las matemáticas y la autoeficacia. En cuanto a la interpretación de los resultados, los investigadores se centraron en una estudiante de 18 años que comenzó el programa con una reacción negativa, pero conforme iba avanzando, su interés aumentó. Una de las conclusiones alcanzadas en el estudio indica que la respuesta afectiva de la estudiante se debe a la escasa familiaridad con el enfoque *problem posing*. Esta hipótesis ya fue establecida por Silver (1994), quien afirmó que estas tareas pueden generar una influencia negativa en aquellos estudiantes que han tenido éxito en la enseñanza tradicional. Esta reacción se debe a que estos alumnos no están familiarizados con situaciones de frustración dentro del ámbito de las matemáticas, lo cual les genera incomodidad al enfrentarse a actividades nuevas.

Silber & Cai (2021) realizaron un estudio para explorar las posibilidades que la formulación de problemas puede ofrecer. La investigación, llevada a cabo en Estados Unidos, cuenta con 45 alumnos universitarios de pregrado que están inscritos en un curso de desarrollo de matemáticas. Este curso lo deben realizar los alumnos que no han obtenido una puntuación alta en las pruebas de acceso y pretende desarrollar su competencia matemática para tener éxito en las asignaturas del grado relacionadas con el cálculo y la estadística. De esta manera, los estudiantes inscritos en este curso suelen ser alumnos que presentan problemas con las matemáticas, han vivenciado experiencias negativas, han experimentado ansiedad matemática, etc. Así pues, este análisis pretende conocer el potencial de la formulación de problemas, así como la posibilidad de que esta tarea mejore el compromiso del alumnado. Concretamente, los autores de la investigación se centran en conocer estas dos cuestiones:

- (1) ¿Qué problemas matemáticos son capaces de plantear los estudiantes de pregrado sin preparación, y qué ideas matemáticas pueden invocar en esos problemas?
- (2) ¿Cómo

se relaciona el desempeño de estos estudiantes en la formulación de problemas con las calificaciones de sus cursos? (p. 880)

Para conocer los resultados, se planteó la formulación de cuatro problemas matemáticos basados en cuatro gráficos ofrecidos previamente para contextualizar su tarea. Estos gráficos se caracterizan por presentar cantidades y variables diferentes, lo cual permitirá dar respuesta a las cuestiones planteadas. Tras la implementación de las tareas, los investigadores evaluaron las respuestas elaboradas por los estudiantes. En primer lugar, tuvieron en cuenta el tipo de respuesta ofrecida, distinguiendo entre una pregunta matemática, una respuesta matemática y una pregunta no matemática. Después, dentro de las respuestas categorizadas como preguntas matemáticas, analizaron la posibilidad o no de resolución. Y por último, en aquellas tareas basadas en gráficos, también se analizó el tipo de ideas matemáticas que los estudiantes reflejaron en sus respuestas. Una vez analizadas todas las respuestas, se interpretaron los resultados y se obtuvo que la gran parte de respuestas elaboradas por estudiantes se corresponden con preguntas matemáticas resolubles, siendo la falta de información el principal motivo de su no resolución. Además, para conocer la relación entre *problem posing* y el rendimiento de los alumnos, los estudiantes se dividieron en tres grupos en función de la calificación obtenida al finalizar el curso. Así, se recogieron en diversas tablas los datos del estudio para conocer la proporción de las respuestas en base a cada uno de los grupos establecidos. Los resultados obtenidos sugieren que todos los alumnos pueden plantear problemas matemáticos independientemente de su rendimiento y que en cada tarea todos ellos presentan las mismas oportunidades a la hora de plantear preguntas matemáticas resolubles, ya que las respuestas ofrecidas son equivalentes. Concretamente, cabe destacar que en la primera tarea, los estudiantes de los tres niveles de rendimiento presentan un 50% aproximadamente de preguntas matemáticas resolubles, lo cual significa que la tarea ha supuesto un desafío para todos los estudiantes independientemente de su desempeño. Por lo tanto, en este estudio se respalda la idea de que la tarea *problem posing* presenta un gran potencial para trabajar los contenidos matemáticos y para fomentar con éxito el acceso al pensamiento en los estudiantes universitarios de pregrado.

## 2.4. Marco curricular

A continuación, en este apartado se pone de manifiesto la importancia que posee tanto la resolución y la formulación de problemas como la afectividad dentro del plan de estudios de matemáticas en Educación Primaria.

Para ello, se va a considerar la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación consolidada en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (en adelante, LOMCE) y en la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la LOE (en adelante, LOMLOE).

En primer lugar, en relación a los Objetivos Generales correspondientes a la Etapa de Educación Primaria, en ambos marcos legales se recogen los mismos objetivos. Entre ellos, se espera que los estudiantes alcancen objetivos como “g) *Desarrollar las competencias matemáticas básicas e iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones, así como ser capaces de aplicarlos a las situaciones de su vida cotidiana*” y “m) *Desarrollar sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como una actitud contraria a la violencia, a los prejuicios de cualquier tipo y a los estereotipos sexistas*” (LOMCE,2013; LOMLOE, 2020). Sin embargo, enfocándonos en el área de matemáticas es posible encontrar diferencias dentro de la estructura curricular entre ambos marcos legales.

### 2.4.1. Problem posing-solving dentro del marco curricular

Desde hace mucho tiempo, la resolución de problemas ha sido una parte integral del currículo escolar, mientras que el planteamiento de problemas ha recibido menos atención en comparación con la resolución (Silver & Cai, 2005). No obstante, en los últimos años, ha habido un aumento en el interés por el *problem posing* en la comunidad educativa de matemáticas, lo cual se ha visto reflejado en la normativa de referencia.

Comenzando por la LOMCE, la resolución de problemas se entiende como el principal foco de aprendizaje durante toda la etapa escolar, ya que es la base fundamental en la que se sustenta la educación matemática y una actividad que integra diversas capacidades básicas. Sin embargo, se empieza a observar el intento por integrar la práctica *problem posing* en el plan de estudios al proponer un estándar basado en “*Est.MAT.1.4.2. Inventa nuevos problemas, a partir*

*de uno resuelto variando los datos, proponiendo nuevas preguntas, conectándolo con la realidad, buscando otros contextos, etc.”.* Además, se pretende fomentar el desarrollo de diversas habilidades intelectuales, entre las cuales se encuentra la reversibilidad, es decir, la capacidad que permite no sólo resolver problemas, sino también plantearlos a partir de un resultado o una operación concreta.

Continuando con la LOMLOE (2020) considera también la resolución de problemas como uno de los pilares fundamentales de las matemáticas y del proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, recalca que esta actividad se aleja de ser un simple objetivo de aprendizaje que los estudiantes deben alcanzar. En otras palabras, la resolución de problemas no se limita a ser un método de aprendizaje, sino que se convierte en un vehículo a través del cual se construyen los conocimientos básicos.

Por otro lado, se observan cambios notables en relación al *problem posing*, ya que la LOMLOE introduce el término de la invención de problemas y conceptualiza su significado tomando como referencia la definición establecida por Silver (1994). Se entiende que esta actividad favorece la creatividad matemática, así como el aprendizaje significativo de los contenidos de la materia. En este caso, se le otorga una mayor relevancia en los criterios de evaluación puesto que se establece una competencia específica para la invención de problemas, la cual se basa en “*Explorar, formular y comprobar conjeturas sencillas o plantear problemas de tipo matemático en situaciones cercanas y significativas para el alumnado, reconociendo el valor del razonamiento y la argumentación para contrastar su validez, integrar y comprender nuevo conocimiento*”.

#### **2.4.2. La afectividad dentro del marco curricular**

Tal y como se ha mencionado anteriormente, uno de los Objetivos Generales de Etapa se basa en el desarrollo de la capacidad afectiva de los estudiantes. Sin embargo, en la LOMCE apenas se encuentra información relacionada con la dimensión afectiva. Únicamente se establece el desarrollo de las actitudes como un contenido básico en uno de los bloques del área de Matemáticas, en el cual se enumeran los siguientes aspectos: “*esfuerzo, espíritu de superación, confianza en las propias posibilidades, curiosidad y disposición positiva a la reflexión y expresión de las emociones e interés por la participación en el trabajo cooperativo*”.

Por el contrario, en la LOMLOE se observa un mayor protagonismo de la dimensión afectiva dentro del marco curricular. Concretamente, los saberes básicos contemplados en esta nueva ley se organizan en base a la dimensión cognitiva y la dimensión afectiva, estableciendo así seis sentidos: sentido numérico, sentido de la medida, sentido espacial, sentido algebraico y pensamiento computacional, sentido estocástico y sentido socioafectivo. De esta manera, se introduce el enfoque socioafectivo, considerándolo uno de los ejes fundamentales del sentido matemático. Concretamente, este sentido engloba tanto los conocimientos como las habilidades fundamentales para cultivar actitudes y creencias positivas hacia la materia y hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así pues, el manejo adecuado de estas habilidades favorece el aprendizaje, contrarresta las actitudes negativas hacia las matemáticas, desafía las creencias preconcebidas sobre el género y el talento innato, y fomenta la motivación intrínseca de los estudiantes. Además, para desarrollar este sentido es imprescindible la creación de un ambiente de aula que favorezca el aprendizaje.

Por otro lado, una de las competencias específicas establecidas hace referencia a la dimensión afectiva, en la cual se observa cómo se integran las actitudes, las creencias y las emociones. Concretamente, esta competencia específica define lo siguiente:

“CE.M.7. Desarrollar destrezas personales que ayuden a identificar y gestionar emociones al enfrentarse a retos matemáticos, fomentando la confianza en las propias posibilidades, apreciando el error y aceptando el bloqueo como parte del proceso de aprendizaje y adaptándose ante situaciones de incertidumbre, para desarrollar actitudes como la perseverancia y disfrutar en el aprendizaje de las matemáticas.”

En conclusión, a pesar de que hoy en día existe poca investigación en relación a la invención de problemas y la dimensión afectiva dentro del área de las matemáticas, en la nueva modificación de la LOE existe un gran interés por introducir estos conceptos dentro del plan de estudios. Tal y como se ha podido evidenciar, en comparación con leyes educativas anteriores, la LOMLOE introduce estos términos, otorgándoles una mayor relevancia y presencia en el ámbito educativo.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Contexto

Esta propuesta se ha diseñado e implementado durante el período de Prácticas Escolares llevado a cabo en el C.E.I.P. Juan XXIII, un centro educativo ubicado en la zona nordeste del barrio Delicias de Zaragoza (España).

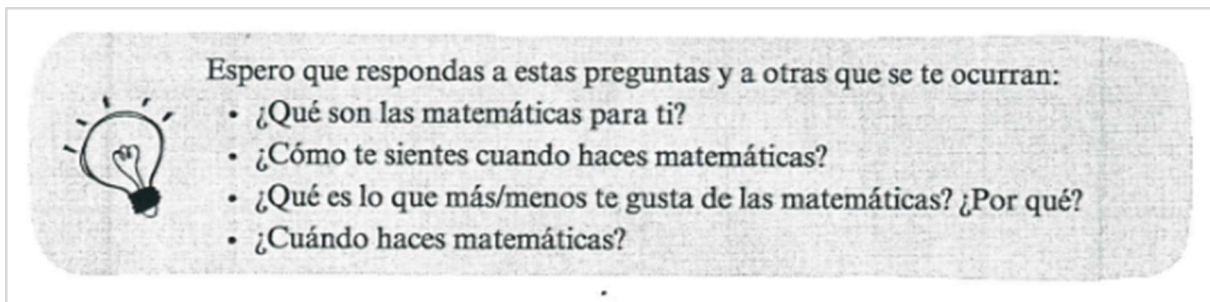
Los participantes se encuentran en el 6º curso de Educación Primaria y el grupo-aula está compuesto por un total de 24 alumnos (17 chicas y 7 chicos). No obstante, para el análisis de las respuestas se van a considerar únicamente 23 respuestas puesto que un alumno está experimentando un proceso personal complejo que le impide mostrar una actitud receptiva durante la implementación de las tareas. Por ello, si analizáramos sus respuestas todas ellas serían catalogadas como “no responde”.

#### 3.2. Instrumentos para revisar la dimensión afectiva

##### 3.2.1. Redacción *Yo y las matemáticas*

Con el fin de conocer e identificar las creencias que poseen los estudiantes acerca de las matemáticas y su autopercepción a la hora de enfrentarse a ellas, se ha elaborado una propuesta compuesta por dos secciones. Por un lado, se plantea una redacción denominada *Yo y las matemáticas* en la cual se espera que redacten sus ideas acerca de esta materia. Además, se han planteado cuatro preguntas para proporcionar ideas y guiar su tarea. Estas preguntas son las siguientes:

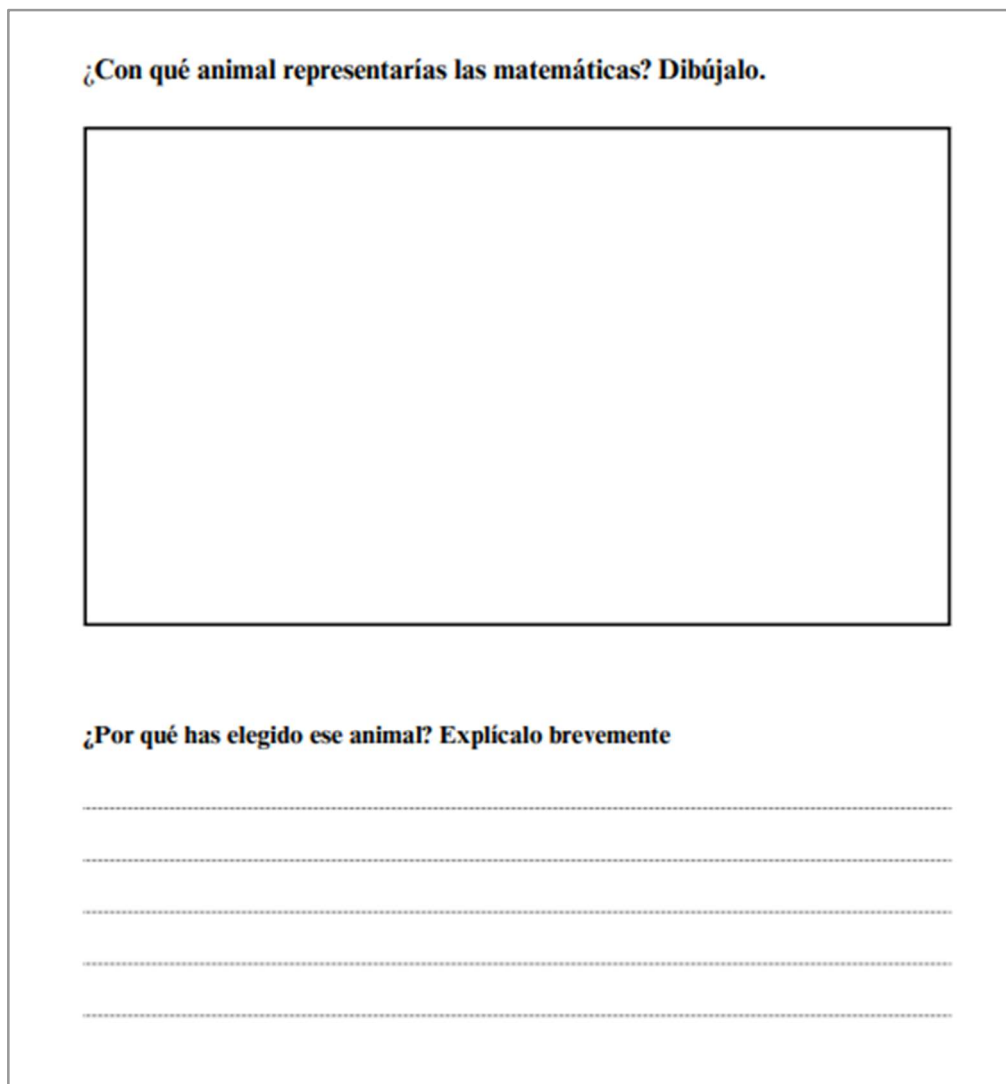
**Figura 1.** Preguntas *Yo y las matemáticas*



### 3.2.2. Metáfora animal

Por otro lado, se plantea la metáfora animal, un instrumento tomado como referencia de la investigación realizada por Markovits & Forgasz (2017), donde los alumnos deben representar las matemáticas con un animal, realizando un dibujo y estableciendo las características comunes entre ambos, así como justificando su elección. Para ello, se les proporciona una ficha en la cual aparecen las siguientes indicaciones:

**Figura 2.** *Plantilla Tarea metáfora animal*



¿Con qué animal representarías las matemáticas? Dibújalo.

¿Por qué has elegido ese animal? Explicalo brevemente

-----

-----

-----

-----

-----

### 3.2.3. Mapa de humor de los problemas

Para recoger los estados emocionales que experimentan los estudiantes durante el proceso de invención de problemas y su posterior resolución, se ha tomado como referencia el *mapa de humor de los problemas* propuesto por Gómez-Chacón (2000). De esta manera, se












plantea esta herramienta como objeto de estudio que permite al docente conocer los estados emocionales de los estudiantes. No obstante, como efecto colateral, esta herramienta fortalece el autoconocimiento del alumnado en base a sus reacciones.

Las emociones seleccionadas para la elaboración del mapa de humor son el resultado de los estados emocionales que los participantes experimentan durante la resolución de problemas, tal y como han expresado previamente. Así pues, se ha desarrollado una sesión para poner en común las emociones seleccionadas y para debatir sobre los emoticonos que representan cada una. De esta manera, se han realizado adaptaciones en base al mapa de humor elaborado por Gómez-Chacón (2000). Asimismo, se ha aprovechado la sesión para definir cada una de las emociones y exponer ejemplos de situaciones cotidianas en las que se pueden experimentar dichas emociones.

Esta herramienta se registra antes de realizar la tarea, durante el desarrollo y al finalizar la actividad, de tal manera que queda registrada la evolución de los estados emocionales de cada uno en una plantilla elaborada para ello. Dicha plantilla consta de un cuadrante en el que aparecen todos los pictogramas y el alumno únicamente debe marcar con una X la emoción que está experimentando en ese momento (Figura 3).

**Figura 3.** *Plantilla Mapa del Humor.*

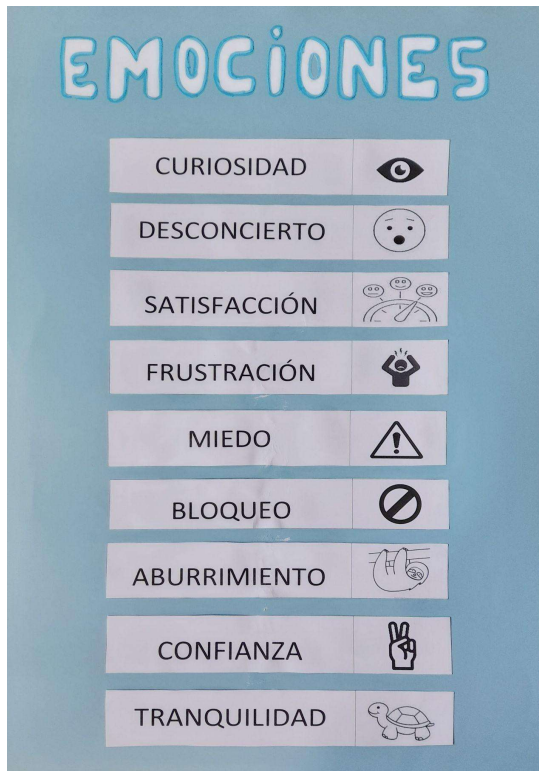
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre:.....  |   |   |   |   | Fecha:.....   |   |   |   |
| <b>Antes de empezar: ¿Qué sientes?</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Previa a la puesta en marcha de la sesión de invención de problemas, se ha implementado una sesión de prueba en la que los alumnos deben registrar sus emociones antes, durante y después de realizar una tarea. El objetivo de esta sesión se centra en que los estudiantes se habitúen a expresar sus emociones y se familiarizan con la herramienta, así como con las emociones y sus respectivos pictogramas. En este caso, se ha llevado a cabo en dos actividades que los alumnos están acostumbrados a realizar. Por un lado, los alumnos han

realizado una tarea basada en el trabajo de la técnica descontextualizada, es decir, han realizado operaciones matemáticas; y por otro lado, han realizado una tarea con enunciados contextualizados.

Además, se ha elaborado un mural para colocarlo en el aula y así, tener presente en todo momento a qué emoción hace referencia cada pictograma (Figura 4).

**Figura 4.** *Mural Emociones*



### 3.2.4. Formulación y resolución de problemas

Llegados a este punto, a continuación se va a explicar la tarea principal planteada a los estudiantes. Atendiendo a la clasificación propuesta por Silver (1994), esta tarea se enmarca como una actividad basada en el *problem posing* que tiene lugar de forma previa a la resolución de problemas. Además, se configura como una tarea semiestructurada, al ofrecer a los alumnos un contexto predefinido, concretamente, una representación gráfica.

Así pues, la tarea planteada para la invención de problemas está compuesta por cinco situaciones. La insignia principal que se ofreció a los alumnos para todos los casos fue la siguiente:

**Figura 5. Insigna Tarea Problem Posing**

Inventa el mayor número de problemas que estén relacionado con la imagen que aparece en el recuadro. Puedes formular más de una pregunta.

A través de las imágenes seleccionadas se espera que el alumnado movilice saberes del sentido numérico y del sentido de la medida, términos recogidos en la LOMLOE. Por un lado, el sentido numérico hace referencia a la comprensión, representación y empleo de números y operaciones matemáticas. Entre sus saberes se distingue el conteo, la cantidad, el sentido de las operaciones, etc. Por otro lado, el sentido de la medida se corresponde con la comprensión y comparación de atributos de los objetos. Así pues, se hace referencia a la magnitud, la medición y la estimación.

A continuación, se muestran las cinco situaciones propuestas:

- Actividad 1: La primera imagen planteada a los estudiantes (Figura 6) muestra una situación en la que se observa la presencia de tres individuos ubicados alrededor de una mesa con un plato y un vaso cada uno. La imagen ha sido tomada del libro de texto *Matemáticas. 5 Primaria*, Valvanera, A. et al., 2009, Ediciones SM

**Figura 6. Imagen de la Tarea 1**



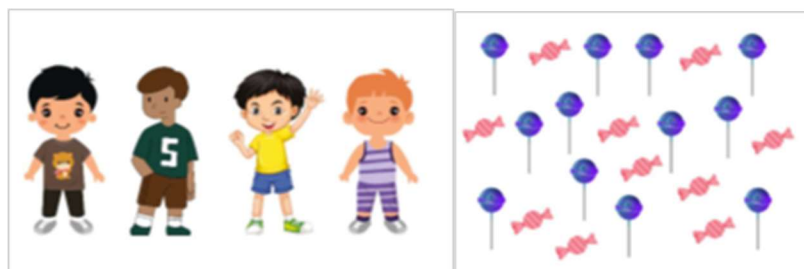
- Actividad 2: La imagen que se muestra en la Tarea 2 presenta una representación virtual de la sala de un cine en la cual se pueden observar tanto las butacas que se encuentran libres como aquellas que están ocupadas por los espectadores.

**Figura 7. Imagen de la Tarea 2**



- Actividad 3: En este caso se ofrecen dos situaciones. Por un lado, se plantea la presencia de cuatro niños; y por otro lado, se han representado un total de 12 chupachups y 10 caramelos. La fotografía ha sido elaborada específicamente para este contexto, empleando la plataforma Canva como herramienta didáctica.

**Figura 8.** *Imagen de la Tarea 3*



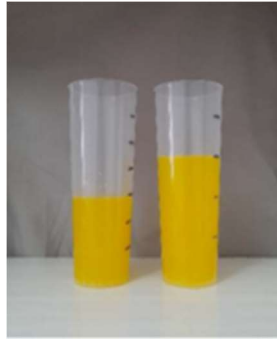
- Actividad 4: En la imagen se presentan tres rectángulos de diferente longitud. Concretamente, al primero de ellos se le ha asignado el valor 1. Por ello, se pretende introducir la unidad de medida como cantidad de magnitud a la que se adjudica el valor 1. Al igual que la figura 3, en este caso también se ha empleado la plataforma Canva.

**Figura 9.** *Imagen de la Tarea 4*



- Actividad 5: En la última imagen aparecen dos vasos con las medidas marcadas. Aunque ambos presentan la misma capacidad de volumen, en su interior no se encuentran llenos en la misma proporción.

**Figura 10.** *Imagen de la Tarea 5*



## 4. RESULTADOS

Tras implementar las diversas tareas planteadas, a continuación, se muestran los datos resultantes del análisis de las respuestas ofrecidas por los estudiantes. Dichos resultados se presentan en cinco grandes secciones que se corresponden con las cinco tareas llevadas a cabo: la redacción *Yo y las matemáticas*, la *Metáfora Animal*, el mapa del humor, la formulación de problemas matemáticos y la resolución de los mismos.

### 4.1. Redacción *Yo y las matemáticas*

Comenzando con la actividad *Yo y las matemáticas*, se analizan las respuestas ofrecidas por los estudiantes en cuanto a sus creencias, gustos, etc. sobre las matemáticas.

Al plantear preguntas orientativas que guíen su redacción, los alumnos se han limitado a dar respuesta a dichas cuestiones. Por ello, el análisis va a consistir en analizar cada una de las respuestas individualmente.

#### *Pregunta 1. ¿Qué son las matemáticas para ti?*

En cuanto a la primera cuestión, se han establecido diversas categorías en función de las respuestas ofrecidas por los alumnos acerca de cómo entienden las matemáticas. En este primer caso, el número de alumnos que responden son 21, ya que el alumno A7 no ha respondido dado respuesta a dicha pregunta. Así pues, los resultados son los siguientes:

**Tabla 1.** *Respuestas Yo y las matemáticas. Pregunta 1*

| <i>Las matemáticas están relacionadas con...</i> | Alumnos<br>(n = 21) | Porcentaje<br>(%) |
|--|---------------------|-------------------|
| Positiva   | 2                   | 9,52%             |
| Una asignatura                                   |                     |                   |
| Negativa   | 2                   | 9,52%             |
| Otros  | 4                   | 19,05%            |
| La utilidad en la vida cotidiana                 | 4                   | 19,05%            |
| Aspectos de gusto                                | 5                   | 23,81%            |
| Otros...   | 4                   | 19,05%            |

Tras examinar la Tabla 1, se puede apreciar cómo la categoría que presenta un mayor número de respuestas es aquella que establece una comparación entre las matemáticas como una asignatura. No obstante, es relevante destacar que los alumnos le han dado una atribución diferente, ya que algunos le han asignado aspectos tanto positivos como negativos, mientras que otros estudiantes han planteado observaciones más objetivas. De esta manera, las respuestas ofrecidas son las siguientes:

Aspectos positivos:

- A4. Una materia divertida.
- A5. Una asignatura divertida.

Aspectos negativos:

- A8. La peor asignatura, a veces es divertida y otras no.
- A9. Una clase muy complicada.

Otros:

- A2. Una asignatura para aprender a calcular.
- A10. Una materia del colegio que dependiendo del tema pueden ser aburridas o divertidas.
- A11. Una de las pocas materias que puedes entender porque no hay mucho que estudiar.
- A20. Una materia en la que aprendo muchas cosas.

Otros alumnos han establecido una conexión entre las matemáticas y su utilidad en la vida cotidiana, por lo que amplían la mirada más allá de una asignatura del colegio. Así pues, las respuestas ofrecidas son las siguientes:

- A14. Algo útil en varios temas y a veces algunas partes son un poco absurdas, pero sirven mucho.
- A15. Aburridas, pero necesarias para la vida cotidiana sobre todo en la vida adulta.
- A17. Hacer operaciones y cosas que nos sirven mucho en el día a día. Por ejemplo, €, cm...
- A19. Son vida porque el futuro tiene muchas cosas donde se utilizan las matemáticas.

En cuanto a la categoría que aborda los aspectos relacionados con el gusto, en este caso los alumnos únicamente se han limitado a definir las matemáticas con adjetivos y oraciones que reflejan su gusto personal. En este caso, encontramos las siguientes respuestas:

- A1. Depende de lo que sea me gusta o no.
- A12. Muy pesadas.
- A13. Algo divertido.
- A18. Son un poco complicadas.
- A23. Es un desastre para mí.

Finalmente, en relación a la última categoría, se han registrado cuatro respuestas de alumnos que no se ajustan a las categorías establecidas anteriormente. A continuación, se detallan las mismas:

- A3. Son números y cómo se relacionan entre ellos.
- A6. Son como un juego.
- A16. Hacer muchas ecuaciones, problemas y operaciones.
- A22. Unos signos que me hacen la vida escolar imposible.

*Pregunta 2. ¿Cómo te sientes cuando haces matemáticas?*

En relación a la segunda pregunta, en este caso los alumnos 22 han respondido a la misma. A continuación, en la tabla se muestran los resultados:

**Tabla 2.** *Respuestas Yo y las matemáticas. Pregunta 2*

| <i>Me siento...</i>                           | Alumnos                           | Nº Alumnos<br>(n = 22) | Porcentaje<br>(%) |
|---|-----------------------------------|------------------------|-------------------|
| Emoción positiva                              | A5, A10, A11, A17, A22            | 5                      | 22,73%            |
| Emoción negativa                              | A2, A3, A7, A8, A9, A12, A15, A16 | 8                      | 36,36%            |
| Dependiendo del tema<br>(positiva o negativa) | A1, A4, A14, A18, A19, A20, A21   | 7                      | 31,82%            |
| Otros...                                      | A6, A13                           | 2                      | 9,09%             |



Con respecto a la información proporcionada en la Tabla 2, se observa cómo un número mayor de alumnos (36,36%) experimenta una emoción negativa en comparación con aquellos que experimentan emociones positivas (22,73%). Asimismo, se identifican un grupo de 7 alumnos que han indicado experimentar emociones tanto positivas como negativas. Así, las justificaciones que han ofrecido hacen referencia a situaciones donde una operación o problema les sale bien o mal, así como los momentos en que se trata algún tema que les gusta o que no.

Finalmente, la última etiqueta catalogada como *Otros* recoge las respuestas de dos estudiantes que no se han podido asignar en las categorías anteriores. Por un lado, el alumno A6 no hace alusión a ninguna emoción específica, ya que menciona que “siente que experimenta nuevas cosas”. Y por otro lado, el alumno A13 responde con el adjetivo “normal”, un término neutro de difícil interpretación.

*Pregunta 3.1. ¿Qué es lo que más te gusta de las matemáticas?*

Continuando con la tercera pregunta, esta se va a dividir en dos secciones puesto que la pregunta engloba dos tipos de respuestas: aquello que más les gusta y lo que menos. Así pues, en este apartado se abordan los aspectos matemáticos que más les gustan a los alumnos, así como su correspondiente justificación.

Al igual que en la pregunta anterior, la totalidad de los alumnos han respondido a la misma, habiendo un conjunto total de 22 respuestas.

**Tabla 3.** *Respuestas Yo y las matemáticas. Pregunta 3.1*

| <i>Lo que más me gusta...</i> |                       | Alumnos<br>(n = 21)                           | Porcentaje<br>(%) |
|-------------------------------|-----------------------|---|-------------------|
|                               | Cálculo básico        | A2, A3, A4, A6, A8, A9,<br>A13, A16, A19, A20 | 47,63%            |
| Sentido<br>numérico           | Cálculo con decimales | A1, A5, A7, A14                               | 19,05%            |
|                               | Números romanos       | A18   | 4,76%             |
|                               | Sentido de la medida  | A7, A20                                       | 9,52%             |
|                               | Sentido espacial      | A15, A23                                      | 9,52%             |
|                               | Problemas             | A10   | 4,76%             |
|                               | Pensar                | A17   | 4,76%             |

Nota: El número total de respuestas son 22. Los alumnos A11, A12 y A22 no han contestado a esta pregunta, mientras que A7 y A20 han ofrecido dos respuestas, por lo que se han contabilizado como dos respuestas diferentes.

Tras analizar la Tabla 3, se evidencia que la mayoría de los estudiantes han hecho referencia a algún contenido de los saberes básicos. Entre las respuestas, la más demandada es el sentido numérico, haciendo hincapié principalmente en el cálculo con números enteros y decimales. Además, muchos de los estudiantes especifican que estas operaciones aritméticas se corresponden con las sumas, restas y multiplicaciones. Asimismo, dos estudiantes han hecho mención a la noción de medida y otros dos al sentido espacial, haciendo referencia a las figuras geométricas y los ángulos.

En relación a aquellos alumnos que no han mencionado un contenido matemático, nos encontramos con A10, quien ha mencionado que lo que más le gusta son los problemas matemáticos, y A17, quien ha destacado la acción de pensar que requiere realizar dichas tareas. La resolución de problemas no se ha considerado como un contenido matemático en sí, sino como un medio mediante el cual se construyen dichos saberes básicos.

Por último, en cuanto a las justificaciones que han ofrecido los alumnos para respaldar su elección, la mayoría giran en torno a la facilidad o la rapidez con la que estas tareas pueden llevarse a cabo. Sin embargo, encontramos la excepción del alumno A9, quien ha hecho referencia a que se le da bien ese contenido.

*Pregunta 3.2. ¿Qué es lo que menos te gusta de las matemáticas?*

Una vez analizados los aspectos matemáticos que más les gustan a los alumnos, a continuación se da paso a aquellos que menos interés generan.

Al observar la Tabla 4, es posible observar que lo que menos gusta a los estudiantes (43,75%) son los problemas matemáticos, seguidos por las fracciones (31,25%). Asimismo, se aprecia una disminución en la cantidad de respuestas vinculadas al sentido numérico, siendo estas referidas a las divisiones.

Finalmente, es relevante destacar que un alumno ha expresado su desagrado hacia los exámenes como el aspecto menos favorable de las matemáticas.

En cuanto a las justificaciones, mencionar que la mayoría de ellas están relacionadas con la complejidad y dificultad que supone llevar a cabo estas actividades. Asimismo, se encuentran otras respuestas relacionadas con el aburrimiento y lo lioso que pueden llegar a ser.

**Tabla 4.** *Respuestas Yo y las matemáticas. Pregunta 3.2*

| <i>Lo que menos me gusta...</i>   | Alumnos<br>(n = 16)               | Porcentaje<br>(%) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Sentido numérico (Divisiones)     | A1, A3, A10                       | 18,75%            |
| Sentido de la medida (Fracciones) | A5, A8, A9, A13, A14              | 31,25%            |
| Problemas                         | A1, A2, A4, A11, A12,<br>A16, A17 | 43,75%            |
| Exámenes                          | A6                                | 6,25%             |

Nota: En este caso, hay 7 alumnos que no responden a esta pregunta y 1 alumno que proporciona dos respuestas distintas. Por ello, el número total es de 16 respuestas.

#### *Pregunta 4. ¿Cuándo haces matemáticas?*

Finalmente, con respecto a la última pregunta, las respuestas de los estudiantes no concuerdan con las expectativas que se esperaba al plantear dicha cuestión. La intención detrás de la pregunta era descubrir los momentos en la vida cotidiana en los cuales utilizamos y aplicamos las matemáticas. Sin embargo, los alumnos han interpretado la pregunta como el momento en que realizan las tareas o deberes de matemáticas.

Por lo tanto, en este caso, la pregunta se considera inválida debido a que las respuestas no se ajustan a lo esperado. Así pues, en estudios posteriores será necesario reformularla.

## **4.2. Metáfora animal**

Continuando con la actividad *Metáfora Animal*, en este estudio se analizan las respuestas referentes a esta tarea. Al igual que en la actividad anterior, han participado 22 alumnos, quienes han seleccionado animales muy diversos y justificaciones muy variadas. Del conjunto de participantes que eligieron un animal, 20 de ellos han expuesto un razonamiento para justificar la razón que hay detrás de su elección, mientras que 2 alumnos (A5 y A23)

únicamente han representado gráficamente el dibujo del animal justificando que “ese animal es el primero que se le ha ocurrido al pensar en matemáticas”.

De esta manera, en la Tabla 5 se recogen las explicaciones de aquellos alumnos que han ofrecido para justificar su elección agrupadas en diversas categorías.

**Tabla 5.** *Explicaciones para justificar la elección del animal*

| Explicación<br><i>El alumno relaciona las matemáticas con...</i> | Alumnos<br>(n = 20) | Porcentaje<br>(%) |
|--|---------------------|-------------------|
| La inteligencia y la fortaleza                                   | 6                   | 30                |
| Las características externas o el comportamiento del animal      | 4                   | 20                |
| Opiniones negativas  | 4                   | 20                |
| La dificultad y el esfuerzo que implica                          | 3                   | 15                |
| La utilidad en la vida cotidiana                                 | 1                   | 5                 |
| Su animal favorito   | 1                   | 5                 |
| La autopercepción  | 1                   | 5                 |

Atendiendo al análisis de las respuestas, se observa cómo un 30% de los alumnos han relacionado las matemáticas con aspectos como la inteligencia, la sabiduría o la fortaleza.

- A9. El loro representa las matemáticas porque es un animal muy listo y hablando mucho como en las matemáticas porque hay un montón de problemas y operaciones.
- A2. El mono porque saben sumar, restar y combinar una serie de ejercicios. Hasta el 90% son mejores que los humanos.
- A19. El tigre porque las matemáticas son fuertes como él y los tigres son listos porque las matemáticas te hacen ser más inteligente para el futuro.
- A22. La ballena porque son muy inteligentes e interesantes, con ellas aprendes algo nuevo todos los días.
- A16. El león porque las matemáticas son salvajes como el león.

- A13. El león porque es tan fuerte como las matemáticas.

Un 20% de los alumnos han establecido relaciones entre las matemáticas y las características externas o comportamiento de los animales.

- A17. El conejo porque es muy orejón, ya que las matemáticas son de atender.
- A10. La serpiente porque al principio parecen sencillas, pero no lo son, igual que las matemáticas.
- A3. La serpiente porque su piel tiene forma geométrica.
- A20. El elefante porque son muy grandes como las matemáticas.

Las relaciones entre las matemáticas y la dificultad o esfuerzo que estas suponen han sido razones proporcionadas por 3 estudiantes.

- A6. La tortuga porque es lenta y las matemáticas hay que hacerlas lentamente.
- A11. El caracol porque es mejor hacer las matemáticas lentas y bien, que hacer los ejercicios rápido y mal.
- A18. El perro porque hay que practicar para aprender a controlarles como las matemáticas que son un poco difíciles y hay que practicar para saber manejarlas.

Por otro lado, un 20% de los estudiantes emplearon la metáfora animal para exponer opiniones negativas acerca de las matemáticas.

- A7. El perezoso porque las matemáticas no me gustan y algunas veces me da pereza hacerlas, aunque otras veces sí me gusta hacerlas.
- A8. El perezoso porque es aburrido y lo único que hace es dormir y cuando la profe da matemáticas en clase me aburre y me dan ganas de dormir.
- A12. La iguana porque te persigue toda la vida como las matemáticas.
- A15. El elefante porque las matemáticas se me hacen igual de pesadas que uno.

Siguiendo con las categorías establecidas en la tabla, se aprecia como un alumno ha relacionado las matemáticas con su utilidad en la vida cotidiana. En este caso, A14 ha

seleccionado la paloma porque es un animal que vuela por encima de los supermercados, y en estos establecimientos se utilizan las matemáticas.

Otra categoría es el animal favorito, ya que el motivo por el cual una alumna (A4) ha elegido su animal es debido a que el perro es su animal favorito, al igual que las matemáticas, que es su asignatura favorita.

Y finalmente, mencionar que una alumna (A1) ha expresado su autopercepción a la hora de seleccionar el animal. En este caso, ha elegido la tortuga al considerar que es muy lenta en todo lo que es cálculo, resolución de problemas, etc.

### 4.3. Formulación de problemas matemáticos

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en la fase de formulación de los problemas matemáticos. La Tabla 6 muestra la proporción de las respuestas ofrecidas por los estudiantes en relación a las cinco tareas planteadas. En ella se observa que la mayoría de los alumnos elaboran al menos una respuesta en todas las tareas. Sin embargo, en las dos últimas tareas propuestas se observa un porcentaje de alumnos no responden.

**Tabla 6.** *Proporción de respuestas elaboradas por los alumnos en cada tarea*

| Nº Tarea | No responde | Una respuesta | Dos respuestas | Tres o más respuestas |
|----------|-------------|---------------|----------------|-----------------------|
| Tarea 1  | 0%          | 61,9%         | 33,3%          | 4,8%                  |
| Tarea 2  | 0%          | 71,43%        | 19,05%         | 9,52%                 |
| Tarea 3  | 0%          | 76,19%        | 19,05%         | 4,76%                 |
| Tarea 4  | 38,1%       | 52,38%        | 9,52%          | 0%                    |
| Tarea 5  | 28,57%      | 61,91%        | 9,52%          | 0%                    |

A continuación, se expone un análisis específico de cada una de las tareas, atendiendo a características como el tipo de respuestas ofrecidas, la complejidad, la estructura semántica, etc.

#### 4.3.1. Formulación de la Tarea 1

En cuanto a la Tarea 1, en primer lugar, se analiza el tipo de respuesta elaborada por el alumno. En la Tabla 7 se muestra la proporción de las respuestas en función de si estas son matemáticas o no matemáticas, entendiendo el término de pregunta matemática como una pregunta cuya respuesta se puede obtener a través de un proceso de razonamiento matemático o cuantitativo. Así pues, se observa que el 97,5% de las preguntas planteadas por los estudiantes son preguntas matemáticas, lo cual se corresponde al 39 de 40 respuestas ofrecidas.

A continuación, se analizan las respuestas en relación a la Tarea 1. Tal y como se muestra en la Tabla 6, todos los alumnos han ofrecido al menos una respuesta.

**Tabla 7.** *Tipo de respuesta*

| <i>Tipo de respuestas elaboradas por el alumno</i> |                        | Respuestas<br>(n = 40) | Porcentaje<br>(%) |
|--|------------------------|------------------------|-------------------|
| Elabora una pregunta                               | Pregunta Matemática    | 39                     | 97,5%             |
|  | Pregunta No Matemática | 1                      | 2,5%              |
| No elabora una pregunta                            |                        | 0                      | 0%                |

Nota: en aquellos casos en los que un alumno ha diseñado más de una respuesta o varias preguntas en una misma respuesta, se han contabilizado todas ellas como si fueran preguntas. De esta manera, queda justificado que a pesar de que hay 21 alumnos, realmente se han elaborado 39 preguntas.

En relación con los problemas que presentan una pregunta asociada a un contenido matemático, podemos establecer el análisis de si existe la posibilidad de dar respuesta a la pregunta planteada o no. Este análisis se muestra en la Tabla 8, en la cual además de recoger si las respuestas son resolubles o no, también se analiza la correspondencia con el contenido gráfico. Así pues, se tienen en cuenta dos aspectos. Por un lado, si las preguntas matemáticas planteadas son resolubles o no; y por otro lado, si las preguntas resolubles requieren de la representación visual para su resolución o por el contrario, los datos aparecen directamente en el enunciado.

**Tabla 8.** Resolución de las preguntas planteadas

| <i>Resolución de las preguntas planteadas por el alumno</i> |  | Respuestas<br>(n = 39)                                   | Porcentaje<br>(%) |       |
|---|--|--|-------------------|-------|
| Resoluble   | Requiere revisar el contenido gráfico para su resolución | 2  | 5,1%              |       |
|   | Los datos aparecen en el enunciado                       | Los datos del enunciado se corresponden con la imagen    | 13                | 33,3% |
|   |  | Los datos del enunciado no se corresponden con la imagen | 19                | 48,7% |
| No resoluble  |  | 5  | 12,9%             |       |

Atendiendo a los datos recogidos en la Tabla 8, es posible observar como el 87,1% de las preguntas matemáticas planteadas son resolubles, mientras que el 12,9% restante, lo cual equivale a 5 respuestas, no puede ser resuelto. Entre los principales motivos por los cuales no es posible su resolución encontramos una pregunta que presenta un enunciado incoherente de la redacción, dos preguntas en las que falta información sobre el significado aritmético de la cantidad y otras dos preguntas donde existe imprecisión en el lenguaje.

Retomando las preguntas matemáticas que sí que son resolubles, se observa que solo 2 preguntas (5,1%) requieren revisar el contenido gráfico para su resolución, mientras que el resto de las preguntas (82%) introducen los datos de forma explícita en el enunciado. Así pues, dentro de estas preguntas en las que los datos vienen ya dados es posible diferenciar los casos en los que estos datos se corresponden con la imagen (33,3%) frente a los casos en los que no existe dicha correspondencia (48,7%).

Continuando con el análisis de la Tarea 1, en aquellos en los que el enunciado que se plantea tiene resolución, podemos revisar la complejidad asociada al contenido matemático que se exige para llegar a dicha solución. Así pues, es posible diferenciar los tipos de situaciones que plantean los estudiantes, distinguiendo entre situaciones aditivas, las cuales se resuelven



mediante una suma o una resta, y situaciones multiplicativas, las cuales se resuelven mediante una multiplicación o división entera. De este modo, en la Tabla 9 se muestra la proporción de las respuestas según los tipos de situación mencionados, observando de este modo unos porcentajes igualados.

**Tabla 9.** *Tipos de situación*

| <i>Tipo de situación planteada por el alumno</i> | Respuestas<br>(n = 32) | Porcentaje<br>(%) |
|--|------------------------|-------------------|
| Situación Aditiva                                | 16                     | 50%               |
| Situación Multiplicativa                         | 16                     | 50%               |

Nota: A pesar de haber 34 respuestas resolubles, tres respuestas no se han contabilizado porque no movilizan ningún tipo de situación aditiva-multiplicativa. Por un lado, dos respuestas establecen un tipo de situación en la que únicamente requiere revisar la operación división realizada en el proceso anterior para llegar a su solución; y por otro lado, una respuesta establece una situación de ordenación de números naturales apoyada en técnicas de conteo sobre la imagen. Además, un alumno establece una pregunta matemática que combina ambos tipos de situaciones, ya que la pregunta requiere que la solución se resuelva en primer lugar con una multiplicación y después con dos restas. Por lo tanto, el número total que se contabiliza para analizar el tipo de situación es de 32 respuestas matemáticas.

Finalmente, para completar el análisis se analizan las estructuras semánticas que emergen en cada tipo de situación. En el caso de las situaciones aditivas (Tabla 10), la mayoría de las respuestas se ajustan a una estructura semántica Estado–Transformación–Estado (ETE), aunque también es posible observar algún ejemplo de estructura Estado-Estado-Estado (EEE) y Estado-Comparación-Estado (ECE). En el caso de las situaciones multiplicativas, todas las respuestas se corresponden con una situación Estado-Razón-Estado (ERE).

**Tabla 10.** *Tipo de estructura semántica de las situaciones aditivas*

| <i>Estructura semántica – Situaciones Aditivas</i> | Respuestas<br>(n = 16)         | Porcentaje<br>(%) |        |
|--|--------------------------------|-------------------|--------|
| EEE  | Incógnita en el estado total   | 2                 | 12,5%  |
|  | Incógnita en un estado parcial | 1                 | 6,25%  |
| ETE  |                                | 11                | 68,75% |
| ECE  |                                | 2                 | 12,5%  |

### 4.3.2. Formulación de la Tarea 2

A continuación, se analizan las respuestas en relación a la Tarea 2. Tal y como se muestra en la Tabla 6, todos los alumnos han ofrecido al menos una respuesta. Concretamente, un 71,43% de los alumnos han elaborado una respuesta, un 19,05% dos respuestas y un 9,52% tres o más respuestas.

Atendiendo al tipo de respuesta, en la Tabla 11 se recoge la proporción de respuestas en función del tipo de respuesta al que corresponden. Así pues, el 90% de las respuestas se corresponde con una pregunta matemática, el 2,5% ha elaborado una pregunta no matemática y el 7,5% restante se corresponde con una situación en la que un estudiante ha elaborado un total de tres preguntas sin elaborar un contexto escrito para cada una de ellas. Para ello, se ha creado una nueva categoría denominada “No elabora un contexto escrito para las preguntas”.

**Tabla 11.** *Tipo de respuesta*

| <i>Tipo de respuestas elaboradas por el alumno</i> |                        | Respuestas<br>(n = 40) | Porcentaje<br>(%) |
|--|------------------------|------------------------|-------------------|
| Elabora una pregunta                               | Pregunta Matemática    | 36                     | 90%               |
|  | Pregunta No Matemática | 1                      | 2,5%              |
| No elabora una pregunta                            |                        | 0                      | 0%                |
| No elabora un contexto escrito para las preguntas  |                        | 3                      | 7,5%              |

Nota: Los 21 participantes en el estudio han elaborado un total de 40 preguntas, ya que se han contabilizado las respuestas individualmente.

En relación con los enunciados que presentan una pregunta asociada a un contenido matemático, se puede establecer un análisis en función del tipo de representación del número. Así pues, en la Tabla 12 observamos que la mayoría de las respuestas (72,09%) presentan un tipo de representación del número natural, mientras que el 25,58% han optado por introducir el porcentaje y el 2,33% ha empleado la fracción.

**Tabla 12.** *Sistema de representación del número*

| <i>Tipo de sistema de representación del número</i> | Respuestas<br>(n = 43) | Porcentaje<br>(%) |
|---|------------------------|-------------------|
| Número natural                                      | 31                     | 72,09%            |
| Porcentaje  | 11                     | 25,58%            |
| Fracción  | 1                      | 2,33%             |

Nota: El número total de respuestas es 43 puesto que siete estudiantes han elaborado un enunciado que combina dos tipos de representación del número. Por lo tanto, se ha contabilizado en ambas categorías.

Además del tipo de representación del número, también podemos establecer el análisis de si es posible dar respuesta a la pregunta planteada en aquellos casos que hayan presentado una pregunta matemática. Este análisis se muestra en la Tabla 13, donde se categoriza entre resoluble y no resoluble, además de observar si las preguntas resolubles requieren revisar el contenido gráfico o los datos se corresponden con la imagen. En este caso, el 72,22% de las respuestas sí que son resolubles, frente al 27,78% que no. Dentro de las respuestas resolubles, observamos que únicamente tres respuestas exigen la revisión del contenido gráfico para su resolución, ya que el resto de las respuestas dan todos los datos necesarios en el enunciado del problema. Por un lado, los datos del enunciado se corresponden con la imagen en tres respuestas (8,33%), mientras que en 20 respuestas (55,56%) los datos proporcionados no se corresponden con la imagen ofrecida. Por lo tanto, esto nos permite reflexionar acerca de la función que presentan las imágenes y los contenidos gráficos que acompañan a los enunciados matemáticos.

En cuanto a las preguntas categorizadas como no resolubles, existen diversos motivos por los cuales no es posible su resolución. Concretamente, en cuatro respuestas faltan datos para poder resolverlo, en tres respuestas se ha planteado un enunciado incoherente y en tres respuestas existe imprecisión en el lenguaje.

**Tabla 13.** Resolución de las preguntas planteadas

| <i>Resolución de las preguntas planteadas por el alumno</i> |  | Respuestas<br>(n = 36)                                   | Porcentaje<br>(%) |        |
|---|--|--|-------------------|--------|
| Resoluble   | Requiere revisar el contenido gráfico para su resolución | 3  | 8,33%             |        |
|   | Los datos aparecen en el enunciado                       | Los datos del enunciado se corresponden con la imagen    | 3                 | 8,33%  |
|   |  | Los datos del enunciado no se corresponden con la imagen | 20                | 55,56% |
| No resoluble  |  | 10   | 27,78%            |        |

Nota: En la categoría “Resolubles” se han contabilizado las respuestas a pesar de que el resultado fuera incoherente debido a las cantidades elegidas. Se han elaborado cinco enunciados en los que se atribuye un número decimal a una variable que sólo admite números naturales. A pesar de ello, se analizan como si fueran resolubles.

En aquellos casos en los que el enunciado que se plantea tiene resolución, podemos revisar la complejidad asociada al contenido matemático que se exige para llegar a dicha solución. Para ello, se diferencia entre una situación aditiva y una situación multiplicativa. Atendiendo a los resultados, se observa que los alumnos han elaborado un mayor número de preguntas matemáticas que se resuelven con una suma o una resta (64,52%) en comparación con aquellas que se resuelven con una multiplicación o división (35,48%).

**Tabla 14.** Tipos de situación

| <i>Tipo de situación planteada por el alumno</i> | Respuestas<br>(n = 31) | Porcentaje<br>(%) |
|--|------------------------|-------------------|
| Situación Aditiva                                | 20                     | 64,52%            |
| Situación Multiplicativa                         | 11                     | 35,48%            |

Nota: A pesar de haber 26 respuestas resolubles, hay cinco alumnos que han establecido una pregunta matemática que combina ambos tipos de situaciones. Por lo tanto, el número total que se contabiliza para analizar el tipo de situación es de 31 respuestas matemáticas.

Finalmente, analizan las estructuras semánticas que emergen en cada tipo de situación. Por un lado, la Tabla 15 muestra los tipos de estructura semántica de las situaciones aditivas. En este caso, más de la mitad de las respuestas se ajustan a una situación Estado-Estado-Estado (EEE), mientras que 7 respuestas se corresponden con una situación ETE y 1 respuesta se corresponde con una situación ECE. Y por otro lado, para analizar las estructuras semánticas de las situaciones multiplicativas no es necesario elaborar ninguna tabla puesto que todas las respuestas matemáticas se corresponden con una situación Estado-Razón-Estado (ERE).

**Tabla 15.** *Tipo de estructura semántica de las situaciones aditivas*

| <i>Estructura semántica – Situaciones Aditivas</i> | Respuestas<br>(n = 20) | Porcentaje<br>(%) |
|--|------------------------|-------------------|
| EEE  | 12                     | 60%               |
| ETE  | 7                      | 35%               |
| ECE  | 1                      | 5%                |

### 4.3.3. Formulación de la Tarea 3

En cuanto a la Tarea 3, tal y como se muestra en la Tabla 6, todos los estudiantes participantes en el estudio han elaborado al menos una respuesta. Concretamente, el 76,19% ha elaborado una respuesta, mientras que el 19,05% ha elaborado dos respuestas y el 4,76% tres o más.

Teniendo en cuenta el número total de respuestas elaboradas por los 21 estudiantes, se ha seguido la misma estructura del análisis que en las tareas analizadas anteriormente. En primer lugar, se ha analizado el tipo de respuestas, distinguiendo así entre pregunta matemática, pregunta no matemática o preguntas sin un contexto escrito. Los resultados se pueden observar en la Tabla 16, donde se observa como un 86,67% de las respuestas se corresponden con una

pregunta matemática, mientras que el 2,22% son preguntas no matemáticas y el 11,11% son respuestas en las que no se ha elaborado un contexto escrito para las preguntas.

**Tabla 16.** *Tipo de respuesta*

| <i>Tipo de respuestas elaboradas por el alumno</i> |                        | Respuestas<br>(n = 45) | Porcentaje<br>(%) |
|--|------------------------|------------------------|-------------------|
| Elabora una pregunta                               | Pregunta Matemática    | 39                     | 86,67%            |
|  | Pregunta No Matemática | 1                      | 2,22%             |
| No elabora una pregunta                            |                        | 0                      | 0%                |
| No elabora un contexto escrito para las preguntas  |                        | 5                      | 11,11%            |

Nota: Se ha tenido en cuenta si un alumno ha elaborado más de una respuesta o más de una pregunta en el mismo enunciado matemático. De este modo, se han contabilizado 45 respuestas en total.

En cuanto a los problemas que presentan una pregunta relacionada con un contenido matemático, podemos realizar un análisis para determinar si es posible proporcionar una respuesta a dicha pregunta y cómo se ofrecen los datos. Así pues, en la Tabla 17 se muestran los resultados cuantitativos que reflejan cómo la mayoría de los alumnos plantean un enunciado matemático resoluble. Concretamente, el 79,49% de las respuestas son resolubles, de las cuales el 23,08% requiere revisar el contenido gráfico para poder resolver el problema mientras que en el resto de casos los datos vienen ya dados en el enunciado. De estos casos, los datos de 15 respuestas se corresponden con la imagen frente a los datos de 7 respuestas, los cuales no se corresponden con la imagen ofrecida. Por otro lado, en relación a las preguntas matemáticas no resolubles, las cuales suman un total de 8 respuestas, el motivo se centra en la incoherencia de la redacción.

**Tabla 17.** Resolución de las preguntas planteadas

| <i>Resolución de las preguntas planteadas por el alumno</i> |  | Respuestas<br>(n = 39)                                   | Porcentaje<br>(%) |        |
|---|--|--|-------------------|--------|
| Resoluble   | Requiere revisar el contenido gráfico para su resolución | 9  | 23,08%            |        |
|   | Los datos aparecen en el enunciado                       | Los datos del enunciado se corresponden con la imagen    | 15                | 38,46% |
|   |  | Los datos del enunciado no se corresponden con la imagen | 7                 | 17,95% |
| No resoluble  |  | 8  | 20,51%            |        |

Nota: A la hora de categorizar las preguntas planteadas, se han contabilizado 20 preguntas como resolubles a pesar de mostrar *Imprecisión en el lenguaje* debido a que el enunciado no especifica si el reparto se realiza en partes iguales.

Continuando con el análisis, en aquellos casos en los que el enunciado matemático que se plantea tiene resolución, es posible revisar la complejidad asociada al contenido matemático que se exigen para llegar a dicha solución. Así pues, al igual que en las tareas anteriores, se analizan los tipos de situación que se movilizan en cada una de los enunciados planteados.

**Tabla 18.** Tipos de situación

| <i>Tipo de situación planteada por el alumno</i> | Respuestas<br>(n = 32) | Porcentaje<br>(%) |
|--|------------------------|-------------------|
| Situación Aditiva                                | 7                      | 21,87%            |
| Situación Multiplicativa                         | 25                     | 78,13%            |

Nota: El número de respuestas matemáticas a analizar en esta ocasión suman un total de 32 respuestas puesto que hay varios enunciados que movilizan dos situaciones y hay numerosas respuestas que establecen un tipo de situación en la que únicamente requiere revisar la operación división realizada en el proceso anterior para llegar a su solución.

En la Tabla 18 se muestra la proporción de las preguntas matemáticas en función del tipo de situación. En este caso, la mayoría de las respuestas están relacionadas con una situación multiplicativa, sumando un total de 25 respuestas, mientras que solo 7 respuestas se asocian con una situación aditiva. Esto se debe a que la imagen fomenta la movilización de la técnica de reparto igualitario, lo que hace que la división sea la operación más común empleada para formular el problema.

Finalmente, se analizan las estructuras semánticas que emergen en cada tipo de situación. Comenzando con las situaciones aditivas, en la Tabla 19 se muestra que una respuesta se asocia a la estructura EEE y seis respuestas se corresponden con la categoría ETE. Mientras que en el caso de las situaciones multiplicativas, al igual que en las tareas anteriores, todos los estudiantes han elaborado una situación asociada a la categoría Estado-Razón-Estado (ERE).

**Tabla 19.** *Tipo de estructura semántica de las situaciones aditivas*

| <i>Estructura semántica – Situaciones Aditivas</i> | Respuestas<br>(n = 7) | Porcentaje<br>(%) |
|--|-----------------------|-------------------|
| EEE  | 1                     | 14,29%            |
| ETE  | 6                     | 85,71%            |

#### **4.3.4. Formulación de la Tarea 4**

En relación al análisis de la Tarea 4, en la Tabla 6 se muestra cómo ha observado un alto porcentaje en el alumnado que no responde la tarea. Este porcentaje (38,1%) se corresponde con un total de 8 estudiantes, de los cuales tres alumnos han tratado de intentar resolverlo a pesar de no haber formulado ninguna respuesta. El resto de los estudiantes han elaborado entre una y dos respuestas.

En las tareas anteriores, el análisis se ha centrado en identificar la complejidad de los enunciados matemáticos elaborados por los estudiantes. Sin embargo, en la Tarea 4 se va a hacer especial hincapié en el tipo de contexto que formulan los alumnos. Es decir, si elaboran un contexto desde el punto de vista aritmético, de medida, etc. Así pues, en la Tabla 20 se muestra dicha proporción, de la cual se puede extraer que el 66,66% de las respuestas



planteadas se basan en un contexto de medida, identificando así que en el contenido gráfico ofrecido se pretende trabajar la medida; mientras que el 26,67% han elaborado un enunciado matemático basado en un contexto aritmético y el 6,67% en un contexto algebraico.

**Tabla 20.** Tipo de contexto matemático

| Tipo de contexto matemático | Respuestas<br>(n = 15) | Porcentaje<br>(%) |
|-----------------------------|------------------------|-------------------|
| Contexto aritmético         | 4                      | 26,67%            |
| Contexto de medida          | 10                     | 66,66%            |
| Contexto algebraico         | 1                      | 6,67%             |

Nota: Hay dos estudiantes que elaboran dos respuestas matemáticas, por lo que el número total de respuestas es 15.

Dentro de los problemas matemáticos elaborados desde el punto de vista de la medida, se analiza a qué tipo de magnitud hacen referencia. De esta manera, se observa que todas las respuestas hacen referencia a la magnitud de longitud. Sin embargo, no todas ellas emplean una unidad de medida concreta. En este caso, 7 estudiantes toman una unidad de medida del Sistema Métrico Decimal (SMD), mientras que en 3 respuestas no se ha representado ninguna unidad de medida.

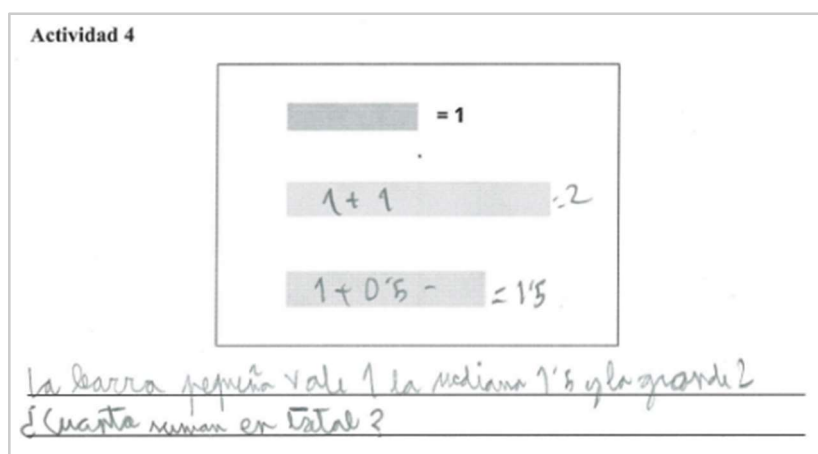
A continuación, se muestran dos ejemplos de cada situación. Por un lado, un enunciado matemático en el que se emplea la unidad de medida de los centímetros (Figura 11); y por otro lado, un enunciado matemático en el que no se emplea ninguna unidad de medida (Figura 12).

**Figura 11.** Enunciado de la Tarea 4 elaborado por A12

Actividad 4

1. Una tabla de madera mide 1cm la otra 5cm y la ultima 3,7cm. ¿Cuanto mediran en total?

**Figura 12.** Enunciado de la Tarea 4 elaborado por A13



#### 4.3.5. Formulación de la Tarea 5

Por último, se expone el análisis de la formulación de los problemas matemáticos referentes a la Tarea 5. En este caso, los datos presentados en la Tabla 6 indican la cantidad de respuestas que han ofrecido. En este caso, seis estudiantes no han respondido la tarea, mientras que 15 alumnos sí que han respondido. Dentro de estos 15 alumnos, 13 han proporcionado una única respuesta y 2 han elaborado dos respuestas.

En primer lugar, se analiza el tipo de respuesta elaborada por el alumno. Para ello, se han contabilizado las preguntas de cada enunciado planteado por los alumnos. De tal manera que encontramos un total de 23 respuestas. En la Tabla 21, se recoge que el 95,65% de las respuestas se corresponden con una pregunta matemática, mientras que el 4,35% que se corresponde con una única respuesta se categoriza como pregunta no matemática.

**Tabla 21.** Tipo de respuesta

| <i>Tipo de respuestas elaboradas por el alumno</i> |                        | Respuestas<br>(n = 23) | Porcentaje<br>(%) |
|--|------------------------|------------------------|-------------------|
| Elabora una pregunta                               | Pregunta Matemática    | 22                     | 95,65%            |
|  | Pregunta No Matemática | 1                      | 4,35%             |
| No elabora una pregunta                            |                        | 0                      | 0%                |
| No elabora un contexto escrito para las preguntas  |                        | 0                      | 0%                |

Atendiendo a las preguntas matemáticas, se procede a analizar la posibilidad de resolver o no el enunciado planteado. De tal manera que en la Tabla 22 se extrae que un 86,36% de las preguntas son resolubles frente a un 13,64% que no. Concretamente, todas las respuestas resolubles tienen en común que los datos vienen ya dados en el enunciado y no se corresponden con la imagen. Por lo tanto, la imagen únicamente ha servido para contextualizar el contexto de las situaciones planteadas, sin hacer hincapié en la información específica que proporciona, ya que en ningún caso es necesario revisar el gráfico ni se muestra una correspondencia entre los datos y el enunciado.

Por otro lado, las tres respuestas categorizadas como no resolubles se deben a que dos enunciados son incoherentes y en un enunciado faltan datos para poder resolverlo.

**Tabla 22.** Resolución de las preguntas planteadas

| <i>Resolución de las preguntas planteadas por el alumno</i> |  | Respuestas<br>(n = 22)                                | Porcentaje<br>(%) |       |
|---|--|---|-------------------|-------|
| Resoluble   | Requiere revisar el contenido gráfico para su resolución | 0   | 0%                |       |
|   | Los datos aparecen en el enunciado                       | Los datos del enunciado se corresponden con la imagen | 0                 | 0%    |
|   | Los datos del enunciado no se corresponden con la imagen | 19  | 86,36%            |       |
| No resoluble  |  | Enunciado incoherente                                 | 2                 | 9,10% |
|   |  | Faltan datos  | 1                 | 4,54% |

Centrándonos en las preguntas matemáticas resolubles, se analiza el sistema de representación del número puesto que el contenido gráfico planteado a los estudiantes muestra dos vasos con diversas medidas que da pie a emplear las fracciones. En la tabla 23, se expone la proporción de los alumnos que han empleado el número natural en comparación con la

fracción, siendo esta mucho menor. Además, cabe destacar que ningún alumno ha hecho uso del porcentaje.

**Tabla 23.** *Sistema de representación del número*

| <i>Tipo de sistema de representación del número</i> | Respuestas<br>(n = 19) | Porcentaje<br>(%) |
|---|------------------------|-------------------|
| Número natural                                      | 16                     | 84,21%            |
| Porcentaje  | 0                      | 0%                |
| Fracción  | 3                      | 15,79%            |

Continuando con el análisis, en esta tarea nos vamos a centrar principalmente en cómo los estudiantes identifican la magnitud en vez de enfocar el análisis en conocer el tipo de estructura semántica que formula. Por ello, es interesante conocer cuántos estudiantes hacen referencia a la unidad de medida. Para ello, se ha elaborado la Tabla 24.

**Tabla 24.** *Referencia a la unidad de medida*

| <i>El alumno...</i>                      | Respuestas<br>(n = 19) | Porcentaje<br>(%) |
|--|------------------------|-------------------|
| Hace referencia a la unidad de medida    | 16                     | 84,21%            |
| No hace referencia a la unidad de medida | 3                      | 15,79%            |

Nota: Los 16 estudiantes que han hecho referencia a la unidad de medida han identificado la magnitud de capacidad.

Dentro de los alumnos que han hecho referencia a una unidad de medida explícita, se analiza si se requiere un cambio de unidades de medida dentro del Sistema Métrico Decimal (SMD) para llegar a la solución. La Tabla 25 muestra los resultados.

**Tabla 25.** *Cambio de la unidad de medida*

| <i>El problema matemático formulado...</i>          | Respuestas<br>(n = 16) | Porcentaje<br>(%) |
|---|------------------------|-------------------|
| Requiere del cambio de unidades para su solución    | 7                      | 43,75%            |
| No requiere del cambio de unidades para su solución | 9                      | 56,25%            |

De esta manera, se observa cómo siete estudiantes han elaborado un problema matemático en el que es necesario realizar un cambio de unidades para resolver el enunciado. Esto permite reflexionar acerca de la enseñanza de la medida en el ámbito de la educación, ya normalmente se asocian las unidades de medida con las equivalencias y la conversión entre los diferentes múltiplos y submúltiplos del SMD.

#### **4.4 Resolución de problemas matemáticos**

Una vez analizada la fase de formulación, en este apartado se van a exponer los resultados obtenidos en la fase de resolución de las tareas. Para ello, se han seleccionado diversos problemas matemáticos elaborados por los propios estudiantes para observar el proceso de resolución y las propuestas de mejora y/o sugerencias. Además, se ha mantenido la representación gráfica para observar la importancia de la imagen en los problemas matemáticos.

Con el propósito de clasificar cada uno de los problemas matemáticos seleccionados, que serán resueltos por los alumnos, se va a emplear la categorización propuesta por Arce et al. (2019), la cual ha sido previamente detallada. Dicha clasificación abarca el tipo de contexto, el formato de la tarea, los datos proporcionados en el enunciado y el número de soluciones posibles.

Se les ha ofrecido la siguiente consigna: “Resuelve los problemas que han inventado tus compañeros. Después, piensa si cambiarías algún dato o información del enunciado.”. Además, con el fin de guiar las respuestas, se les ha especificado la siguiente información: (1) En el caso de que no puedas resolver el problema, explica por qué no se puede resolver. Indica qué habría que añadir para poder resolver el enunciado. (2) ¿Qué aspectos modificarías en el enunciado para mejorarlo? Detalla los cambios que has incluido y por qué son una mejora.

En esta tarea han participado 19 alumnos en total. A continuación, se analiza cada una de las tareas.


##### **4.4.1. Resolución de la Tarea 1**

En relación a la Tarea 1, se plantea a los alumnos el problema elaborado por A19, el cual está compuesto por un enunciado y dos preguntas matemáticas (Figura 13). Atendiendo a

la clasificación propuesta por Arce et al. (2019), este problema matemático se caracteriza por presentar un contexto real referido a una situación cercana al estudiante que requiere la búsqueda de información en la representación gráfica ofrecida. Además, la tarea combina un formato verbal y visual, ya que se emplean palabras y una imagen para presentar dicha tarea. Finalmente, cabe destacar que los datos no se encuentran explícitamente en el enunciado verbal, sino que hace falta recurrir a la imagen para extraer la información que falta. De esta manera, la tarea presenta un único final al poseer una única solución posible.

**Figura 13.** Problema matemático seleccionado para la Tarea 1.

**Actividad 1**



**Luis, Ana y Diego están merendando. ¿Quién tiene más galletas en sus platos?  
¿Cuántas galletas le quedarán a Luis si reparte 2 galletas a cada uno?**

Uno de los objetivos por el que se ha seleccionado este problema matemático es conocer la importancia de las imágenes que acompañan a los problemas matemáticos, ya que el enunciado seleccionado requiere revisar la imagen para su resolución, dado que los datos necesarios no aparecen en el enunciado.

En cuanto al análisis de las respuestas en función de cómo ha sido el proceso de resolución, se han realizado dos análisis diferentes puesto que el problema matemático presenta dos preguntas matemáticas.

En primer lugar, en relación a la Pregunta 1 de la Tarea 1, se observa que la mayoría de los alumnos que resuelven la tarea lo hacen correctamente. Sin embargo, con respecto a los estudiantes que no son capaces de resolver la tarea, aunque es minoritario, cabe resaltar aquellos que no lo han resuelto debido a que consideran que faltan datos en el enunciado. De este modo, se justifica que no han tomado los datos proporcionados por el gráfico al no tener en cuenta dicha representación gráfica que acompaña al enunciado matemático.

En segundo lugar, en cuanto a la resolución de la Pregunta 2 de la Tarea 1, se observa que los tres estudiantes que no han resuelto la pregunta anterior debido a la falta de datos en el enunciado en este caso tampoco la han resuelto. Sin embargo, en relación con el número de alumnos que resuelven la tarea, identificamos que desciende dicho número en comparación con la primera pregunta. Al analizar la respuesta, se identifica que 8 estudiantes han llegado a la respuesta correcta, mientras que otros 8 alumnos no lo han logrado. Los motivos por los cuales estos estudiantes no han sido capaces de resolverlo correctamente se debe en algunos casos a la falta de comprensión del enunciado y en otros casos a un procedimiento incorrecto. A continuación, se muestran dos ejemplos que ejemplifican estos dos factores que les impiden desarrollar una resolución correcta.

Por un lado, la Figura 14. se presenta la resolución de A17, el cual ha interpretado que Luis reparte 2 galletas, en vez de comprender que reparte 2 galletas a cada individuo.

**Figura 14.** Respuesta a la Tarea 1 del alumno A17.

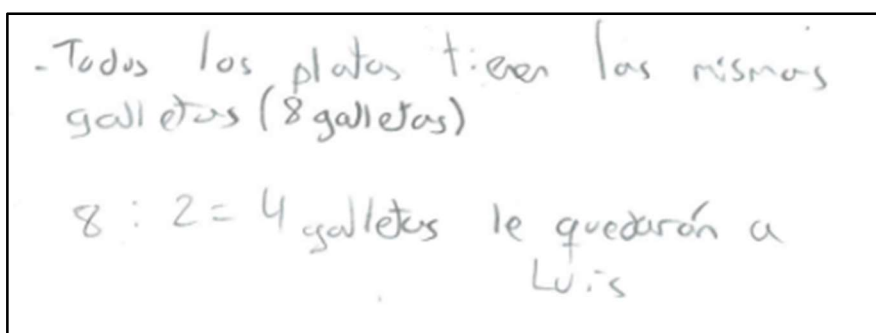
OPERACIONES

S: Todos tienen la misma cantidad de galletas

Luis 8  
- 2  
-----  
6 galletas tendrá Luis y los demás 7 tendrán

Y por otro lado, en la Figura 15. se muestra la resolución del alumno A16, donde la solución obtenida es correcta, pero al examinar el procedimiento empleado, se observa que carece de sentido en relación a la pregunta propuesta. En este caso, el alumno ha tomado las ocho galletas y las ha dividido entre dos personas, por lo que el resultado obtenido se corresponde a que cuatro galletas son las que recibe cada una de las personas; en vez de cuatro galletas le quedarán a Luis, tal y como ha especificado el estudiante.

**Figura 15.** Respuesta a la Tarea 1 del alumno A16.



- Todos los platos tienen las mismas galletas (8 galletas)  
 $8 : 2 = 4$  galletas le quedaron a Luis

Finalmente, tras la realización del enunciado propuesto, se les sugiere a los alumnos que planteen propuestas de mejora del problema planteado. En la Tabla 26 se recogen dichas propuestas para esta primera tarea. De esta manera, casi la mitad de los estudiantes no propone ninguna mejora al considerar que el enunciado matemático se encuentra bien planteado. Sin embargo, en relación con las propuestas de mejora, se identifican dos principalmente: por un lado, se sugiere añadir el número de galletas que posee cada individuo, es decir, introducir todos los datos necesarios en el enunciado para no tener que revisar el contenido gráfico (26,32%); y por otro lado, se sugiere la modificación de la primera pregunta puesto que todos los individuos poseen la misma cantidad de galletas y por ello, ninguno tiene más que nadie (26,32%). Finalmente, mencionar que un único estudiante ha sugerido añadir una pregunta más al enunciado matemático para aumentar su complejidad.

**Tabla 26.** Propuestas de mejora – Tarea 1

| El alumno...                              |   | Alumno<br>(n = 19) | Porcentaje<br>(%) |
|---|---|--------------------|-------------------|
| No propone ninguna mejora en el enunciado |   | 8                  | 42,1%             |
| Propone una mejora en el enunciado        | Añadir la cantidad de galletas que poseen | 5                  | 26,32%            |
|   | Modificar la Pregunta 1                   | 5                  | 26,32%            |
|   | Añadir una pregunta más al enunciado      | 1                  | 5,26%             |



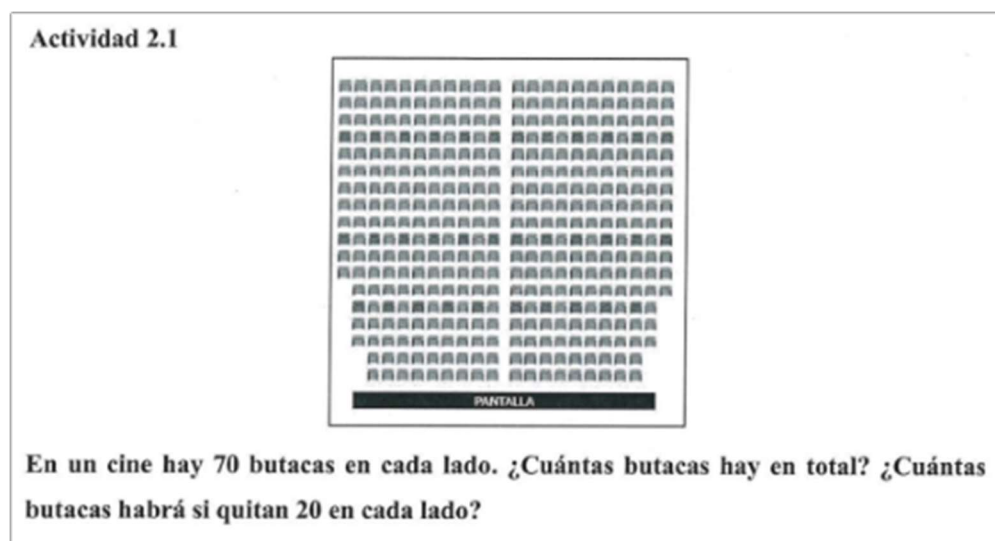
#### 4.4.2. Resolución de la Tarea 2

En relación a la Tarea 2, se han planteado dos problemas elaborados por los alumnos. A continuación, se exponen los resultados.

##### 4.4.2.1. Resolución de la Tarea 2.1

En primer lugar, se plantea a los alumnos el problema elaborado por A19, el cual está compuesto por un enunciado y dos preguntas matemáticas (Figura 16). Siguiendo la clasificación propuesta por Arce et al. (2019), la Tarea 2.1 se enmarca en un contexto simulado puesto que la situación podría ser factible en la realidad. Al igual que en la tarea anterior, esta también se presenta siguiendo un formato verbal y visual, al proporcionar el enunciado y la representación gráfica. En cuanto a los datos proporcionados, los del enunciado son estrictamente necesarios; y el final es cerrado, al poseer una única solución posible.

**Figura 16.** Problema matemático seleccionado para la Tarea 2.1



Este enunciado matemático se ha seleccionado precisamente porque no existe una correspondencia entre los datos que ofrece el enunciado y la representación gráfica ofrecida. Por tanto, en primer lugar, se ha analizado este aspecto, siendo el resultado que ningún estudiante ha identificado esta diferencia, de tal manera que han procedido a resolver el enunciado sin prestar atención a la imagen.

Después, se han analizado las respuestas atendiendo al proceso de resolución. En lo que respecta a la Pregunta 1, todos los estudiantes han tratado de resolver la tarea planteada. En

este sentido, en el análisis realizado observamos que de los 19 estudiantes que han participado, 18 han respondido correctamente.

En cuanto a la Pregunta 2, a pesar de que todos los estudiantes también han tratado de resolver la pregunta matemática, se ha identificado una mayor diversidad en las respuestas. Así pues, 12 estudiantes han respondido correctamente frente a 7 estudiantes que han cometido errores durante el proceso. Estos errores pueden atribuirse a una comprensión insuficiente del enunciado.

En la Figura 17. se presenta un ejemplo en el que el alumno ha entendido que se retiran un total de 20 butacas, en vez de interpretar que se quitan 20 butacas de cada lado. Es por ello que, aunque el procedimiento de las operaciones aritméticas es correcto, la respuesta es incorrecta porque el resultado no se corresponde con lo que pide el enunciado matemático.

**Figura 17.** Respuesta a la Tarea 2.1 del alumno A9.

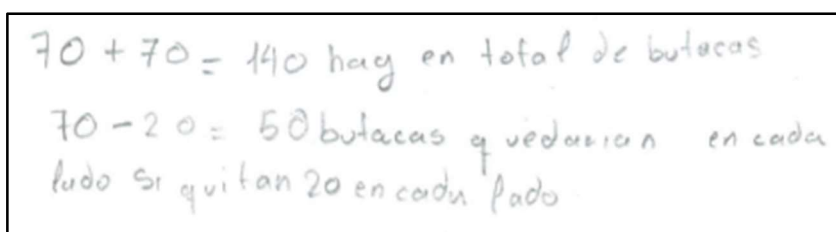
| Datos                            | Operaciones                                     |
|----------------------------------|---|
| Cine: 70 butacas<br>en cada lado | $70 \times 2 = 140$ butacas<br>hay en total     |
|                                  | $140 - 20 = 120$<br>butacas                     |
|                                  | $120 : 2 = 60$ butacas<br>habrá en cada<br>lado |

En el caso de las respuestas correctas, se han contabilizado como correctas tanto las respuestas que ofrecen el número total de butacas (Figura 18) como las respuestas que ofrecen el número de butacas en cada lado (Figura 19), ya que el enunciado no especifica cuál de ellos deben ofrecer como respuesta.

**Figura 18.** Respuesta a la Tarea 2.1 del alumno A18.

|  |  |
|--|--|
| $\begin{array}{r} 70 \\ \times 2 \\ \hline 140 \end{array}$ <p>140 butacas hay<br/>en total.</p>                         | $\begin{array}{r} 20 \\ \times 2 \\ \hline 40 \end{array}$ <p>40 butacas<br/>quitarán.</p> |
| $\begin{array}{r} 140 \\ - 40 \\ \hline 100 \end{array}$ <p>100 butacas habrá si quitan 20 butacas<br/>en cada lado.</p> |  |

**Figura 19.** Respuesta a la Tarea 2.1 del alumno A20.



$70 + 70 = 140$  hay en total de butacas  
 $70 - 20 = 50$  butacas que quedarian en cada lado si quitan 20 en cada lado

Finalmente, se exponen las propuestas que plantean los estudiantes como mejora del enunciado del problema planteado. Estas propuestas se recogen en la Tabla 27, de la cual se extrae que la mayoría de los alumnos no propone ninguna mejora del enunciado. Sin embargo, de aquellos estudiantes que sí que han realizado alguna sugerencia, las propuestas más repetidas han sido las siguientes: por un lado, modificar las cantidades para ampliar la dificultad del enunciado; y por otro, especificar la Pregunta 2 para conocer si se debe calcular el número total de butacas o el número de butacas en cada lado. Además, en la línea de la primera propuesta, un estudiante ha planteado la modificación del enunciado para tener que realizar más operaciones matemáticas.

**Tabla 27.** Propuestas de mejora – Tarea 2.1

| <i>El alumno...</i>   | Alumno<br>(n = 19) | Porcentaje<br>(%) |
|---|--------------------|-------------------|
| No propone ninguna mejora en el enunciado   | 14                 | 73,68%            |
| Propone una mejora en el enunciado  |                    |                   |
| Modificar las cantidades para dificultar el enunciado                                     | 2                  | 10,53%            |
| Añadir más operaciones matemáticas  | 1                  | 5,26%             |
| Especificar si en la Pregunta 2 se debe calcular el número total o en número en cada lado | 2                  | 10,53%            |

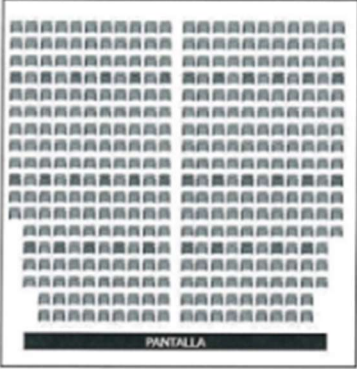
#### 4.4.2.2. Resolución de la Tarea 2.2.

Y en segundo lugar, se plantea el problema elaborado por A18, el cual está compuesto por un enunciado y una pregunta matemática (Figura 20). Esta tarea, en relación con la

clasificación de Arce et al. (2019), se vuelve a clasificar como un contexto simulado en el que la situación propuesta podría ser real, aunque no refleje exactamente la realidad del alumnado. El formato continúa siendo verbal y visual porque presenta la información de manera escrita acompañado de un gráfico. Sin embargo, en relación a los datos proporcionados, en este caso contamos con que se han incluido datos superfluos, dado que se proporciona más información de la necesaria. Aún así, el número de soluciones posibles continua siendo una, presentando así un único final cerrado.

**Figura 20.** Problema matemático seleccionado para la Tarea 2.2

**Actividad 2.2**



Hay 2.132 butacas en una sala. Un grupo de 4 amigos va al cine y cuesta 32€ en total.  
¿Cuánto cuesta cada entrada?

Comenzando con el análisis de la resolución de la tarea, en este caso los alumnos tampoco se han dado cuenta de que la imagen no se corresponde con los datos proporcionados por el enunciado verbal. No obstante, en relación al procedimiento, todos ellos han tratado de resolver la tarea, además de hacerlo de forma correcta.

En cuanto a las propuestas de mejora, en la Tabla 28 se exponen los resultados extraídos. Al igual que en la tarea anterior, encontramos que más de la mitad de los estudiantes no han propuesto ninguna mejora en el enunciado. Entre aquellos que sí que han sugerido alguna modificación, la propuesta más repetida ha sido la de suprimir el dato del número total de butacas puesto que lo consideran innecesario para resolver el problema matemático. Esto nos permite reflexionar acerca de los datos que contienen los problemas matemáticos, ya que los alumnos están acostumbrados a emplear todos los datos que aparecen en el enunciado. Así pues, si un dato es innecesario, entonces dicho dato se debe suprimir del enunciado.

Además de esta propuesta, también se sugiere añadir más datos al enunciado para tener que realizar más operaciones matemáticas, así como modificar el enunciado con el fin de aumentar su dificultad.

**Tabla 28.** *Propuestas de mejora – Tarea 2.2*

| <i>El alumno...</i>                       |   | Alumno<br>(n = 19) | Porcentaje<br>(%) |
|---|---|--------------------|-------------------|
| No propone ninguna mejora en el enunciado |   | 10                 | 52,63%            |
| Suprimir el dato de las butacas           |   | 6                  | 31,58%            |
| Propone una mejora en el enunciado        | Modificar el enunciado para aumentar su dificultad                | 1                  | 5,26%             |
|   | Añadir datos al enunciado para tener que realizar más operaciones | 2                  | 10,53%            |

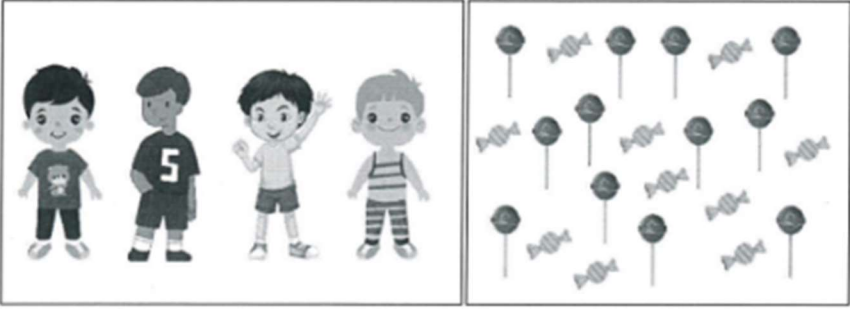
#### 4.4.3. Resolución de la Tarea 3

En relación a la Tarea 3, se ha planteado a los alumnos el problema matemático elaborado por el alumno A13 (Figura 21). Este problema está compuesto por un enunciado y una pregunta matemática.

Según la clasificación de Arce et al. (2019), esta tarea se enmarca en un contexto real para los estudiantes que se refiere a situaciones de la vida cotidiana. El formato es verbal, al emplear un enunciado verbal, y visual, al hacer uso de imágenes. En el caso de los datos proporcionados, todos ellos son estrictamente necesarios, y además, en este caso sí que existe correspondencia entre los datos que proporciona el enunciado y el contenido gráfico. Finalmente, en relación al número de soluciones posibles, en este caso el final también es cerrado por presentar una única solución posible.

**Figura 21.** Problema matemático seleccionado para la Tarea 3.

**Actividad 3**



Hay 12 chupachups y 10 caramelos para repartirlos en 4 niños. ¿Cuántos chupachups y caramelos tendrá cada uno?

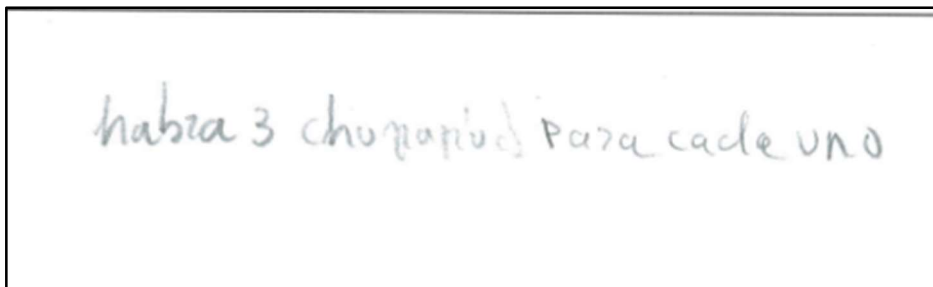
En cuanto a la resolución de la Tarea 3, en este caso todos los estudiantes han tratado de resolver el enunciado matemático planteado. En la Tabla 29 se muestra cómo ha sido dicha resolución, ya que se observa una variedad en las respuestas.

**Tabla 29.** Resolución de la Tarea 3

| <i>El alumno...</i>                   | Alumno<br>(n = 19) | Porcentaje<br>(%) |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------|
| La respuesta es correcta              | 14                 | 73,69%            |
| La respuesta es parcialmente correcta | 1                  | 5,26%             |
| La respuesta es incorrecta            | 4                  | 21,05%            |

Por un lado, en el caso del alumno que ha ofrecido una respuesta categorizada como parcialmente correcta, se observa que su respuesta no está suficientemente completa. Concretamente, la pregunta matemática pregunta por el total de chupachups y caramelos que obtendrá cada niño, y en este caso, el alumno únicamente ha ofrecido uno de los dos datos. En la Figura 22 se observa un caso que ejemplifica dicha categoría:

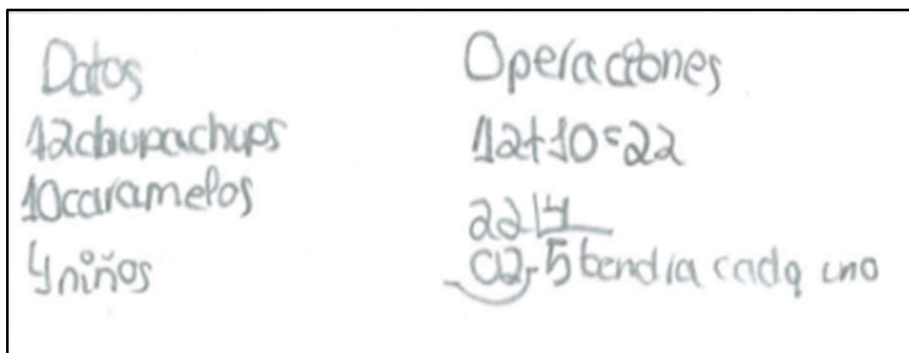
**Figura 22.** Respuesta de la Tarea 3 del Alumno A21



habra 3 chupapiros para cada uno

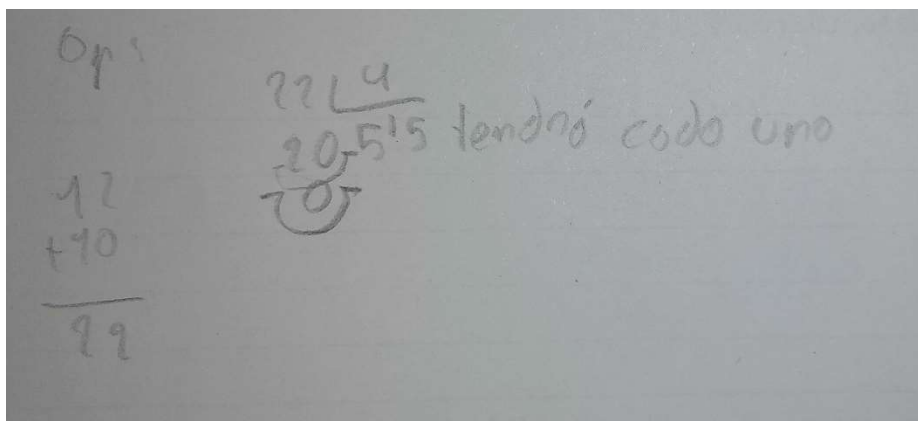
Y por otro lado, en el caso de los cuatro estudiantes que han respondido de forma incorrecta, se considera que se debe a la falta de comprensión del enunciado puesto que, para calcular cuántos chupa chups y caramelos obtendrá cada uno, han juntado ambas cantidades. De esta manera, tres estudiantes han realizado una división entera (Figura 23), mientras que otro estudiante ha realizado una división con números decimales (Figura 24).

**Figura 23.** Respuesta a la Tarea 3 del alumno A1.



| Datos         | Operaciones         |
|---------------|---------------------|
| 42 chupachups | $42 + 10 = 52$      |
| 10 caramelos  | $52 \div 4$         |
| 4 niños       | 13 tendría cada uno |

**Figura 24.** Respuesta a la Tarea 3 del alumno A5.



|          |             |                  |
|----------|-------------|------------------|
| Op:      | $42 \div 4$ | tendría cada uno |
| $42$     | $20.5$      |                  |
| $+10$    | $52$        |                  |
| $\hline$ |             |                  |
| $92$     |             |                  |

Tras conocer cómo ha sido la resolución de la Tarea 3, se analizan las propuestas de mejora (Tabla 30). En este caso, se observa una disminución en el planteamiento de las sugerencias puesto que la mayor parte de los estudiantes han considerado que el enunciado no necesita ninguna mejora. De los alumnos que sí que han planteado alguna modificación, se observan dos casos: por un lado, un alumno propone la modificación del enunciado para otorgarle una mayor dificultad; y por otro lado, dos alumnos han sugerido que la modificación de los datos para que el resultado de la operación división sea exacto.

**Tabla 30.** *Propuestas de mejora – Tarea 3*

| <i>El alumno...</i>                       |   | Alumno<br>(n = 19) | Porcentaje<br>(%) |
|---|---|--------------------|-------------------|
| No propone ninguna mejora en el enunciado |   | 16                 | 84,21%            |
| Propone una mejora<br>en el enunciado     | Añadir dificultad al enunciado                      | 1                  | 5,26%             |
|   | El resultado de la operación<br>división sea exacto | 2                  | 10,53%            |

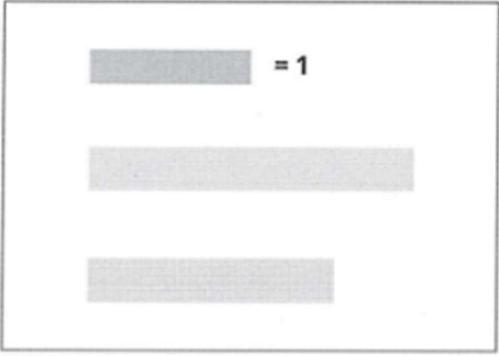
#### 4.4.4. Resolución de la Tarea 4

En este caso, atendiendo a las respuestas proporcionadas por los alumnos en la fase de formulación de problemas, se ha optado por plantear un problema matemático de elaboración propia (Figura 25). Así pues, siguiendo la clasificación de la tarea según Arce et al. (2019), esta se enmarca en un contexto matemático al hacer referencia sólo a objetos y conceptos matemáticos. El formato es igual que en las tareas anteriores, verbal y visual. Mientras que los datos proporcionados en el enunciado verbal son insuficientes, ya que requieren del contenido gráfico para poder resolver adecuadamente el problema matemático. A pesar de ello, la solución a la tarea es única.

**Figura 25.** *Problema matemático elaborado para la Tarea 4.*



**Actividad 4**



La cartulina mide 1 unidad de superficie. ¿Cuánto miden las otras dos cartulinas de superficie?

En cuanto al análisis de las respuestas, cabe destacar que dos de las alumnas no han podido realizar la tarea debido a limitaciones de tiempo. Por ello, el análisis se va a llevar a cabo considerando únicamente a los 17 alumnos que lograron resolver la tarea durante la sesión. Por lo contrario, si se incluyera a todos los alumnos, los resultados del análisis se verían alterados.

Al igual que en las tareas anteriores, en primer lugar, se analizan las respuestas en base a su resolución y después, se recogen los aspectos que los alumnos modificarían del enunciado y las propuestas de mejora.

De esta manera, al analizar la resolución, se evidencia que hay un aumento en el número de alumnos que no resuelven la tarea matemática, concretamente, un tercio de los estudiantes no consiguen encontrar su solución.

En relación a los estudiantes que sí logran resolver el problema matemático, se distinguen dos categorías. Por un lado, se encuentran 10 alumnos que lo resuelven correctamente, aunque únicamente dos de estos alumnos justifican sus respuestas exponiendo las razones de forma explícita (Figura 26). Y por otro lado, un alumno lo resuelve de manera incorrecta al interpretar el problema como una situación de medida. Es decir, el alumno ha medido cada una de las cartulinas y ha expresado el resultado en centímetros.

**Figura 26.** Respuesta a la Tarea 4 del alumno A17.

La 2ª cartulina equivale a 2 por que es el doble de la de 1 y la 3ª mide 1'5 ya que es la mitad de la cartulina 1 ma una cartulina de 1

En cuanto a las propuestas de mejora, en este caso se diferencian las propuestas que plantean los que han resuelto la tarea frente a los que no lo han hecho. A continuación, se exponen la variedad de razones de los estudiantes que no han logrado llegar a resolverla (Tabla 31):

**Tabla 31.** *Motivos por los cuales los estudiantes no resuelven la Tarea 4*

| <i>El estudiante menciona que...</i> | Alumnos<br>(n = 9) | Porcentaje<br>(%) |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------|
| El enunciado no tiene sentido        | 3                  | 33,33%            |
| El enunciado no se puede resolver    | 2                  | 22,22%            |
| Faltan unidades de medida            | 4                  | 44,45%            |

Nota: Al registrar la información, se han tenido en cuenta los motivos que han expuesto los estudiantes. De esta manera, a pesar de que hay 6 estudiantes que no resuelven la tarea, encontramos 9 motivos por los cuales no la han resuelto puesto que tres alumnos han presentado dos motivos diferentes.

Seguidamente, cabe destacar que los estudiantes que han resuelto la tarea correctamente no han propuesto ninguna sugerencia de mejora, a excepción de dos alumnos: un estudiante propone modificar el enunciado empleando “números en lugar de unidades de superficie” para facilitar la comprensión del mismo y otro estudiante propone ampliar el enunciado matemático con el fin de calcular más datos, como las unidades de superficie totales que sumarían las tres cartulinas juntas.

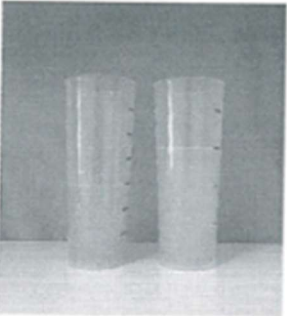
#### 4.4.5. Resolución de la Tarea 5

Finalmente, se expone el análisis de la resolución de la Tarea 5. En este caso se ha planteado a los estudiantes un enunciado matemático elaborado por la alumna A3, el cual está compuesto por dos preguntas matemáticas (Figura 27).

Atendiendo a la clasificación de Arce et al. (2019), en este caso el contexto se caracteriza por ser realista puesto que se enmarca en una situación simulada que podría ser real. La presentación de la tarea se mantiene en un formato verbal y visual por los mismos motivos que en las anteriores tareas, dado que se presenta un enunciado y una representación gráfica. En relación a los datos, estos son estrictamente necesarios para llevar a cabo la resolución de la tarea, aunque no existe correspondencia entre el enunciado verbal y la imagen. Además, la solución sigue siendo única.

**Figura 27.** Problema matemático seleccionado para la Tarea 5.

**Actividad 5**



En un vaso hay  $\frac{3}{7}$  y en el otro  $\frac{3}{4}$ . ¿Cuánto hay en total?

En un vaso hay  $\frac{3}{7}$  y en el otro  $\frac{3}{4}$ . ¿Cuál es la diferencia?

Uno de los objetivos por el cual se ha seleccionado este enunciado matemático se centra en conocer la correspondencia parcial entre los datos y el contenido gráfico proporcionado. En este caso, la alumna ha prestado atención a la imagen para extraer de ahí los datos y formular el problema, a pesar de que los datos son erróneos puesto que en el segundo vaso hay  $\frac{3}{5}$ .

Lo primero que se va a analizar va a ser la proporción de los estudiantes que se han percatado de este hecho. De esta manera, al revisar la resolución de los alumnos se ha podido

comprobar cómo ninguno de ellos se ha dado cuenta de ello y han resuelto la tarea identificando la operación aritmética sin contrastarlo con la imagen.

Seguidamente, se ha analizado el modo de resolver las dos preguntas matemáticas. En primer lugar, en relación al primer enunciado, se obtiene que de los 19 alumnos participantes, 18 lo han intentado resolver. Así pues, entre ellos, el modo de resolución ha estado igualado, dado que aproximadamente la mitad de los alumnos han llegado a la respuesta correcta y la otra mitad ha cometido errores en su desarrollo.

Centrándonos en aquellos alumnos que han ofrecido una respuesta incorrecta, esto se debe a la realización de un procedimiento incorrecto. A pesar de que en todos los casos los alumnos han identificado la operación matemática que se debe realizar, no han sido capaces de resolverla correctamente. Algunos de los motivos se debe a que los alumnos no han operado el denominador de las fracciones (Figura 28), otros han sumado directamente los números de la fracción sin aplicar el mínimo común múltiplo (Figura 29), etc. Esto nos hace ver que las operaciones con fracciones se enseñan desde la técnica y no desde la comprensión matemática. Por ello, más de la mitad de los alumnos no recuerdan cómo se realiza una suma o una resta con fracciones.

**Figura 28.** Respuesta a la Tarea 5 del alumno A1.

$$\frac{3}{7} + \frac{3}{4} = \frac{3}{28} + \frac{3}{28} = \frac{6}{28} \text{ hay en total}$$
$$\text{mcm}(7,4) = 28$$
$$M(7) = \{7, 14, 21, 28\}$$
$$M(4) = \{4, 8, 12, 16, 20, 24, 28\}$$

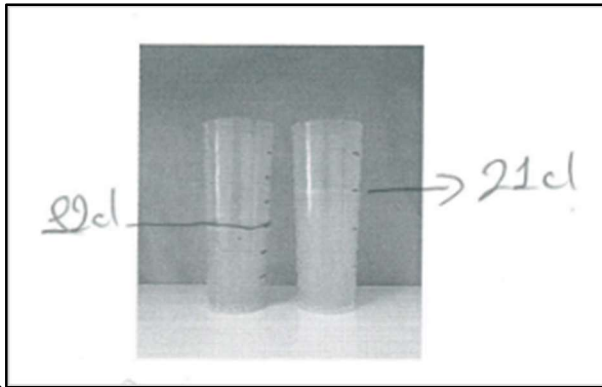
No hay diferencia, son iguales.

**Figura 29.** Respuesta a la Tarea 5 del alumno A18.

$$\frac{3}{7} + \frac{3}{4} = \frac{3}{11} \text{ hay en total}$$

Además, en una ocasión un alumno ha optado por reformular el problema cambiando los datos por números enteros asociados a una unidad de medida concreta (Figura 30).

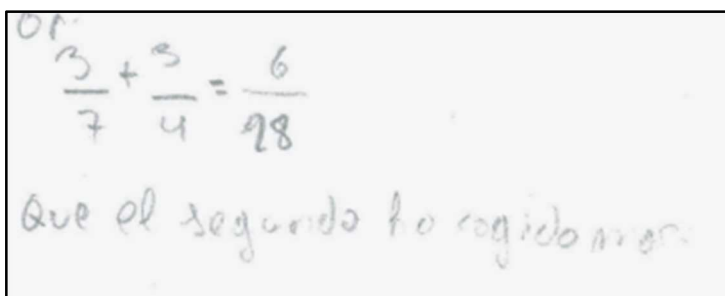
**Figura 30.** Respuesta a la Tarea 5 del alumno A17



Continuando con el análisis de la segunda pregunta matemática de la tarea, se observa un aumento en el número de estudiantes que no han resuelto la tarea. En la anterior tarea era un único alumno el que no la había resuelto, mientras que ahora el número asciende a cuatro alumnos.

Entre los alumnos que sí que han resuelto la tarea (78,95%), el modo de resolución ha estado equilibrado puesto que siete estudiantes la han respondido de forma correcta y ocho estudiantes han cometido algún error durante el procedimiento. Concretamente, se distinguen tres motivos por los cuales ocurren estos errores: en primer lugar, tres alumnos no identifican ninguna diferencia al considerar que ambos vasos son iguales (Figura 28); en segundo lugar, otros tres estudiantes observan que la diferencia se encuentra en la cantidad que contiene cada uno de los vasos, identificando en la representación gráfica que el de la derecha contiene una mayor cantidad que el vaso de la izquierda, pero sin llegar a realizar la operación matemática para calcular cuál es la diferencia concreta (Figura 31); y en tercer lugar, dos estudiantes identifican la operación matemática, pero la realizan de forma errónea (Figura 32).

**Figura 31.** Respuesta a la Tarea 5 del alumno A5



**Figura 32.** Respuesta a la Tarea 5 del alumno A18.

$$\frac{3}{7} + \frac{3}{4} = \frac{12}{28} + \frac{21}{28} = \frac{33}{28} \text{ en total}$$

$$\frac{3}{4} + \frac{3}{7} = \frac{21}{28} - \frac{12}{28} = \frac{9}{28} \text{ diferencia}$$

Finalmente, en la Tabla 32 se identifican los aspectos a mejorar en el caso de reformular el enunciado matemático. Siguiendo la línea de las tareas anteriores, la mayoría de los estudiantes no proponen ninguna mejora en el enunciado. Sin embargo, los alumnos restantes sugieren diversos cambios que se enumeran a continuación. Por un lado, un alumno propone eliminar la segunda pregunta, ya que considera que ambos vasos contienen la misma cantidad y por tanto la pregunta carece de sentido. Por otro lado, otro alumno plantea suprimir las fracciones, ya que son operaciones matemáticas que no recuerda y por tanto no puede lograr resolverlas. En esta misma línea, otros dos estudiantes sugieren el cambio de las fracciones por números enteros, así como la incorporación de unidades de medida tales como los centilitros, los litros, etc., por lo que hacen referencia a la necesidad de indicar una unidad de medida. Y por último, otros dos estudiantes sugieren aumentar la dificultad del enunciado matemático.

**Tabla 32.** *Propuestas de mejora – Tarea 5*

| <i>El alumno...</i>                       |  | Alumno<br>(n = 19) | Porcentaje<br>(%) |
|---|--|--------------------|-------------------|
| No propone ninguna mejora en el enunciado |  | 13                 | 68,42%            |
| Eliminar la segunda pregunta              |  | 1                  | 5,26%             |
| Propone una<br>mejora en el<br>enunciado  | Aumentar la dificultad del enunciado                                   | 2                  | 10,53%            |
|   | Suprimir las fracciones  | 1                  | 5,26%             |
|   | Cambiar las fracciones por números enteros y añadir unidades de medida | 2                  | 10,53%            |

#### 4.5. Mapa de humor de los problemas

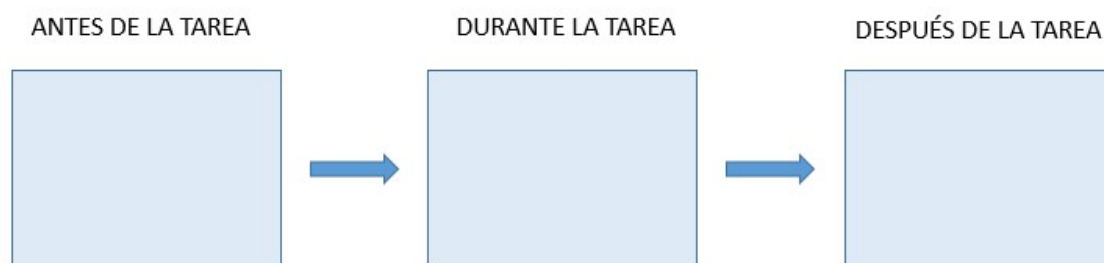
Una vez analizados los resultados de todas las tareas referentes a la formulación y resolución de problemas matemáticos, a continuación, este apartado se va a centrar en el análisis del ámbito de la afectividad.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, en todas las tareas se ha implementado la herramienta del mapa del humor de los problemas propuesta por Gómez-Chacón (2000) adaptada al aula donde se está realizando el estudio. Así pues, se ha entregado a los alumnos una plantilla para conocer los estados emocionales que experimentan antes de comenzar la tarea, durante su desarrollo y al finalizar la misma.

El objetivo de esta implementación se centra en conocer cómo ha sido el proceso personal del alumno. Sin embargo, hay que ser consciente de la complejidad que supone analizar este proceso de todos y cada uno de los estudiantes de forma individual. Así pues, no se encuentran apenas trabajos de investigación en los que se muestre cómo evaluar las emociones recogidas a partir de dicho instrumento. Principalmente se justifica que este instrumento permite a los estudiantes ser conscientes de las emociones que experimentan en cada momento concreto.

No obstante, aunque en este momento no se realice un análisis completo, se intenta hacer esa mirada de atender al proceso personal del alumno. Para ello, se ha elaborado un esquema específico en el que se recogen los estados afectivos que han experimentado antes, durante y después de la tarea (Figura 33).

**Figura 33.** *Plantilla Análisis Mapa del humor*



Así pues, a continuación se van a plantear un ejemplo de implementación del estudiante A15 durante una tarea concreta. Se ha seleccionado este alumno puesto que presenta una predisposición negativa hacia las matemáticas. Además, la tarea seleccionada para el análisis es la Tarea 1, ya que de este modo podemos observar cómo se han sentido al enfrentarse a una tarea a la que nunca antes se habían enfrentado puesto que, tal y como se ha comentado anteriormente, no habían formulado problemas matemáticos.

En la Figura 34 se puede observar cómo el alumno A15 ha experimentado diversas emociones durante la tarea de formulación de problemas; mientras que en la Figura 35, se experimentan otras emociones centradas en la resolución.

**Figura 34.** *Mapa del Humor A15. Formulación de problemas*



**Figura 35.** *Mapa del Humor A15 – Resolución de problemas*





## 5. CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados de las tareas propuestas en el presente trabajo, cabe destacar unas concisas conclusiones acerca de la implementación y del trabajo en general.

### 5.1. Conclusiones de la implementación

En cuanto a la implementación, se ha desarrollado una tarea compuesta por una primera fase basada en el *problem posing* y una segunda fase basada en el *problem solving*. Los resultados obtenidos durante el análisis nos permiten extraer diversas conclusiones generales.

Por un lado, en relación a la formulación de problemas matemáticos, las Tareas 1, 2 y 3 han resultado más satisfactorias en porcentajes de resolución que las Tareas 4 y 5. En las primeras tareas se esperaba que se movilizaran saberes del sentido numérico, mientras que en las dos últimas se esperaba que, además de movilizar dichos saberes, también emergieran ideas como la unidad de medida. Es decir, conceptos relacionados a una situación de medida o incluso de comparación. Así pues, se puede extraer que las dos últimas tareas, en las cuales existen conexiones más evidentes con el sentido de la medida, han supuesto un verdadero reto para los alumnos.

Además, todos los problemas matemáticos generados por los estudiantes tienen en común que son de carácter cerrado. Esto confirma la hipótesis planteada por Bonotto (2013) en la que expone que esto se debe a que los estudiantes están acostumbrados a trabajar problemas cerrados en el centro escolar.

Y por otro lado, en lo relativo a la resolución de problemas matemáticos, también es posible observar cómo las Tareas 4 y 5 les ha resultado más difícil en comparación con las tres primeras tareas. Concretamente, en la Tarea 4, en la que se ha propuesto un enunciado basado en la unidad de superficie, se ha podido observar cómo los estudiantes han echado en falta la unidad de medida del Sistema Métrico Decimal. Esto nos permite reflexionar acerca de la enseñanza en los centros educativos del sentido de la medida.

### 5.2. Limitaciones

A continuación se van a exponer diversas limitaciones que han surgido durante el desarrollo del presente trabajo. En primer lugar, en relación a la redacción *Yo y las matemáticas*, la cuarta pregunta ha sido considerada inválida al no ajustarse las respuestas de

los alumnos con las expectativas previstas. Por ende, se sugiere para estudios futuros la reformulación de dicha pregunta de la siguiente manera: ¿En qué momentos de tu vida diaria empleas las matemáticas?

En segundo lugar, cabe mencionar que en investigaciones posteriores se podrían establecer conexiones entre las diferentes tareas desarrolladas en el trabajo, ya que en el presente estudio no se ha podido explorar. Por un lado, se podría haber relacionado la información extraída del instrumento *Metáfora animal* con la redacción *Yo y las matemáticas*. Y por otro lado, hubiera sido de gran interés haber conectado los patrones afectivos mostrados en los dos primeros instrumentos con la actuación del alumno durante las tareas de formulación y resolución de problemas matemáticos. Es decir, contrastar cómo ha sido el proceso personal del alumno y la resolución que propone. Así pues, habríamos tenido la oportunidad de obtener información sobre cómo han resuelto las tareas los alumnos que han reflejado no mostrar gusto por las matemáticas, además de conocer si su desempeño ha sido exitoso o no.

Y en tercer lugar, para conocer la percepción del alumnado sobre el instrumento empleado para la identificación de las emociones, se podría plantear una última tarea en formato de cuestionario o encuesta con el fin de valorar el instrumento. Así pues, recogemos información para poder detectar posibles mejoras y ajustar la herramienta para futuras investigaciones.

### **5.3. Conclusiones generales**

En conclusión, la realización del presente trabajo ha permitido trabajar el dominio afectivo al mismo tiempo que se ha puesto en práctica el enfoque del *problem posing*.

En relación a la afectividad, se ha querido resaltar la importancia que supone el ámbito afectivo. Actualmente, el área socioafectivo está cobrando especial relevancia en los centros educativos puesto que es un factor a tener en cuenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. Incluso la actual ley de educación (LOMLOE) recoge este término en su normativa.

Hasta el momento no se atendía a este ámbito, pero lo que está claro es que influye en la manera de trabajar de los estudiantes y de enfrentarse a las tareas académicas. Así pues, en el trabajo planteado se ha querido dar respuesta a ello, realizando una labor de investigación como fase de formación personal, adaptando instrumentos al contexto de aula y elaborando tareas que permitan su implementación. De esta manera, se ha tratado de identificar el estado

afectivo de los estudiantes, así como hacerles ver a ellos que durante las tareas están experimentando emociones constantemente. Por ello, esto también ha servido para fomentar el autoconcepto de los estudiantes.

Una vez implementado, se puede concluir con que trabajar el dominio afectivo con los alumnos es posible, aunque complejo, sobre todo al hablar de emociones.

En relación al problem posing, este enfoque ha permitido a los alumnos movilizar emociones. Tal y como se ha mencionado en ocasiones anteriores, se trata de un tipo de tarea a la cual los alumnos no se habían enfrentado previamente, por lo que se han podido extraer emociones y sentimientos que han emergido durante una nueva tarea. Así pues, a través de esta práctica ha sido posible aplicar los instrumentos adaptados, permitiendo al alumnado ser conscientes de que están movilizand o emociones e identificar las mismas. Todo esto, resulta de vital importancia puesto que las emociones que experimentan tienen un efecto sobre el gusto que tienen hacia la asignatura y, por tanto, influye en su predisposición a la misma.

Esto se puede relacionar con la teoría de Gómez-Chacón sobre el afecto local y global, la cual se ha desarrollado en el apartado del marco teórico, ya que el afecto local hace referencia a las emociones que un individuo siente; mientras que el afecto global se corresponde con el resultado del afecto local, el cual contribuye a la construcción de un sistema de creencias, y la influencia sociocultural.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, M., Conejo, L., & Muñoz-Escolano, J. M. (2019). Planteamiento y resolución de problemas. Modelización. in M. Arce, L. Conejo & J. M. Muñoz-Escolano. (Ed.), *Aprendizaje y enseñanza de las matemáticas* (pp. 145-172).
- Beltrán-Pellicer, P. (2015). *Series y largometrajes como recurso didáctico en matemáticas en Educación Secundaria*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia].  
[http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Tesis\\_doctoral\\_Pablo\\_Beltran.pdf](http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Tesis_doctoral_Pablo_Beltran.pdf)
- Bicer, A., Lee, Y., Perihan, C., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2020). Considering mathematical creative self-efficacy with problem posing as a measure of mathematical creativity. *Educational Studies in Mathematics*, 105, 457-485.  
<https://doi.org/10.1007/s10649-020-09995-8>
- Cai, J., & Leikin, R. (2020). Affect in mathematical problem posing: conceptualization, advances, and future directions for research. *Educational Studies in Mathematics*, 105, 287-301. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10008-x>
- Espinoza, J., Lupiañez, J. L., & Segovia, I. (2014). La invención de problemas y sus ámbitos de investigación en educación matemática. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, 14(2), 1-12. <http://dx.doi.org/10.18845/rdmei.v14i2.1664>
- Gil, N., Blanco, L. J., & Guerrero, E. (2005). El dominio afectivo en el aprendizaje de las Matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos. *Unión*, 2, 15-32.
- Gómez-Chacón, I. M. (1998). Una metodología cualitativa para el estudio de las influencias afectivas en el conocimiento de las matemáticas. *Enseñanza de las ciencias*, 16(3), 431-450.
- Gómez-Chacón, I. M. (2000). *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea.
- Gómez-Chacón, I. M. (2002). Afecto y aprendizaje matemática: causas y consecuencias de la interacción emocional in J. Carrillo (Ed.) *Reflexiones sobre el pasado, presente y futuro de las matemáticas*. (pp. 197-227). Universidad de Huelva.

- Hartmann, L-M., Krawitz, J., & Schukajlow, S. (2021). Create your own problem! When given descriptions of real-world situations, do students pose and solve modelling problems? *ZDM - Mathematics Education*, 53, 919-935.  
<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01224-7>
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1973). *Taxonomía de los objetivos de la educación: Clasificación de las metas educativas: Ámbito de la afectividad*. Marfil.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, que modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 295, de 10 de diciembre de 2013, 97858-97921.  
<https://www.boe.es/eli/es/lo/2013/12/09/8>
- Liljedahl, P., & Cai, J. (2021). Empirical research on problem solving and problem posing: a look at the state of the art. *ZDM - Mathematics Education*, 53, 723-735.  
<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01291-w>
- Markovits, Z. & Forgasz, H. (2017). “Mathematics is like a lion”: Elementary students’ beliefs about mathematics. *Educational Studies in Mathematical*, 96, 49-64.  
<https://doi.org/10.1007/s10649-017-9759-2>
- McLeod, D. B. (1989). Beliefs, Attitudes, and Emotions: New View of Affect in Mathematics Education in McLeod, D.B. & Adams, V. M. (Ed.), *Affect and Mathematical Problem Solving* (pp. 245-258). Springer New York.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization in D. A. Grows (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 575-596), New York: Macmillan.
- Pólya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. (J. Zugazagoitia, Trans.). Editorial Trillas. (Obra original publicada en 1945).

- Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 1 de marzo de 2014, núm 52. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2014/BOE-A-2014-2222-consolidado.pdf>
- Schindler, M., & Bakker, A. (2020). Affective field during collaborative problem posing and problem solvig: a case study. *Educational Studies in Mathematics*, 105, 303-324. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09973-0>
- Silber, S., & Cai, J. (2021). Exploring underprepared undergraduate student's mathematical problem posing. *ZDM - Mathematics Education*, 53, 877-889. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01272-z>
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.
- Silver, E. A., & Cai, J. (2005). Assessing student's mathematical problem posing. *Teaching Children Mathematics*, 12, 129-135.
- Stanic, G., & Kilpatrick, J. (1989). Historical perspectives on problem solving in the mathematics curriculum in R. I. Charles & E. A. Silver (Ed.), *The teaching and assesing of mathematical problem solving* (pp. 1-22), Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Tachack, S. C. (2016). *Fortalecimiento de la Autorregulación Emocional de Estudiantes de Grado Séptimo con Bajo Rendimiento Académico en Matemáticos Mediante un Ambiente de Aprendizaje Multimodal*. [Tesis de maestría, Universidad de la Sabana]. <http://hdl.handle.net/10818/28264>
- Valvanera, A., Santaolalla, E., Gómez, M., & Pérez, E. (2009). *Matemáticas. 5 Primaria*. Ediciones SM
- Zhang, H., & Cai, J. (2021). Teaching mathematics through problem posing: Insights from an analysis of teaching cases. *ZDM - Mathematics Education*, 53, 961-973 <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01260-3>