



Facultad de Educación

**MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA**

Una Experiencia Evaluando la Competencia Matemática
An Experience Evaluating the Mathematical Competence

Alumna: Jana Bontempini Rey

Especialidad: Matemáticas

Directores: Claudia Lázaro del Pozo y Tomás Recio Muñiz

Curso académico: 2023/2024

Fecha: Junio 2024

LAZARO DEL
POZO M.
CLAUDIA - DNI
13755298X

Firmado digitalmente
por LAZARO DEL POZO
M. CLAUDIA - DNI
13755298X
Fecha: 2024.06.13
14:51:49 +02'00'

RECIO MUÑIZ
TOMAS
JESUS -
10529804J

Firmado digitalmente
por RECIO MUÑIZ
TOMAS JESUS -
10529804J
Fecha: 2024.06.13
17:37:07 +02'00'

Agradecimientos

Este curso ha sido agri dulce en muchos sentidos. He estado en lo más alto y he caído en lo más bajo, y finalmente he conseguido llegar hasta aquí, pero no sola.

En primer lugar, me gustaría agradecer a Claudia y a Tomás por su orientación, paciencia, ayuda y seguimiento en el desarrollo tanto de la experiencia que forma parte de este proyecto como del trabajo en su totalidad.

Asimismo, valoro y agradezco todo el apoyo de los miembros del centro donde he realizado mis prácticas, especialmente de mi tutora de prácticas y el resto del Departamento de Matemáticas.

Además, quiero darle las gracias a mis compañeros y compañeras del máster por haber hecho esta experiencia mucho más cálida y enriquecedora, llena de buenos recuerdos.

Por otro lado, he de agradecer el gran apoyo de mi psicóloga, que me ha ayudado a mantenerme en pie cuando se me vino el mundo encima.

No puedo continuar sin agradecer también a mi familia por su apoyo y cariño a lo largo de todo el curso. A mi hermana, a mi padre, a mi abuela, a mi tía, a mi primo y, especialmente, a mi madre. A mis tesoros, Linda y Sydney, que han estado siempre ahí.

Por último, y más importante, a Nia. Perderte ha sido como volver a nacer en una vida que no es la mía y de la que no puedo escapar, vivir con un alma rota a la que le falta su otra mitad. Siempre te llevaré conmigo.

Resumen: Los recientes cambios legislativos incorporan un nuevo método de valoración del aprendizaje, la evaluación por competencias, y una mayor importancia de las cuestiones socioafectivas, a la vez que sigue creciendo el tópico de la llamada ansiedad matemática. Por otro lado, la última edición de PISA, enfocada en la competencia matemática, trae consigo unos resultados catastróficos, que invitan a reflexionar sobre el descenso del rendimiento del alumnado que ha tenido lugar en la última década a nivel internacional. Unificando estas dos cuestiones, se lleva a cabo una experiencia en varios grupos de 4º de ESO de un centro cántabro, donde, además de tratar de evaluar la competencia matemática de su alumnado, se busca entender su perspectiva hacia las matemáticas y las dificultades a las que se enfrentan con esta materia. De esta manera, se obtienen diversos datos que muestran un cierto grado de ansiedad hacia las matemáticas y un general desinterés por la asignatura.

Palabras clave: LOMLOE, evaluación de la competencia matemática, informe PISA, ansiedad matemática.

Abstract: *Recent legislative changes incorporate a new method of learning assessment, competency-based evaluation, and a greater importance of socio-affective issues, while the topic of so-called mathematics anxiety continues to grow. Meanwhile, the latest edition of PISA, focused on the mathematical competence, reveals catastrophic results, which invite us to reflect on the declining student performance that has been taking place in the last decade at an international level. By combining these two issues, an experiment is carried out in several groups of students from the 4th year of ESO in a secondary school in Cantabria, where, in addition to trying to measure the mathematical competence of its students, it seeks to understand their outlook on mathematics and the difficulties they face with this subject. In consequence, data was obtained showing a certain amount of anxiety towards mathematics and a general lack of interest for the subject.*

Key words: *LOMLOE, evaluation of the mathematical competence, PISA report, mathematics anxiety.*

Índice

1. Introducción	1
2. Competencia matemática: concepto y evaluación	2
2.1. ¿Qué son las competencias?	2
2.1.1. Desarrollo histórico	3
2.1.2. Enfoque actual	6
2.2. Evaluación de la competencia matemática	13
2.2.1. PISA 2022	16
3. Experiencia	19
3.1. Contexto	19
3.2. Objetivos	21
3.3. Consideraciones éticas	21
3.4. Desarrollo y diseño de la prueba	22
3.5. Desarrollo y diseño del cuestionario	30
3.6. Análisis de los resultados	34
3.6.1. Resultados de la prueba	34
3.6.2. Resultados del cuestionario	41
4. Valoración de la experiencia y conclusiones	45
5. Referencias bibliográficas	47
Anexo I. Solicitud de consentimiento informado	51
Anexo II. Prueba	52
Anexo III. Evaluación de la prueba	56
Anexo IV. Rúbricas	57
Anexo V. Cuestionario	61
Anexo VI. Gráficos	64

1. Introducción

A lo largo de las últimas décadas el término *competencia* ha contado con una creciente relevancia en el ámbito educativo tanto a nivel europeo como a nivel nacional. Las novedades legislativas y la influencia de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) han convertido a las competencias en un factor clave en lo escolar, donde el valor del conocimiento teórico o técnico merma a medida que el atractivo competencial incrementa. Así, ha ido emergiendo una nueva visión de la educación y del proceso enseñanza-aprendizaje, buscando además potenciar el aprendizaje continuo y duradero. Manteniéndose necesaria la evaluación de lo aprendido, aparece en consecuencia un nuevo tipo de evaluación, basado en estas competencias.

En base a las cuestiones planteadas surge el interés del presente proyecto, que pretende acercarse a esta metamorfosis educativa. Para ello, se exponen algunos de los conceptos más relevantes, entre los que destacan la competencia matemática y su evaluación. Se comienza estudiando la creciente relevancia de las competencias a nivel educativo desde una perspectiva histórica y legislativa, junto con algunas de las mayores influencias en estas novedades. Además, se incide en algunas de las cuestiones más recientes que han surgido con la actual Ley Orgánica 3/2020 por la que se modifica la LOE de 2006 (LOMLOE) y la última edición del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA), debido a su interés y su aplicación en la parte práctica del proyecto.

Una vez establecido este enfoque general, se lleva a cabo una experiencia a baja escala con varios grupos de alumnos de un centro de Cantabria, que realizan una prueba cuya finalidad es la de evaluar su competencia matemática, siguiendo como base estos novedosos métodos de evaluación. Asimismo, el alumnado implicado participa en un cuestionario que permite entender su percepción de la evaluación por competencias, de su comparación con la evaluación estándar a la que están acostumbrados, y de diversas cuestiones a nivel socioemocional relativas a las matemáticas y a las dificultades a las que se enfrentan los jóvenes en el aprendizaje de esta materia.

2. Competencia matemática: concepto y evaluación

En este capítulo se aporta una visión general sobre el concepto de competencia y, en concreto, la idea de competencia matemática, con la intención de proporcionar al lector una idea global de las cuestiones a tratar. Así, se introducen y describen estas dos nociones, incorporando además su relación con algunos de los demás términos curriculares a los que se hará referencia en el resto del trabajo.

En primer lugar, se lleva a cabo un breve recorrido histórico sobre la creciente importancia de estos términos en el ámbito educativo, en relación con algunas de las novedades legislativas de la LOMLOE. Se conecta también con las pruebas PISA de la OCDE, también conocida como *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), cuya influencia en dichos cambios a nivel internacional ha sido, cuanto menos, destacable. Algunos ejemplos de las innovaciones son la incorporación de los saberes básicos o la presencia de la competencia *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM). Además, el análisis de este enfoque actual se relaciona con las cuestiones socioafectivas y, concretamente, con la ansiedad matemática.

Finalmente, se trata también, en consecuencia, la evaluación de la competencia matemática, prestando especial atención a los criterios de evaluación característicos de la LOMLOE y a algunos estudios que realizan pruebas a mayor escala que permiten llevar a cabo esta evaluación, realizadas por la OCDE, en conexión con los resultados de la prueba PISA 2022 y algunos de los análisis, críticas y opiniones sobre las mismas.

2.1. ¿Qué son las competencias?

Esta sección está dedicada a introducir el desarrollo histórico del concepto de la palabra *competencia* en el contexto educativo, describiendo su evolución a lo largo de las distintas legislaciones españolas de las últimas dos décadas en relación con la creciente popularidad de las pruebas PISA, aterrizando finalmente en la actual LOMLOE y la incorporación de los novedosos términos e

ideas en los que se basa el sistema educativo. Debido al interés de este trabajo, se incide concretamente en la competencia matemática, manteniendo de manera generalizada un enfoque matemático, dado que se recurrirá a las ideas que a continuación se describen tanto en la sección siguiente como en el capítulo que la sucede. Asimismo, se incide brevemente en la llamada *ansiedad matemática* y cómo este factor puede afectar al aprendizaje de las matemáticas.

2.1.1. Desarrollo histórico

En esta subsección se describe de forma general el desarrollo histórico de la noción de competencia y de su creciente importancia en el marco legislativo español, en relación con la influencia europea. Se hace hincapié, además, en el impacto que han tenido las pruebas PISA de la OCDE en la educación por competencias en España, otorgando una mayor atención al aprendizaje de habilidades y conocimientos necesarios para la vida real.

En primer lugar, en la Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE) del año 2002, pese a que aparece bastante el término *competencia*, concretamente en un total de 48 ocasiones (en 62 casos incluyendo sus derivadas), esta palabra no se utiliza con el sentido descrito en este trabajo, enfocado al ámbito educativo (Boletín Oficial del Estado (BOE), 2002). No obstante, sí que se habla de las “competencias básicas” de los niveles educativos y de la “adquisición de competencias cualificadoras para las posteriores etapas educativas, formativas o laborales” (p. 45190), aunque no se llegan a definir con precisión.

Sin embargo, poco antes, en la edición de PISA correspondiente al año 2000 ya se utilizaba el término *literacy* para referirse a las habilidades que se trataban de medir con esta prueba (OECD, 2001). De hecho, en el documento mencionado se especifica que esta palabra se utiliza para englobar los conceptos de conocimientos y habilidades de una manera más amplia (p. 14). Además, se incide en que “PISA does assess students’ knowledge, but it also examines their ability to reflect on the knowledge and experience, and to apply that knowledge and experience to real world issues” (OECD, 2001, p. 14). Como se irá viendo más adelante, esta idea de aplicar conocimientos y experiencias a cuestiones de

la vida real aparece con frecuencia de modo similar en las últimas dos décadas, tanto en otras ediciones de PISA como en la legislación española. Cabe destacar, además, que en la edición PISA 2000 ya aparece, aunque con menor frecuencia, la expresión *competencies*; por ejemplo, para explicar que “As well as assessing competencies in the three core domains, PISA aims progressively to examine competencies across disciplinary boundaries” (OECD, 2001, p. 19). La percepción de la educación a través de estas ideas y nociones se mantiene en la edición de PISA del año 2003, que esta vez está enfocada a las matemáticas y la resolución de problemas (OECD, 2003).

La noción de competencia aparece con fuerza por primera vez en el marco legal español con la Ley Orgánica de Educación (LOE) en el año 2006, donde se mencionan las competencias básicas y la competencia matemática, entre otros (BOE, 2006). Sin embargo, estas competencias básicas y su definición, basadas en la Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo del año 2006, no aparecen hasta la llegada del Real Decreto 1631/2006 (BOE, 2007), donde se exponen en detalle. No obstante, la palabra *competencia* y sus derivadas ya aparecen en la LOE en 96 ocasiones, estando presente su emergente relevancia (BOE, 2006). Un ejemplo es el Artículo 5, donde ya se habla de “el aprendizaje a lo largo de la vida” (p. 17166), y se afirma que:

Todas las personas deben tener la posibilidad de formarse a lo largo de la vida, dentro y fuera del sistema educativo, con el fin de adquirir, actualizar, completar y ampliar sus capacidades, conocimientos, habilidades, aptitudes y competencias para su desarrollo personal y profesional. (ídem)

Más adelante, en el Artículo 6, también se incluye este término en el concepto de currículo, manifestando que “se entiende por currículo el conjunto de objetivos, competencias, contenidos, métodos pedagógicos y criterios de evaluación de cada una de las enseñanzas reguladas en la presente Ley”.

Tanto antes como después de su entrada en vigor, varios docentes ya hablaban de una competencia matemática en relación con las distintas dificultades educativas presentes en el sistema educativo del momento.

En el caso de González y Lupiáñez (2005), describen la competencia matemática como “aquello que es capaz de hacer un sujeto con su conocimiento matemático en situaciones cotidianas, en el uso funcional del conocimiento matemático para abordar e interpretar los fenómenos del mundo natural y del mundo social” (p. 32), y la relacionan con los resultados de las pruebas PISA del año 2003. Insisten en la necesidad de organizar el currículo de matemáticas en torno a esta idea de competencia y, además, el valor social de las matemáticas para la formación de ciudadanos críticos y responsables (p. 33).

Por otro lado, Recio (2007) describe esta competencia relacionándola con la creatividad, llamándola “una suerte de creatividad” y afirmando que este pensamiento crítico que consigue descubrir “cabos sueltos en el razonamiento de otros” es, principalmente, “un pensamiento creativo”. Por ello, le otorga una gran importancia al fomento de dicha “creatividad matemática” en todos los niveles educativos. Además, habla de la invisibilidad social de las matemáticas, ejemplificando con una anécdota la falta de disposición del propio profesorado de secundaria de esta materia para aplicar sus conocimientos de matemáticas de manera espontánea en situaciones del día a día. Esta falta de disposición general vuelve a las matemáticas en una “ciencia invisible”, consecuencia que, según el autor, se puede combatir mostrando al alumnado la ventaja que aporta esta competencia para convertirse en ciudadanos más reflexivos, constructivos y solidarios, expresión que comienza a repetirse.

Continuando con la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) del año 2013, el término *competencia* y sus derivadas se mantienen presentes, apareciendo en un total de 85 ocasiones (BOE, 2013). Se mencionan las competencias clave de la Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de 2006, y se habla también de las competencias básicas del currículo, que consisten una ligera variación de las correspondientes a la ley educativa precedente (BOE, 2015). Se mencionan, además, las competencias matemática y científica, en relación con los resultados de las pruebas PISA del año 2009, a los que se hace referencia en la propia ley. En el Artículo 6 del Capítulo III se describe el currículo, donde se definen las competencias como las “capacidades

para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos”. Esta idea no se aleja mucho de las vistas anteriormente, que también se centran en la aplicación de conocimientos y habilidades para resolver problemas, aunque en este caso no se menciona explícitamente su uso en contextos y situaciones de la vida real.

Por último, se avanza a la actual LOMLOE, que se trata con mayor detalle en el siguiente apartado, dedicado exclusivamente a exponer algunas de sus principales características y novedades.

2.1.2. Enfoque actual

Esta subsección comprende la perspectiva actual de la educación, tratando la LOMLOE y las grandes diferencias en la visión y evaluación del aprendizaje que incorpora. Así, se incluyen las competencias clave, las competencias específicas y los saberes básicos, acercando el foco hacia la competencia matemática, por ser aquella en la que se centra este proyecto.

Según el marco legislativo español actual, se definen las competencias clave como aquellos "desempeños que se consideran imprescindibles para que el alumnado pueda progresar con garantías de éxito en su itinerario formativo, y afrontar los principales retos y desafíos globales y locales” en el Real Decreto 217/2022 (BOE, 2022, p. 6). Estas competencias clave se pueden entender como una evolución de las competencias básicas correspondientes a la LOE y la LOMCE. Se encuentran recogidas en el perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica y se basan en aquellas competencias clave recogidas en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea del 22 de mayo de 2018, que consisten una versión actualizada de las de la Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE, 2006, 2018). Enfocadas al aprendizaje duradero y permanente y al aprendizaje a lo largo de la vida y adaptadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se diferencian un total de ocho competencias clave:

- Competencia en comunicación lingüística (CCL).

- Competencia plurilingüe (CP).
- Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* o STEM).
- Competencia digital (CD).
- Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA).
- Competencia ciudadana (CC).
- Competencia emprendedora (CE).
- Competencia en conciencia y expresiones culturales (CCEC).

En base a estas competencias clave se define el perfil de salida de la etapa educativa obligatoria de la educación secundaria, pues se afirma que “El Perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica fija las competencias clave que el alumnado debe haber adquirido y desarrollado al finalizar la enseñanza básica” (BOE, 2022, p. 11). Además, se relacionan con los llamados objetivos u objetivos de la etapa, que consisten los logros que se pretende que el alumnado alcance al término de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria.

Volviendo a las competencias clave, éstas se desarrollan con mayor precisión a través de los llamados descriptores operativos, que varían en función de la competencia, tomando nuevamente como base los marcos de referencia europeos. Los descriptores operativos se describen en el Real Decreto 217/2022 afirmando que “constituyen, junto con los objetivos de la etapa, el marco referencial a partir del cual se concretan las competencias específicas de cada área, ámbito o materia” (BOE, 2022, p. 26). Su relevancia se justifica por la forma progresiva y secuencial en que se desarrollan y se alcanzan cada una de las competencias. En el caso de la competencia STEM, al igual que ocurre con otras como la lingüística o la digital, se enumeran un total de cinco descriptores operativos, tanto para el perfil de salida del alumnado que finaliza la educación primaria como para el perfil del alumnado que completa la enseñanza básica o enseñanza secundaria obligatoria, y éstos se pueden encontrar en el Real Decreto 217/2022 (BOE, 2022, pp. 28-29).

Una vez introducido brevemente el contexto legislativo español actual, en lo que respecta a este proyecto, que se enfoca exclusivamente en la llamada

competencia matemática, cabe resaltar la competencia STEM, que agrupa los tres tipos de competencias siguientes:

- La competencia matemática, que trabaja principalmente el desarrollo de una visión matemática del entorno que permita el razonamiento matemático, que facilite así la resolución de múltiples tipos de problemas contextualizados. En concreto, en este marco legislativo se describe de la siguiente manera: “La competencia matemática permite desarrollar y aplicar la perspectiva y el razonamiento matemáticos con el fin de resolver diversos problemas en diferentes contextos” (BOE, 2022, p. 28).
- La competencia en ciencia, que busca la comprensión del entorno natural y social a través de diversos conocimientos y metodologías como la observación, el análisis y la experimentación, que permitan obtener conclusiones que expliquen cuestiones planteadas sobre dicho entorno.
- La competencia en tecnología e ingeniería, que busca aplicar estos conocimientos y metodologías científicos al entorno y la sociedad actuales, para transformarlos según las necesidades modernas con una perspectiva responsable y sostenible.

Por otro lado, en el informe español de PISA 2022 se puede observar que la definición de competencia matemática no se aleja mucho de aquella descrita en la LOMLOE:

La competencia matemática es la capacidad de razonar matemáticamente y de formular, emplear e interpretar las matemáticas para resolver problemas en una variedad de contextos de la vida real. Esto incluye conceptos, procedimientos, datos y herramientas para describir, explicar y predecir fenómenos. Esta competencia ayuda a las personas a conocer el papel que cumplen las matemáticas en el mundo y a ejercer los juicios y tomar las decisiones bien fundamentadas que necesitan los ciudadanos reflexivos, constructivos y comprometidos del siglo XXI. (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (MEFPD), 2023)

En ambos casos se pone el foco en el razonamiento matemático y en la aplicación de las matemáticas en diversos contextos. En el caso del informe de

PISA, se especifica, además, la importancia de esta competencia en la formación de ciudadanos del siglo XXI, que recuerda a la actual LOMLOE, donde, por ejemplo, en el Artículo 6 al describir la orientación del currículo se incide en la preparación de los alumnos y alumnas “para el ejercicio pleno de los derechos humanos, de una ciudadanía activa y democrática en la sociedad actual” (BOE, 2020, p. 17), idea que se repite con frecuencia en esta ley. Otro ejemplo es el de la disposición adicional sexta, titulada “Educación para el desarrollo sostenible y para la ciudadanía mundial” (p. 122943), donde se hace referencia a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y a la Agenda 2030.

Profundizando más, en el Real Decreto 217/2022 se pueden encontrar diferentes competencias específicas que componen la competencia matemática, al igual que ocurre con otras materias (BOE, 2022, p. 11). Estas competencias varían en función de la etapa educativa, del curso y de la asignatura, pero se mantienen organizadas en distintos bloques de competencias. Así, éstos se mantienen a lo largo de todos los niveles desde primaria hasta secundaria, variando la distribución y profundidad de las competencias específicas que los componen. Dado que este trabajo se centra en la etapa de la ESO, se describen a continuación las ideas a las que refieren cada uno de estos bloques en el Real Decreto 217/2022 (pp. 142-145).

- En primer lugar, aparece el bloque de *resolución de problemas*, que se centra principalmente en la interpretación y comprensión de los problemas, la búsqueda y aplicación de estrategias y metodologías para su resolución, el propio proceso de su resolución y la interpretación y comprobación de la validez de las soluciones obtenidas. Además, es relacionado con el pensamiento computacional, incluyendo cuestiones como el análisis de datos o la búsqueda de soluciones a través de instrucciones o pasos ordenados programados en una herramienta tecnológica.
- El anterior es seguido por el bloque de *razonamiento y prueba*, que trata la reflexión y la argumentación de procesos matemáticos, con la formulación guiada en mayor o menor medida de conjeturas y su comprobación. Abarca también el pensamiento computacional, que como

ya se ha mencionado está muy relacionado con el bloque *resolución de problemas*, comprendiendo además la creación de algoritmos y la modelización de problemas.

- El tercer bloque es el de *conexiones*, que trabaja tanto las conexiones intramatemáticas como aquellas con otras materias, buscando el desarrollo de “una visión de las matemáticas como un todo integrado (p. 144)” y su identificación en diversos contextos para la posterior aplicación de conceptos y procedimientos que permitan su resolución.
- El bloque siguiente es el llamado *comunicación y representación*, y se centra en la visualización de ideas, conceptos y procedimientos, también con el uso de diferentes tecnologías. En cuanto a la comunicación, se busca la transmisión de nociones, argumentos y procesos a través del uso del lenguaje matemático tanto de forma individual como colectiva.
- Finalmente, el quinto y último bloque de competencias es el de *destrezas socioafectivas*. Se enfoca al desarrollo de distintas destrezas personales, como son la gestión de emociones como la incertidumbre, la perseverancia y la aceptación del error. Por otro lado, también abarca destrezas de tipo social, con el trabajo en equipo, el respeto al otro y la inclusividad, para la creación de relaciones saludables.

De los cinco bloques anteriores, el Real Decreto 217/2022 describe como líneas principales a las de *resolución de problemas* y *destrezas socioafectivas* (p. 141), e incide de forma continuada en la importancia del uso de herramientas tecnológicas. La relevancia del bloque *resolución de problemas* se debe a que no se considera como un mero objetivo más en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, sino además como “una de las principales formas de aprender matemáticas” (ídem). Por otro lado, la principal justificación dada del valor que se le otorga al bloque *destrezas socioafectivas* es el resultado de las recientes investigaciones en la rama educativa, pues se “ha demostrado que el rendimiento en matemáticas puede mejorar si se cuestionan los prejuicios y se desarrollan emociones positivas hacia las matemáticas” (ídem). Esta última idea se tiene en cuenta más adelante, especialmente en la experiencia realizada, donde se pregunta al alumnado acerca de su percepción de las matemáticas.

En este marco legislativo, los cinco bloques de competencias se componen, de forma general, de dos competencias específicas, con algunas excepciones en función de la etapa educativa, y se relacionan con diversos descriptores operativos de las competencias clave ya mencionadas con anterioridad. En este caso, poniendo el foco en el curso de interés de este trabajo, que es 4º de ESO, cada bloque se divide exactamente en dos competencias específicas, que describen en mayor detalle las ideas que se han indicado en cada bloque. Así, en total, se enumeran y se explican diez competencias específicas, que se pueden consultar en el Real Decreto 217/2022 (BOE, 2022, pp. 142-145).

Cada una de estas competencias específicas cuenta con diversos criterios de evaluación, que en el caso de la ESO aparecen en tres enfoques diferentes: a los cursos de primero a tercero en su conjunto, a la asignatura Matemáticas A de 4º de ESO y a la de Matemáticas B del mismo curso. En la siguiente sección, enfocada a la evaluación de la competencia matemática y enlazando con las pruebas PISA, se describirán los criterios de Matemáticas B, por ser la materia principalmente relacionada con la experiencia de este trabajo.

Por otro lado, otra de las grandes novedades de la LOMLOE son los saberes básicos, también conocidos como sentidos matemáticos en el caso de las materias de matemáticas. En el Real Decreto 217/2022 se indica que para cada materia se fijan, además de las competencias específicas y los criterios de evaluación ya mencionados, “los contenidos enunciados en forma de saberes básicos” (BOE, 2022, p. 5), expresión que aparece en repetidas ocasiones. Más concretamente, en el Artículo 2 del mismo documento se definen los saberes básicos como “conocimientos, destrezas y actitudes que constituyen los contenidos propios de una materia o ámbito cuyo aprendizaje es necesario para la adquisición de las competencias específicas” (p. 7).

Volviendo a poner el foco en las matemáticas, se describen brevemente los seis saberes básicos que se han definido para esta rama, que se pueden consultar con mayor detalle en el Real Decreto 217/2022 (pp. 141-142, 147-150, 151-154, 155-158) o, a nivel autonómico, en el Decreto 73/2022 (Boletín Oficial de Cantabria (BOC), 2022, pp. 20673-20674, 20682-20688, 20690-20694, 20696-

20700) correspondiente a la comunidad de Cantabria. Dado que aparecen ligeras diferencias entre ambos, se sigue exclusivamente el segundo documento. Al igual que ocurre con los criterios de evaluación, los saberes aparecen con tres enfoques distintos en la ESO: los cursos de primero a tercero, la asignatura Matemáticas A de 4º de ESO y la de Matemáticas B también de 4º de ESO. Sin embargo, los que se describen a continuación son aquellos enfocados al último caso, pese a que los del resto son similares.

- El *sentido numérico* se centra principalmente en la numeración y el cálculo, aplicando habilidades relacionadas con estas cuestiones en diversos contextos (p. 20673).
- El *sentido de la medida* está enfocado a la comprensión, estimación y comparación de magnitudes, con el uso de las herramientas adecuadas (ídem). En 4º de ESO, este saber incluye el análisis de funciones (p. 20691, p. 20697) y, en Matemáticas B, la trigonometría (p. 20697).
- El *sentido espacial* trata cuestiones geométricas, identificando, representando, relacionando y analizando figuras geométricas de 2 y 3 dimensiones y sus propiedades (p. 20674).
- El *sentido algebraico* incluye el reconocimiento de patrones, variables y expresiones simbólicas que generalizan ideas y relaciones. Además, comprende la representación y análisis de las mismas, y también el pensamiento computacional (ídem).
- El *sentido estocástico* abarca principalmente la interpretación y el análisis de datos y experimentos, el estudio de probabilidades de sucesos y la deducción de conclusiones al respecto (ídem).
- El *sentido socioafectivo*, de manera similar al bloque competencial de *destrezas socioafectivas*, comprende cuestiones como la gestión de emociones, la toma de decisiones y el desarrollo de una actitud positiva hacia las matemáticas (ídem).

Por último, resulta de interés tener en cuenta el término *ansiedad matemática*, que viene relacionado con la creciente importancia de lo socioafectivo tanto en España como a nivel internacional. Fue la edición de PISA de 2012 la primera en considerar explícitamente la ansiedad matemática, deduciendo una relación

entre altos niveles de ansiedad y bajos resultados en matemáticas (OECD, 2015). Sin embargo, PISA 2003 ya tenía en cuenta la ansiedad y la medía como una de las actitudes del alumnado hacia las matemáticas (Ministerio de Educación, Política Social y Deporte, 2008, p. 152). En el Perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica del Real Decreto 217/2022 se especifica como uno de los aprendizajes que activar el de “aceptar la incertidumbre como una oportunidad para articular respuestas más creativas, aprendiendo a manejar la ansiedad que puede llevar aparejada” (BOE, 2022, p. 25). Esta idea se mantiene presente en la novena competencia específica (p. 145) y en la descripción del *sentido socioafectivo* (p. 142), correspondientes a las matemáticas. De hecho, el fenómeno de la ansiedad matemática ya ha sido protagonista de varios estudios, que tratan, por ejemplo, sus posibles causas y consecuencias (Palacios, A. et al., 2013) y su presencia en futuros maestros de Educación Primaria (Sánchez, J., Segovia, I. y Miñán, A., 2022).

2.2. Evaluación de la competencia matemática

Esta sección se centra en la evaluación de la competencia matemática, profundizando en los novedosos métodos que incorpora la LOMLOE con los criterios de evaluación. Además, se aporta la perspectiva que la OCDE tiene con sus pruebas PISA para evaluar competencias y las opiniones de algunos docentes respecto a las mismas y si realmente se logra este propósito.

En el caso de la LOMLOE 2020, el método que se ha determinado para evaluar las competencias viene dado por los criterios de evaluación de las competencias específicas. Éstos se definen como los “referentes que indican los niveles de desempeño esperados en el alumnado en las situaciones o actividades a las que se refieren las competencias específicas de cada materia o ámbito en un momento determinado de su proceso de aprendizaje” (BOE, 2022, p. 7). Como ya se ha mencionado en la sección anterior, estos criterios son comunes para los tres primeros cursos de ESO y difieren tanto para Matemáticas A como para Matemáticas B de 4º de ESO. Al igual que ocurre con los saberes básicos, los criterios de evaluación definidos para estas tres opciones son similares. Dado

que este proyecto se centra principalmente en el cuarto curso y, en concreto, en la opción Matemáticas B, los criterios de evaluación que resultan de mayor interés son los correspondientes a esta materia, que se pueden consultar en el Real Decreto 217/2022 (BOE, 2022, pp. 154-155) o, en el caso de Cantabria, en el Decreto 73/2022 (BOC, 2022, pp. 20694-20696).

A nivel internacional, una fuerte influencia en la evaluación de la competencia matemática ha sido, como ya se ha indicado previamente, la de las pruebas PISA, cuyo acrónimo hace referencia a *Programme for International Student Assessment*. Este programa es llevado a cabo cada tres años a nivel mundial por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos o OCDE, y los países participantes cada vez son más, englobando no solo a aquellos miembros pertenecientes a la propia OCDE sino representando también a otros países no occidentales (OECD, 2023a, pp. 38-39).

Debido a la relación entre el concepto de competencias en el ámbito educativo y las pruebas PISA, resulta de interés entender lo que la OCDE busca con estas pruebas. Según la propia organización, “El objetivo del programa es medir la capacidad de los alumnos de 15 años para utilizar sus conocimientos y habilidades de lectura, matemáticas y ciencias para afrontar los retos de la vida real” (OECD, s.f.). En concreto, en el último informe, el de PISA 2022, se especifica, además, que el objetivo ha sido el de ayudar tanto a docentes como a políticos a tomar decisiones más informadas (OECD, 2023a, p. 64). Sin embargo, hay gran diversidad de opiniones respecto a la verdadera utilidad de las pruebas PISA a nivel internacional.

Una primera observación a tener en cuenta es que, como es de esperar, estas pruebas que pretenden medir la competencia matemática no son totalmente objetivas, pues tienen lugar muchas otras cuestiones que afectan, en mayor o menor medida, de forma positiva o negativa, en el aprendizaje del alumnado, en su eficiencia resolviendo estas pruebas y en los resultados que obtienen en las mismas. Recio (2009) ya hablaba de otros “factores escondidos” que también influyen en la evaluación del rendimiento matemático en las pruebas PISA, además de los factores más conocidos y estudiados, como pueden ser el nivel

socioeconómico de cada estudiante o su género, entre otros (OECD, 2023a, pp. 45-46). Así, este autor describe principalmente los tres siguientes factores que deduce de estas conocidas pruebas.

- La influencia mediática de las pruebas PISA, pudiendo tener como consecuencia que se conviertan en un objetivo educativo, en lugar de ser vistas como un mero instrumento de medición. De esta manera, afirma, se corre el riesgo de que la evaluación de las competencias pueda adoptar el papel de guía para el desarrollo de las mismas.
- La adopción generalizada de la cultura de la evaluación del sistema educativo de forma demasiado acrítica, como una de las consecuencias de la influencia mediática. Afirma que la organización de estas pruebas para la recogida de información sobre aquello que se debería corregir no tiene sentido si los problemas encontrados son muy difíciles de tratar o si no se está dispuesto a enmendarlos. Así, dado que “lo que se detecta no es fácilmente corregible desde el sistema educativo” (p. 198), esto podría resultar en el abandono del alumnado más desfavorecido, en el abandono de los centros con peores resultados o en la aplicación de políticas a corto plazo que no se centran en las raíces del problema.
- Presencia de sesgos culturales en el enfoque y la metodología de diversos ítems. Esto se debe a que, en el proceso de traducción de los ítems, éstos no son adaptados al contexto social, cultural y económico de cada país. Como consecuencia, las pruebas de evaluación de competencias se limitan en su enfoque a ciertos tipos de adolescentes, quienes posiblemente se sientan más cómodos con las cuestiones y situaciones planteadas en los ítems de PISA, donde los ejercicios o problemas en contexto sí están en el contexto de estos jóvenes.

Finalmente, el autor concluye recordando que “la competencia matemática no consiste en responder adecuadamente a las preguntas de PISA” (p. 204), y llevando a cabo una interesante observación, advirtiendo que “la sobrevaloración de las evaluaciones es, sin duda, un arma de doble filo”, puesto que “se puede pasar de atender las necesidades de los estudiantes a atender al rendimiento de los estudiantes” (p. 206).

En el caso de Rico (2006), tras aportar una interpretación del marco teórico de las pruebas PISA del año 2003, afirma que “los datos y resultados de la evaluación PISA 2003 hay que relacionarlos con el marco curricular en el que se sustenta” (p. 292). Así, considera que cualquier estudio que se lleve a cabo sobre uno o varios centros ha de ser analizado teniendo en cuenta su contexto curricular, valorando su concordancia con el rendimiento esperado.

Por último, Gimeno (2011) describe cómo las pruebas PISA y la información que aportan están limitadas, afirmando que “no se puede ceñir y reducir la mirada o los debates sobre la educación (...) a los indicadores de PISA o a los del análisis más general que se hace en *Education at a glance*” (p. 77). Añade, además, que, pese a que las pruebas PISA buscan evaluar al alumnado en tres aspectos del aprendizaje, “todos sabemos que la educación comprende más aspectos” (p. 77), dado que la educación comprende muchos más contenidos y habilidades que los que pretenden medir estos tres indicadores. Cuestiona, así, la elección de otorgarle tanta importancia a las competencias lectora, matemática y en ciencias, y cómo de esta manera “definen cuál es el conocimiento valioso”. Finalmente, el autor concluye valorando la información que aportan estas pruebas externas, pero alerta de sus limitaciones.

2.2.1. PISA 2022

Como ya se ha descrito previamente, uno de los objetivos de las pruebas PISA es el de cuantificar y medir las diversas competencias del alumnado procedente de distintos países, de tal manera que los resultados obtenidos puedan ser comparados en función de una gran cantidad de variables.

En el caso de la última edición de las pruebas PISA, planificada para el año 2021, llevada a cabo en el año 2022 y publicada a finales del año 2023, la competencia central ha sido la matemática, al igual que ocurrió en los años 2003 y 2012, siendo las competencias de lectura y de ciencias secundarias en estas ocasiones (OECD, 2023a). Según se ha publicado en este informe, han participado en esta edición un total de 81 países, a través de la colaboración de casi 700000 estudiantes, cuyos datos pretenden representar a los de 29 millones (p. 3).

En cuanto a los resultados, ha tenido lugar un llamativo declive internacional tanto en el caso de la competencia matemática como en el de la lectora. Por otro lado, la competencia en ciencias no ha sufrido cambios tan significativos, ya que entre las ediciones de 2018 y 2022 ha habido 33 países de 71 que han mantenido estos resultados estables (OECD, 2023a, p. 225). Esto lleva a la OCDE a deducir que la pandemia de la COVID-19 no es la única causa del empeoramiento de los resultados obtenidos, al variar este descenso según materias y sistemas educativos. Esta conclusión también se debe a que los resultados de las pruebas PISA ya habían comenzado a empeorar antes de la pandemia (pp. 225-226). Sin embargo, se llevan a cabo, además, distintos análisis respecto a lo ocurrido en la pandemia y su posible influencia en el aprendizaje del alumnado (OECD, 2023b). Volviendo a los resultados, en el caso de la competencia matemática, tuvo lugar un ligero declive desde el año 2009 hasta el año 2018, donde hubo un breve progreso; mientras que para las competencias en ciencia y lectora este empeoramiento en los resultados llevaba ocurriendo desde los años 2009 y 2012, respectivamente (OECD, 2023a, p. 183).

En el caso del alumnado de España, su rendimiento también se ha visto afectado negativamente en las últimas dos ediciones tanto en la competencia matemática (MEFPD, 2023, p. 62) como en la lectora (p. 81), aunque los resultados en la competencia en ciencia han mejorado ligeramente tras decaer en las ediciones anteriores (p. 85). Tanto en matemáticas como en lectura, los resultados obtenidos en la última edición de PISA han sido los peores obtenidos desde las ediciones de los años 2003 y 2006, respectivamente (OECD, 2023a, p. 464). Sin embargo, el rendimiento en matemáticas es superior a la media de la OCDE por un punto (MEFPD, 2023, p. 29), siendo el descenso en esta competencia bastante menos acentuado en España (p. 62). Respecto a la COVID-19, España fue uno de los países con menor número de días lectivos en los que se cerraron los centros educativos y con mayor número de dispositivos digitales disponibles en el hogar, aunque estas variables, no han parecido ser tan influyentes. Por otro lado, sí se ha deducido que el alumnado con una mayor necesidad de recurrir a la ayuda de sus familias durante la pandemia también ha obtenido peores resultados en PISA 2022.

Comparando con otras comunidades autónomas, Cantabria se encuentra en tercera posición al haber obtenido 495 puntos, con más de veinte puntos de ventaja respecto de la media de la OECD (p. 30). Así, se encuentra en una posición similar a las de países como Canadá (497 puntos), Países Bajos (493 puntos), Irlanda (492 puntos) o Bélgica (489 puntos) (p. 31).

Tras la publicación de estos resultados, miembros de la comunidad educativa han expresado sus análisis, opiniones y conclusiones al respecto. Por ejemplo, Rodríguez y Lázaro (2023) valoran la disponibilidad de estos resultados como “una oportunidad para reconocer algunos aspectos relevantes relacionados con la educación matemática y reflexionar sobre ellos”. Además, inciden en el desarrollo de conexiones intra y extramatemáticas, y recalcan la importancia de evitar sobrecargar los currículos, debido a la influencia de la limitación de la variable temporal en el desarrollo de los mismos con la perspectiva competencial que se busca. Señalan también la relevancia del componente socioafectivo en el aprendizaje de las matemáticas, en relación con la ansiedad matemática, y la necesidad de una formación eficiente y continuada del profesorado con unos objetivos claros. Finalmente, afirman que

Desde la FESPM creemos que el objetivo no ha de ser mejorar en los resultados de PISA ni de ningún otro informe, sino un cambio pensado y profundo de la educación matemática que suponga que nuestros alumnos y alumnas sean competentes y capaces de emplear sus conocimientos matemáticos para enfrentarse a distintas situaciones y en diferentes contextos.

Otra consecuencia de los resultados de las pruebas PISA publicados el pasado 3 de diciembre de 2023 ha sido el anuncio del actual presidente del Gobierno, Pedro Sánchez, de su plan de refuerzo educativo, con el que busca mejorar tanto la competencia matemática como la lectora (Molinero, F., 2024). Potenciando la formación del profesorado de matemáticas, uno de los objetivos clave consiste en reducir el miedo que los estudiantes le tienen a esta materia, volviendo a surgir la importancia de las cuestiones socioafectivas.

3. Experiencia

Uno de los grandes objetivos de este trabajo es la realización de una experiencia con alumnos y alumnas de 4º de ESO que ponga en práctica diversas de las cuestiones que se han tratado en el capítulo anterior. Esta experiencia busca estimar la competencia matemática del alumnado participante a través de los criterios de evaluación de la LOMLOE, además de obtener la perspectiva de los estudiantes acerca de las matemáticas y del tipo de ejercicios que se plantean, en comparación con aquellos que se suelen trabajar en el aula.

Este capítulo se dedica exclusivamente a la experiencia que se ha realizado con alumnos de un centro de Cantabria, incluyendo una breve descripción del contexto del mismo y del alumnado participante, los objetivos que se pretenden lograr con esta pequeña investigación a baja escala, la descripción y justificación tanto de los ejercicios o problemas seleccionados para la prueba como de las preguntas del cuestionario que se ha llevado a cabo posteriormente. Finalmente, se exponen y analizan los resultados obtenidos.

3.1. Contexto

El centro se encuentra ubicado en un municipio de Cantabria. No se trata de una zona urbana ni céntrica, sino más bien rural, y cuenta con una tradición obrera e industrial, donde sus habitantes tienen niveles socioeconómicos diversos. En cuanto al alumnado del centro, se cuenta aproximadamente con 700 alumnos y alumnas matriculados. La mayoría del alumnado de 1º de ESO proviene de dos colegios adscritos. Los cursos de ESO se dividen en entre tres y cinco grupos, incluyendo los grupos del Programa de diversificación en 3º y 4º de ESO. El centro también ofrece dos modalidades de bachillerato y varias opciones de ciclos de formación profesional.

Para la realización de esta experiencia se ha contado con la participación de los tres grupos de 4º de ESO que cursan Matemáticas B, respetando en todo momento el anonimato de estos estudiantes. El centro cuenta con cinco grupos de 4º de ESO: 4º A, 4º B, 4º C, 4º D y 4º E. En primer lugar, tanto el alumnado

de 4º A como el de 4º B, de 21 y 22 alumnos respectivamente, cursan Matemáticas B. En el caso de 4º C, de 22 alumnos, estos estudiantes se dividen en aquellos que cursan Matemáticas B en la modalidad bilingüe (9 alumnos) y aquellos que cursan Matemáticas A (13 alumnos). El grupo de 4º D, de 14 alumnos, cursa también la asignatura de Matemáticas A. Finalmente, el último es el grupo compuesto por el alumnado participante en el Programa de diversificación. Para la experiencia, se ha contado únicamente con el alumnado de Matemáticas B; es decir, con los grupos de 4º A, 4º B y parte de 4º C. Además, se ha contado con la colaboración de sus dos profesoras de matemáticas, de manera que una de ellas imparte clase a 4º A y 4º C bilingüe y la otra a 4º B. En cualquier caso, ninguna de las profesoras se inclina por el enfoque competencial característico de la LOMLOE, tendiendo más a lo puramente matemático. Tampoco evalúan a sus grupos según los criterios de evaluación establecidos, pese a que sí tienen en cuenta cuestiones como la actitud o el trabajo en el aula.

Cabe mencionar que, a la hora de llevar este proyecto a cabo, o bien por la falta de entrega de la autorización firmada o bien por ausencia en las fechas destinadas a la realización de la prueba y del cuestionario, ha habido un total de 6 alumnos que finalmente no han participado. En 4º A han colaborado finalmente 18 alumnos de un total de 21, mientras que en el grupo de 4º B han participado 19 de 22 alumnos, habiendo en ambos casos tres alumnos no participantes. En el caso de 4º C, los 9 alumnos del grupo participaron.

De entre los participantes, se cuenta con tres casos de TDAH y TEA en 4º B, recibiendo dos de ellos ligeras adaptaciones ordinarias, que principalmente consisten en ofrecer más tiempo para resolver los exámenes si se requiere y la separación de los enunciados de los mismos. Finalmente, se ha descartado llevar a cabo modificaciones de este tipo, siguiendo las indicaciones de la dirección del centro, dado que al tratarse exclusivamente de dos alumnos se pone en riesgo el anonimato de sus pruebas.

Por último, para la puesta en práctica de esta experiencia se han necesitado materiales y recursos como calculadoras, aportadas por el Departamento de Matemáticas para aquellos participantes que no tuvieran acceso a una, y aulas

de ordenadores para la realización del cuestionario, debido a la estricta prohibición del uso de teléfonos móviles salvo en casos concretos bajo la autorización de las familias, además del propio cuestionario diseñado a través de Microsoft Forms.

3.2. Objetivos

Pese al reducido tamaño de la muestra, con la realización de esta pequeña experiencia de evaluación de la competencia matemática se pretenden lograr los siguientes objetivos generales.

- Estimar la competencia matemática del alumnado de 4º de ESO que cursa Matemáticas B en el centro.
- Evaluar la competencia matemática de este alumnado según los criterios de evaluación de la LOMLOE 2020.
- Poner en práctica los nuevos métodos de evaluación de la LOMLOE 2020, incluyendo las competencias específicas, los criterios de evaluación y los saberes básicos.
- Analizar las competencias específicas con las que este alumnado presenta mayores y menores dificultades.
- Analizar los tipos de ejercicios con los que este alumnado presenta mayores y menores dificultades para aplicar sus conocimientos matemáticos.
- Contrastar los resultados obtenidos con las calificaciones que este alumnado ha obtenido en la asignatura de Matemáticas en el primer trimestre del curso 2023/24.
- Comprender la perspectiva de este alumnado respecto de la resolución de ejercicios o problemas enfocados al aprendizaje por competencias.
- Indagar en la influencia de la ansiedad matemática en el aprendizaje de las matemáticas y en su evaluación.

3.3. Consideraciones éticas

Para la correcta realización de esta experiencia se han tenido en cuenta las consideraciones éticas necesarias, tras la previa consulta con la directora del

centro. Se ha decidido solicitar a las familias del alumnado implicado la autorización para permitir su participación en el estudio y el tratamiento de sus datos. Esta solicitud se ha llevado a cabo aportando a cada estudiante con una carta de consentimiento informado que sus padres, madres o tutores/as legales debían de cumplimentar y firmar, indicando si se autorizaba o no esta participación. En esta carta se ha tratado de dejar claro a las familias que la participación del alumnado es totalmente voluntaria y anónima, que tanto la prueba como el cuestionario se llevan a cabo dentro del horario de escolar, bien sea en clase de la materia de Matemáticas o en el horario de tutoría. También se ha resaltado que los resultados que se obtengan no influirán de ninguna manera en los resultados académicos de ningún participante, ni tampoco en el trato que reciban. El modelo de esta carta de consentimiento informado se puede encontrar en el Anexo I.

3.4. Desarrollo y diseño de la prueba

Para el desarrollo del experimento se ha diseñado una prueba que pretende evaluar la competencia matemática del alumnado participante. Para el diseño de la misma se han consultado diversos ítems liberados de múltiples ediciones de las pruebas PISA de la OCDE, además de varias propuestas de situaciones de aprendizaje de libros de Matemáticas B de 4º de ESO de diferentes editoriales. Esto se ha llevado a cabo con el objetivo de poder enfocar el diseño de la prueba a la competencia matemática, buscando que los ejercicios no requieran una resolución mecánica sino un pensamiento crítico con el que el alumnado examine las herramientas matemáticas que conoce para intentar resolver cada cuestión. Además, se ha buscado captar el interés del alumnado participante contextualizando algunos de los ejercicios a situaciones aún más cercanas o conocidas para los adolescentes de la sociedad actual, con la hipótesis de que quizás estos jóvenes obtengan mejores resultados cuando aplican sus conocimientos a cuestiones que les resultan de mayor interés. El modelo de la prueba con todos los enunciados se puede encontrar en el Anexo II.

En relación con la LOMLOE, en la prueba se ven involucradas múltiples

competencias clave. Se trata, principalmente, de la competencia STEM, la competencia lingüística, la competencia digital, la competencia personal, social y de aprender a aprender y la competencia emprendedora. También aparecen todos los bloques competenciales salvo el de *destrezas socioafectivas*, dado que en éste se enfoca el cuestionario. Las principales competencias que aparecen son la primera, la tercera, la quinta y la octava, otorgándole especial importancia a la resolución de problemas y a la comunicación de ideas y argumentos. La especificación detallada de la evaluación de cada ejercicio por criterios de evaluación se puede encontrar en el Anexo III, y las rúbricas que se han seguido para su aplicación, donde además se indican el peso total de cada criterio y de cada competencia específica, se encuentran en el Anexo IV.

A continuación, se explican y se justifican uno a uno los ejercicios de la prueba, además de los métodos esperados para su resolución. Se insiste en la función de cada uno de ellos, en relación con las competencias específicas propias de la LOMLOE que se evalúan y los saberes básicos que se trabajan.

Ejercicio 1

El primer ejercicio tiene como principal interés la estimación de valores y la aplicación de porcentajes, por ser uno de los contenidos matemáticos más útiles y necesarios en la vida cotidiana. El ejercicio permite múltiples métodos resolutivos, siendo el primero de ellos posible a través del cálculo mental. Esta opción está pensada para aquel alumnado que no se acuerde de cómo se calculan los porcentajes de un número, dado que estos contenidos no se repasan en 4º de ESO. Este método consiste en calcular mentalmente el resultado de dividir 300€ entre 4 (o dividir 300€ entre 2 dos veces), obteniendo 75€, y restar esta cantidad del total, resultando en 225€. Así, una manera de encontrar la respuesta sería seleccionar de entre las cantidades menores de 225€ que se encuentren entre las opciones aquella que se acerque más a este valor, obteniendo 215€. Otro posible método en el que se ha pensado al plantear este ejercicio es el de calcular tanto el 25% de 300€ como el 35% de 300€, y seleccionar aquella opción que se encuentre entre los dos valores obtenidos.

En este ejercicio se evalúa únicamente el bloque competencial de *resolución de problemas*, valorando la interpretación del enunciado, la relación entre los datos y aquello que pide el problema, además de la comprobación justificada de cuál de las posibles respuestas se encuentra en el intervalo pedido. Por ello, se evalúan los criterios 1.1 y 2.1, otorgándole a cada uno el mismo valor.

En cuanto a los saberes básicos involucrados en este ejercicio, se trata principalmente del *sentido numérico*, con las grandes ideas de *cantidad*, *sentido de las operaciones* y *razonamiento proporcional*, dado que se llevan a cabo estimaciones, se expresan cantidades a través de números reales y se necesita llevar a cabo cálculos y operaciones con los mismos, además de cálculos proporcionales en función del método utilizado.

Ejercicio 2

El segundo ejercicio tiene como objetivo captar la atención del alumnado participante, al estar contextualizado en uno de los juegos más populares a nivel mundial, especialmente entre jóvenes. Se sitúa en una partida de Minecraft en modo supervivencia, donde se plantea la pregunta de cuál de las armas disponibles es más eficiente respecto del daño y del tiempo de espera entre cada golpe. Esta es una pregunta que varios y varias jóvenes se pueden haber planteado en algún momento al probar este juego o al ver a otras personas jugándolo en redes sociales, y, en este ejercicio, se pretende que se realicen los cálculos necesarios para obtener la respuesta de manera matemática y objetiva.

Un posible método resolutivo que se espera al plantear este ejercicio consiste en calcular los puntos por segundo de cada arma y seleccionar el arma correspondiente al mayor valor obtenido. Otra opción es la de calcular los segundos que tarda cada arma por cada punto de daño infligido y seleccionar el arma correspondiente al menor valor obtenido. En ambos casos, se puede descartar previamente el *hacha de diamante* por contar con los mismos puntos de daño que el *tridente* y tener un tiempo de espera de 0,1 segundos más antes de cada golpe. Se ha de obtener, independientemente del método utilizado, la *espada de diamante* como arma más eficiente.

Por otro lado, en el apartado b), se plantea una pregunta relacionada con la respuesta del apartado a), buscando el número total de golpes que se ha de acertar con el arma obtenida previamente para derrotar a la dragona de *El End*. El método resolutivo esperado consiste simplemente en dividir 200 puntos entre el número de puntos de daño que inflige el arma obtenida. Se valorará la corrección del proceso utilizado en este apartado con independencia de si el resultado del apartado a) es correcto o no, pues el enunciado especifica que se ha de utilizar el arma obtenida en el apartado a). Sin embargo, al tener que dividir siempre entre un número impar, el resultado tendrá decimales, por lo que se otorgará importancia a que se redondee correctamente el número obtenido.

En cuanto a su evaluación, en el apartado a) se evalúa exclusivamente el bloque *resolución de problemas*, con los criterios 1.1 y 1.3, dado que se valora que el alumnado sea capaz de interpretar y relacionar los datos entre sí para medir la eficiencia de cada arma, junto con la realización de los cálculos de manera adecuada. A ambos criterios se les otorga el mismo valor. En el caso del apartado b), nuevamente se evalúa el bloque *resolución de problemas*, incluyendo esta vez los criterios 1.3 y 2.1, a los que también se otorga el mismo valor sobre el total del apartado. La elección de estos criterios se debe a, en el caso del criterio 1.3, el cálculo de las operaciones necesarias para obtener la solución; y, en el caso del criterio 2.1, el redondeo del resultado obtenido para que la respuesta tenga sentido en el contexto en el que se sitúa el ejercicio.

De manera similar al ejercicio anterior, el sentido matemático que se activa es el *sentido numérico*, también con *cantidad*, *sentido de las operaciones* y *razonamiento proporcional*. Así, se utilizan los números reales para representar cantidades y para realizar los cálculos necesarios aproximando cuando se requiera en función del contexto del valor obtenido, siendo estos cálculos de tipo proporcional en el primer apartado.

Ejercicio 3

Al igual que ocurre con el anterior, el tercer ejercicio se contextualiza en un juego popular, esperando que prácticamente todo el alumnado participante lo conozca

y tenga una idea general acerca de cómo funciona. Para evitar posibles confusiones, se especifican en el enunciado las normas necesarias para la correcta resolución del ejercicio. De manera similar al primer ejercicio, este está planteado de manera que se pueda obtener la respuesta correcta sin necesidad de hacer cálculos específicos, dado que es probable que buena parte del alumnado no recuerde cómo calcular la probabilidad de un suceso, al no haber repasado estos contenidos en el presente curso. Así, se sitúa en una partida de Monopoly, donde dos amigos corren el riesgo de caer en la casilla de la cárcel.

El primer apartado pregunta cuál de los dos tiene mayores probabilidades de caer en dicha casilla, esperando dos posibles métodos resolutivos. En primer lugar, se puede argumentar que el protagonista, situado en la *compañía de aguas*, solo tiene que ir a la cárcel si obtiene un uno en ambos dados, mientras que su amigo tiene más opciones (uno y cuatro, dos y tres, tres y dos, cuatro y uno) y, como consecuencia, mayor probabilidad de caer en esta casilla. Por otro lado, otra opción es la de calcular directamente los valores de estas probabilidades para cada uno de estos dos jugadores, obteniendo una probabilidad de $1/36$ para el protagonista y $4/36$ o $1/9$ para su amigo. En cualquier caso, la respuesta correcta ha de ser la misma.

Respecto al segundo apartado, se pregunta si, una vez en la cárcel, merece la pena pagar 50€ directamente o tratar de obtener el mismo número en ambos dados para salir de la cárcel sin pagar, teniendo en cuenta que se pagará 50€ igualmente si al cabo de tres intentos no se ha logrado obtener los dos dados iguales. De nuevo, se espera que el alumnado responda o bien de manera intuitiva, explicando que la probabilidad de obtener el mismo número en ambos lados es baja, o bien realizando los cálculos necesarios, siendo la respuesta esperada la misma. Sin embargo, como se verá más adelante al analizar los resultados obtenidos, las respuestas a este apartado han sido muy dispares y subjetivas.

Por los motivos anteriores, en la evaluación de ambos apartados de este ejercicio se han considerado los bloques de *conexiones y comunicación y representación*, con los criterios de evaluación 6.2 y 8.1, valorando tanto las conexiones de las

matemáticas con un juego de la vida real como la comunicación y argumentación de las deducciones obtenidas. Una vez más, se ha otorgado a ambos criterios el mismo peso.

Finalmente, los saberes básicos involucrados en este ejercicio son el *sentido numérico*, el *sentido espacial* y el *sentido estocástico*. El primero incluye, una vez más, las grandes ideas *cantidad* y *sentido de las operaciones* en mayor o menor medida en función del método resolutivo utilizado. El segundo, trabaja de manera más sutil *figuras geométricas de dos y tres dimensiones*, al tratar el uso de dos dados con forma cúbica donde el alumnado ha de recordar el número de caras que posee un cubo. Por último, el tercero incorpora la gran idea *incertidumbre* al presentar el experimento aleatorio que consiste en el lanzamiento de dos dados y el cálculo de la suma de los dos números obtenidos, añadiendo el factor probabilístico que requerirá la aplicación de la regla de Laplace en, al menos, uno de los posibles métodos resolutivos.

Ejercicio 4

El cuarto ejercicio, aunque no está enfocado en un juego, sigue estando contextualizado en el ocio juvenil con el objetivo, una vez más, de atraer el interés del alumnado y facilitar así la aplicación de los conocimientos matemáticos de los que disponen en una situación de la vida real que, al igual que en los casos de los dos ejercicios anteriores, posiblemente ya se hayan planteado en algún momento. En este caso, se comparan dos tipos de pizzas según su tamaño, la mediana y la familiar, y se plantean dos posibles elecciones: comprar una pizza familiar o dos medianas. Así, se plantea una única cuestión sobre cuál de estas dos opciones es más beneficiosa, en términos de la cantidad de pizza (es decir, el área) que se puede comer. Tratando de evitar posibles errores por fallos de memoria, se ha decidido aportar como pista dos fórmulas en el enunciado. Originalmente, se indicó únicamente la fórmula del área del círculo por ser necesaria para la resolución del problema, pero finalmente se decidió añadir también la fórmula del perímetro de la circunferencia, para otorgar al alumnado la oportunidad de seleccionar la herramienta que realmente resulta útil para obtener correctamente la solución del ejercicio. Este ejercicio se ha

planteado con un único método resolutivo en mente, que consiste en calcular el área de cada tipo de pizza, duplicar el valor del área de la pizza mediana y comparar los resultados, eligiendo la opción con mayor superficie.

En cuanto a las competencias a evaluar, los bloques que se han tenido en cuenta han sido *resolución de problemas y comunicación y representación*, con los criterios de evaluación 1.1, 1.3 y 8.1, teniendo todos el mismo peso. Se han seleccionado estos tres criterios debido a que en este problema se valoran la interpretación de los datos y su relación con el enunciado, siendo necesario darse cuenta de que las medidas de cada pizza son diámetros y es necesario calcular los radios correspondientes, el correcto cálculo de ambas áreas y, por último, la correcta comunicación y argumentación de la opción seleccionada.

Respecto a los saberes básicos involucrados, se incluyen el *sentido numérico* y el *sentido espacial*. El primero se debe a la presencia de las ideas *cantidad*, *sentido de las operaciones* y *razonamiento proporcional*, dada la necesidad de manejar números reales para representar cantidades y realizar operaciones, que son proporcionales en el uso del diámetro para obtener el radio. En el caso del *sentido espacial*, la idea involucrada es *figuras geométricas de dos y tres dimensiones*, que toma gran importancia al interpretar las pizzas como círculos cuya área es necesario calcular.

Ejercicio 5

En contraposición con los problemas anteriores, el quinto ejercicio incorpora una cuestión más abstracta y no contextualizada, que se enfoca más en evaluar el pensamiento crítico del alumnado. Como se puede observar, se desarrolla una conocida falsa demostración de que $2 = 1$, pidiendo al alumnado que encuentre la línea o el paso donde se encuentra el error. Para facilitar el ejercicio, se ha decidido ofrecer cuatro posibles respuestas donde se aporta además una posible justificación breve del error, dado que estos estudiantes no suelen realizar ejercicios de este tipo en clase. Sin embargo, se ha añadido una opción relacionada con los productos notables, dado que el propio alumnado es consciente de que suele cometer muchos errores basados en estas identidades

notables. Al tratarse de un ejercicio donde meramente se ha de seleccionar la respuesta correcta sin aportar ninguna justificación de dicha elección, el principal objetivo de esta posible respuesta es presentar una opción aparentemente correcta, basada en el sesgo o idea que los jóvenes tienen sobre sus propias habilidades matemáticas. Así, se pretende valorar si el alumnado tiende a dejarse llevar por este sesgo o trata de razonar de forma crítica.

La única respuesta correcta, evidentemente, es la tercera, dado que no se puede dividir entre cero, teniendo en cuenta que $a = b$ y, por tanto, $a - b = 0$.

En este caso, el bloque competencial que se busca evaluar es *razonamiento y prueba*, al tratarse del análisis de una falsa demostración. Concretamente, se ha seleccionado el criterio de evaluación 3.1, al comprobar e investigar conjeturas con la ayuda de las cuatro posibles respuestas.

El principal saber básico que se trabaja en este ejercicio es el *sentido algebraico*, que se incorpora por primera vez en la prueba con este ejercicio. Las principales grandes ideas que se consideran en este sentido matemático son *variable e igualdad y desigualdad*, al tratarse de una falsa demostración algebraica donde se parte de las variables a y b , que se relacionan a través de una igualdad que se transforma progresivamente estableciendo expresiones algebraicas aparentemente equivalentes. En menor medida, se involucra una vez más el *sentido numérico*, al demostrarse presuntamente que dos cantidades diferentes son iguales.

Ejercicio 6

Finalmente, el sexto y último ejercicio es una ligera modificación de uno de los ejercicios planteados por PISA, liberado de la prueba PISA del año 2000 (MEFPD, s.f., pp. 55-56). El apartado d) se mantiene idéntico y los apartados b) y c) se modifican ligeramente, mientras que el apartado a) no aparece en la prueba de PISA. Se ha querido incluir un ítem de PISA con el objetivo de comparar los resultados obtenidos en este ejercicio con los obtenidos en los otros cinco, que han sido formulados específicamente para esta experiencia. Todos los apartados de este ejercicio se basan en el análisis de una función

contextualizada en una pista de carreras. El primero de ellos pregunta la longitud de la pista, los dos siguientes están relacionados con la velocidad que alcanza un coche de carreras y el último pide relacionar la gráfica del ejercicio con uno de los cinco posibles dibujos de pistas de carreras. Al igual que ocurría en el ejercicio anterior, todos los apartados salvo el primero únicamente requieren que cada participante señale la respuesta que considera correcta, sin necesidad de justificar su elección.

Respecto a la evaluación de este ejercicio, en el caso de PISA se mencionan las competencias matemáticas *reproducción, definiciones y cálculos y conexiones e integración para resolver problemas*. Estas competencias no coinciden con ninguna de las competencias específicas que se han descrito en el capítulo anterior, como es de esperar. Por otro lado, en el caso de este proyecto, se ha decidido evaluar este ejercicio con el bloque competencial *conexiones*, con el criterio 5.1 para todos los apartados. Esta decisión se ha basado en la necesidad de visualizar y relacionar diferentes conceptos matemáticos para la correcta resolución del ejercicio.

Por último, en cuanto a los sentidos matemáticos que se activan en este ejercicio, se tienen en cuenta el *sentido numérico*, el *sentido de la medida*, el *sentido espacial* y el *sentido algebraico*. El primero, nuevamente, se debe a la presencia de la idea *cantidad*, con la presencia de magnitudes y números que representan diferentes medidas. Además, se incorpora en menor medida la idea *relaciones* al interpretar una función definida en intervalos y analizarla en un intervalo concreto. El *sentido de la medida* tiene mayor presencia con la gran idea *cambio*, al estudiar el crecimiento o decrecimiento de la función en un intervalo. Además, el *sentido espacial* se muestra presente al ser necesaria la visualización de la gráfica, especialmente en el último apartado. Por último, el *sentido algebraico* también tiene una gran presencia con la gran idea *relaciones y funciones*, siendo importante la comprensión de aquello que representa cada uno de los ejes de ordenadas y las relaciones entre ambas variables, además de su interpretación.

3.5. Desarrollo y diseño del cuestionario

Como se ha mencionado con anterioridad, el desarrollo de esta experiencia también se ha decidido llevar a cabo un cuestionario con posterioridad a la prueba, al tratar cuestiones relacionadas con la misma. En esta sección se explicará en detalle la elección y el desarrollo de las preguntas de este cuestionario, dado que ha sido diseñado específicamente para la experiencia de este proyecto. Además, se justificará la elección de cada pregunta, en relación con los objetivos de la experiencia, valorando el tipo de información que las respuestas de cada ítem pueden aportar.

Antes de comenzar, conviene mencionar que el cuestionario se ha realizado de manera digital, con el objetivo de facilitar el tratamiento de datos y evitar un gasto innecesario de papel. Por ello, se ha solicitado al centro el uso de aulas con ordenadores, que se han utilizado sin problemas. La herramienta digital utilizada para crear y responder al cuestionario ha sido Microsoft Forms, que permite el anonimato de las respuestas. Además, se ha contado con el apoyo de las dos profesoras de Matemáticas B que imparten clase a estos grupos, que se han ocupado de compartir el enlace al cuestionario a su alumnado a través de Teams.

En cuanto al cuestionario, éste se ha dividido en dos partes, donde la primera incluye tres preguntas acerca de información básica del alumnado, relativas a su género, su disponibilidad de ordenador con acceso a Internet en sus hogares y su nota de Matemáticas B obtenida en el primer trimestre. Esta información será de utilidad para estudiar posibles correlaciones entre distintas variables y cómo estos tres tipos de datos pueden afectar tanto a los resultados de la prueba como al resto de preguntas del cuestionario.

La segunda y última parte del cuestionario se compone de un total de diez preguntas, que principalmente se han enfocado a la prueba realizada o a la llamada ansiedad matemática. Todas ellas se componen por una afirmación y cinco grados de conformidad con la misma, donde cada participante ha de señalar la respuesta que se adapte mejor a su perspectiva. Estos cinco niveles de conformidad son “muy de acuerdo”, “de acuerdo”, “neutro”, “en desacuerdo” y “muy en desacuerdo”, y se mantienen idénticos como únicas opciones de

respuesta para cada una de las diez preguntas de esta parte del cuestionario.

Antes de proceder con la descripción de cada cuestión por separado, cabe mencionar que el diseño de estas preguntas no ha sido realizado por ningún profesional investigador en psicología, y que su interés es meramente orientativo y experimental. Finalmente, se describen a continuación cada una de las preguntas que conforman la segunda parte del cuestionario.

- “Las matemáticas son difíciles” pretende obtener la percepción general que el alumnado tiene de esta ciencia, al expresarse como una afirmación absoluta y general. Permite, así, estudiar si la porción del alumnado con peores resultados en su competencia matemática y en la asignatura de Matemáticas B tiene una percepción negativa de las matemáticas o problemas de estrés o ansiedad con las mismas, relaciones que posiblemente se encuentren en los resultados.
- “No me gustan las matemáticas”, a diferencia del caso anterior, consiste una afirmación subjetiva y personal, donde cada participante puede transmitir su visión particular, que no necesariamente ha de coincidir con el nivel de dificultad que asocia con las matemáticas, completando así la información que se obtiene de su perspectiva. De nuevo, se sospecha una cierta relación entre esta variable y las demás.
- “La prueba me ha resultado difícil” se enfoca directamente en la dificultad de la prueba realizada, pudiendo encontrar en las respuestas a esta pregunta un grado de similitud con las de la pregunta anterior. Además, esta pregunta otorga, como es de esperar, la percepción del conjunto de la prueba por parte del alumnado de 4º de ESO, que complementa la retroalimentación recibida por diversos docentes.
- “La prueba me ha resultado más difícil que las pruebas de la asignatura de matemáticas que he realizado a lo largo del curso”, pese a que también trata la dificultad de la prueba, incorpora una comparativa con la asignatura Matemáticas B. De esta manera, se obtiene también una relación entre la dificultad de esta prueba de evaluación de la competencia matemática y las pruebas de Matemáticas B que se realizan en el centro.
- “Los ejercicios de la prueba me han resultado interesantes y/o prácticos”

busca conocer la perspectiva del alumnado en cuanto al interés que los ejercicios de la prueba le hayan podido provocar, tratando de valorar si con este tipo de problemas se podría conseguir en mayor o menor medida esa *disposición* para aplicar las matemáticas en diferentes contextos de la que hablaba Recio (2007). Además, puede estudiarse una posible relación entre la cantidad de participantes que han sentido interés por los ejercicios de la prueba y la cantidad de estudiantes que ha obtenido mejores resultados en la misma.

- “La asignatura de matemáticas me gustaría más si se realizaran más ejercicios o problemas parecidos a los de la prueba”, de nuevo, relaciona la prueba con la materia Matemáticas B, aunque esta vez en base al interés en lugar de la dificultad. Al igual que en el caso anterior, esta variable puede indicar una posible relación con los resultados obtenidos.
- “Las matemáticas me producen estrés o ansiedad” introduce el factor de la ansiedad matemática hacia esta rama científica de manera genérica. Esta variable puede tener relación tanto con la percepción de las matemáticas como o en los resultados de la prueba.
- “Cuando tengo que resolver un ejercicio o problema difícil de matemáticas me bloqueo” guarda relación con la cuestión anterior, incorporando el efecto que este estrés o ansiedad puede tener en cada participante a la hora de enfrentarse a un ejercicio o problema que considera difícil.
- “Al resolver la prueba me he bloqueado en algún ejercicio” conecta la pregunta anterior con la prueba realizada. Esta variable puede tener relación con los resultados obtenidos en la misma, además de otras de las variables ya descritas.
- “Sería capaz de obtener mejores resultados en matemáticas si esta materia no me provocara estrés o ansiedad” puede resultar de gran interés, pues el alumnado puede indicar cómo considera que le afecta su ansiedad matemática en sus resultados académicos. Esto permite llevar a cabo, además, algunas deducciones acerca del potencial matemático que los participantes creen tener, y cómo dicha ansiedad puede afectar a su autoconfianza en matemáticas.

El modelo del cuestionario completo que se ha utilizado en la experiencia se puede encontrar en el Anexo V.

3.6. Análisis de los resultados

A lo largo de esta sección se describen y se analizan las respuestas y los resultados obtenidos tras realizar la prueba en los tres grupos de 4º de ESO, contrastando tanto las calificaciones medias, como los resultados en función de cada ejercicio y de cada uno de los criterios de evaluación que se han tenido en cuenta. Estos análisis vienen acompañados de múltiples gráficos que representan la información más relevante. Además, posteriormente se estudia el conjunto de respuestas obtenidas en el cuestionario, también con la ayuda de herramientas gráficas, y se relacionan con las conclusiones obtenidas previamente a partir de la prueba. Estas conclusiones se tendrán en cuenta en la sección siguiente, donde se llevará a cabo una valoración de toda la experiencia realizada en el centro.

3.6.1. Resultados de la prueba

Como ya se ha comentado, se comienza analizando los resultados que los participantes han obtenido en la prueba. En primer lugar, se resaltan las calificaciones finales que ha obtenido la totalidad del alumnado participante en la experiencia, que se representan en el siguiente gráfico.

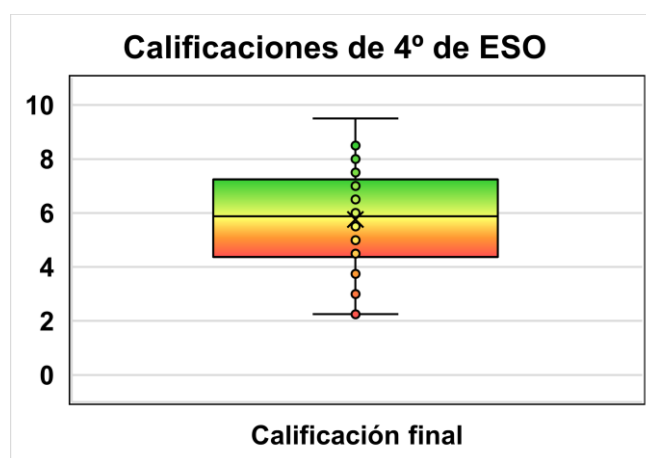


Gráfico 1. Representación de las calificaciones finales obtenidas por todo el alumnado participante en la experiencia.

Como se puede observar en el Gráfico 1, la calificación media que han obtenido los 46 participantes ha sido 5'77, siendo el máximo 9'5 y el mínimo 2'25. Además, el primer cuartil se corresponde con la calificación de 4'5, habiendo al menos 12 alumnos suspensos. Esta cantidad asciende a 14, consistiendo un 30'43% del total de participantes. Por otro lado, la mediana es aproximadamente 5'88, valor que, como se puede observar en el Gráfico 1, es ligeramente superior a la media. Por último, el tercer cuartil es 7'25, con un total de 13 notables y 1 sobresaliente.

Desglosando estos datos según el grupo de 4º de ESO al que pertenece cada participante, bien sea 4º A, 4º B o 4º C, se obtiene el gráfico siguiente.

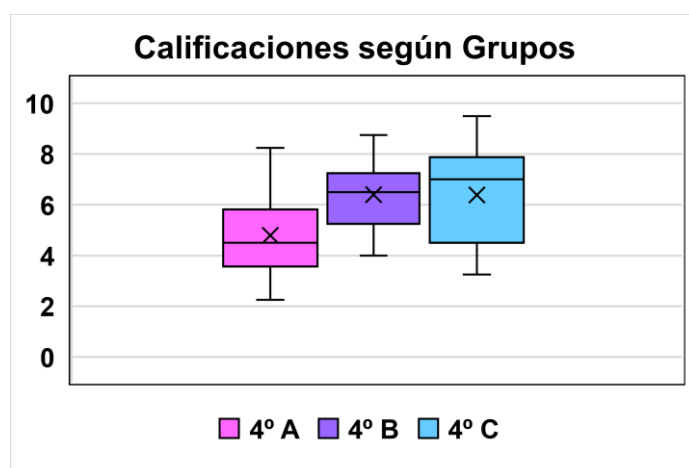


Gráfico 2. Representación de las calificaciones finales obtenidas por todo el alumnado participante en la experiencia, desglosadas por grupos.

En el Gráfico 2 se puede ver que las calificaciones medias obtenidas por los grupos 4º B y 4º C son muy similares, siendo la media de 4º B exactamente 6'3947 y la de 4º C 6'3889, con una diferencia de menos de una centésima. En el caso de 4º A, este valor es aproximadamente 4'79, que es bastante inferior a los dos anteriores. El motivo de esta gran diferencia es difícil de deducir, aunque se revisará más adelante en esta misma sección cuando se avance con los resultados del cuestionario. Prestando atención al menor valor representado en 4º A y al primer cuartil correspondiente, en comparación con los de los otros dos grupos, se observa que gran parte de los resultados suspensos provienen de este grupo. Por otro lado, la calificación más alta, la mayor mediana y el mayor valor del primer cuartil corresponden a 4º C, que, pese a ser el grupo con menor

número de alumnos, ha obtenido muy buenos resultados en general, a excepción de dos suspensos. En cuanto a 4º B, el Gráfico 2 muestra que éste consiste el grupo con mayor estabilidad en sus resultados.

Teniendo ya una visión global de los resultados, se procede a analizar cada ejercicio por separado, con el objetivo de deducir los tipos de problemas con los que los participantes han tenido mayores y menores dificultades, además de las posibles causas o factores relacionados y de otras observaciones.

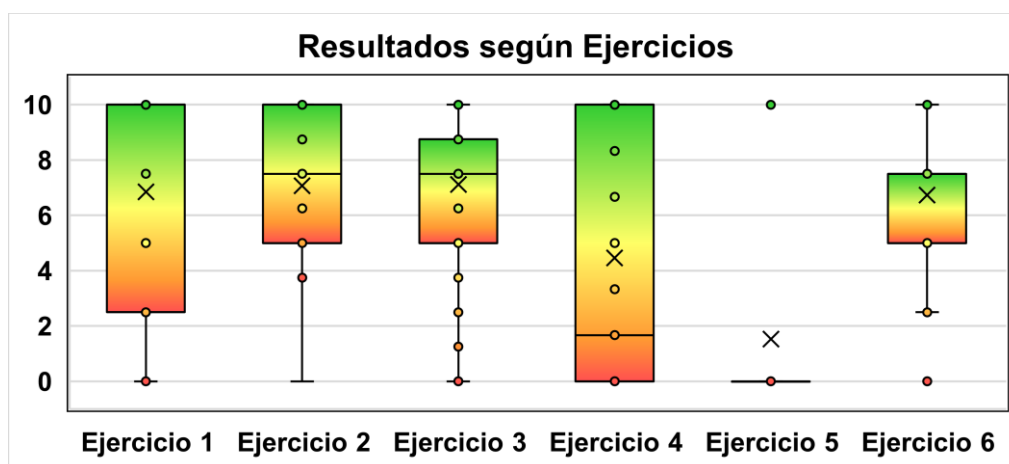


Gráfico 3. Representación de las calificaciones obtenidas por todo el alumnado participante en la experiencia, desglosadas por ejercicios.

En el Gráfico 3 se desglosan el conjunto total de calificaciones en seis grupos, correspondientes a los resultados que el alumnado ha obtenido en cada ejercicio. Llama la atención, en primer lugar, el quinto ejercicio, donde la media total es de 1'52 sobre 10. De hecho, de entre los 46 participantes, únicamente 7 han seleccionado la respuesta correcta del ejercicio número quinto, habiendo un total de 22 alumnos y alumnas de 46 que han seleccionado la opción II) relacionada con la aplicación de un producto notable (9 en 4º A, 8 en 4º B y 5 en 4º C). Esta circunstancia, que resulta sorprendente, puede deberse a la falta de contexto del ejercicio y a su carácter técnico o teórico, o quizás al sesgo del que se hablaba en la Sección 3.4 que lleva al alumnado, que posiblemente no tenga clara la respuesta, a seleccionar aquella que parece correcta.

Por otro lado, los ejercicios con mejores resultados han sido el segundo y el tercero, consistiendo los dos ejercicios de la prueba contextualizados en juegos

conocidos. En el caso del segundo ejercicio, situado en una partida de Minecraft, se han encontrado métodos resolutivos interesantes, con los que los estudiantes conseguían encontrar la respuesta correcta. Un ejemplo para el apartado a) es el cálculo de puntos de daño que se inflige a medida que avanzan los segundos, observando que la espada de diamante toma el liderazgo. En este ejercicio, ha resultado llamativo cómo ciertos participantes interesados en el juego ofrecían, tras responder correctamente a la pregunta, otros métodos utilizados para conquistar a la dragona, como el uso de camas como explosivos, dejando asomar el interés que parecen tener por este tipo de cuestiones. Por ello, y por los buenos resultados obtenidos en este ejercicio de manera general, se podría deducir que el alumnado siente mayor facilidad o comodidad aplicando conocimientos matemáticos cuando se trata de contextos cercanos y conocidos.

En el caso del tercer ejercicio, contextualizado en una partida de Monopoly, las respuestas del apartado b) no han sido las esperadas a nivel general. Como se ha descrito en el Capítulo 3.4, se esperaba una única respuesta correcta argumentada de manera objetiva y basada en la estadística. Sin embargo, buena parte del alumnado ha interpretado la pregunta como una subjetiva, respondiendo con la decisión y argumentación que consideraban más oportuna según intereses propios. Pese a que la respuesta esperada era la que consistía en pagar para salir de la cárcel debido a la baja probabilidad de obtener el mismo número en ambos dados a la vez, gran parte de los participantes han respondido con la otra opción, dándole valor a la posibilidad de no tener que pagar para salir de la cárcel, sin tener tanto en cuenta el factor probabilístico. Así, muchas de las respuestas se han basado en decisiones personales que cada estudiante tomaría si estuviera jugando en las condiciones descritas, en lugar de interpretar el ejercicio de manera matemática. Es por ello que se ha asumido un error propio en la elaboración del enunciado, se ha valorado de manera positiva la argumentación con el criterio 8.1 y no se ha penalizado tanto en la evaluación del criterio 6.2, admitiendo como plenamente correcta cualquier opción debidamente argumentada que incluyera la baja probabilidad de obtener el mismo número en ambos dados.

En cuanto al resto de ejercicios, el primero y el sexto también han tenido buenos resultados, teniendo más de la mitad de los participantes el primer ejercicio perfecto y habiendo en ambos casos una media de entre 6'5 y 7 sobre 10. En el primero, algunos estudiantes han utilizado un método diferente, calculando todos los posibles descuentos entre 25% y 35% del total y seleccionando el valor más cercano. En el caso del último ejercicio, el alumnado ha tenido gran facilidad para responder a los tres primeros apartados, mientras que en el d) únicamente 13 participantes de 46, el 28'26%, han logrado encontrar la respuesta correcta. Al tratarse de una ligera modificación de un ítem liberado de PISA 2000 (MEFPD, s.f., pp. 55-56), resulta de interés comparar estos resultados con los que se obtuvieron en dicha edición. En el caso de PISA, los participantes también obtuvieron peores resultados en el apartado d), con un 23'0% de aciertos en España y un 28'3% en la media de la OCDE (p. 56), sorprendentemente similar a lo obtenido en la experiencia. En cuanto a los apartados b) y c), los porcentajes de acierto en el centro han sido de 84'78% y 93'48%, respectivamente; y en PISA 2000 de 88'6% y 80'6%, en España, y 83'3% y 82'5%, en la media de la OCDE. El alumnado del centro se queda, por tanto, en un punto medio en el caso del apartado b) y notablemente superior en el apartado c).

Por último, el ejercicio 4 ha sido el segundo con peores resultados, donde los principales errores han consistido en utilizar la fórmula del perímetro de una circunferencia en lugar de la del área de un círculo y sustituir el radio en la fórmula utilizando el diámetro sin dividirlo entre dos. Además, un notable número de alumnos ha entregado la prueba dejando este ejercicio sin responder. Dado que, a diferencia del ejercicio 5, éste no era de tipo test, es posible que el alumnado que aparentemente consideró estos dos ejercicios como los más difíciles no se atreviera a tratar de resolverlo.

Estos mismos resultados se pueden dividir según grupos, obteniendo la siguiente representación gráfica, donde se aprecian notables variaciones entre 4º A, 4º B y 4º C. Así, en el Gráfico 4, se puede observar que el grupo 4º A es el que tiene peores resultados, conclusión a la que ya se había llegado previamente.

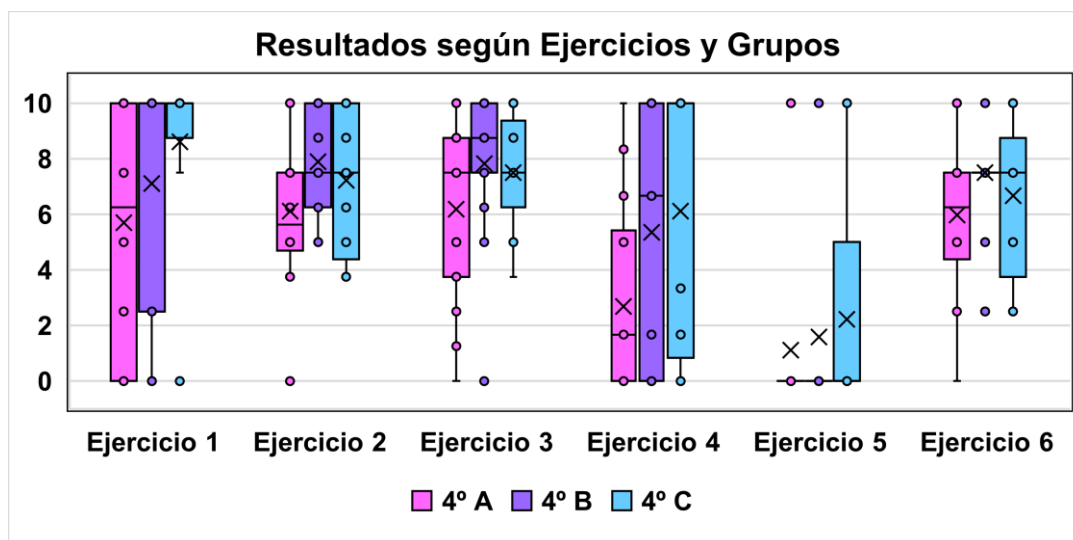


Gráfico 4. Representación de las calificaciones obtenidas por todo el alumnado participante en la experiencia, desglosadas por ejercicios y grupos.

En materia de competencias específicas, se pueden analizar también los resultados por criterios en lugar de ejercicios. De esta manera, se puede intuir qué competencias tienen mejor desarrolladas los participantes y con cuáles tienen, aparentemente, más dificultades.

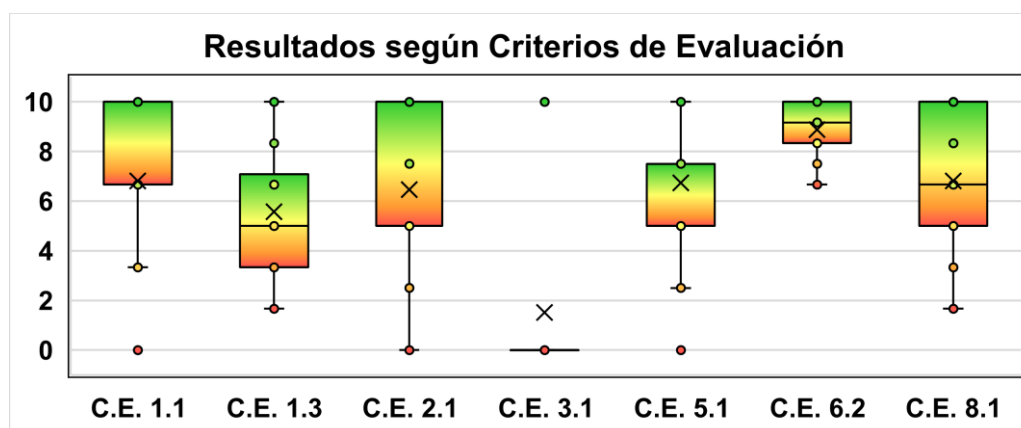


Gráfico 5. Representación de las calificaciones obtenidas por todo el alumnado participante en la experiencia, desglosadas por criterios de evaluación.

En el Gráfico 5 se describen, por tanto, los resultados de todo el conjunto de participantes en cada criterio de evaluación de las competencias específicas involucrado. A simple vista, llaman la atención los criterios 3.1 y 6.2, el primero por sus terribles resultados y el segundo por lo contrario. Así, una primera deducción es que el alumnado participante ha tenido grandes dificultades con el bloque *razonamiento y prueba*, que quizás no se trabaja tanto en el aula o conlleva

mayor esfuerzo que, por ejemplo, la realización de cálculos directos y mecánicos.

Respecto al criterio 6.2, parece que la relación entre las matemáticas y situaciones de la vida cotidiana (en este caso, un juego conocido) facilita al alumnado la resolución de los ejercicios, al menos, cuando se trata de contextos que le resultan de interés. Esto también ocurría con el ejercicio 2, contextualizado en Minecraft, donde, aunque se ha decidido no evaluar el bloque de *conexiones*, éste se veía presente de manera implícita. En ese caso, los resultados también fueron muy positivos de manera general, lo cual provoca sospechas de que las conexiones de las matemáticas y contextos conocidos no solo parece ser un punto fuerte del alumnado, sino que, además, al incrementar su interés aumenta también su capacidad resolutoria. Continuando con el bloque *conexiones*, en el criterio 5.1, cuya representación se corresponde directamente con la correspondiente al ejercicio 6 en el Gráfico 3, ha habido resultados bastante positivos, como ya se ha mencionado, a excepción del apartado d) de dicho ejercicio, principal responsable de la mayoría de errores en el mismo.

En cuanto a los dos bloques restantes, ambos se sitúan en una posición intermedia respecto de los dos anteriores. En cuanto a *resolución de problemas*, llama la atención la diferencia del criterio 1.3 respecto de los criterios 1.1 y 2.1, siendo la mediana exactamente 5'0 y la media 5'58. Estos resultados se han visto bastante afectados por el ejercicio 4, donde, como ya se ha mencionado, una buena parte del alumnado no supo responder a la pregunta correctamente o directamente no lo intentó.

Finalmente, el bloque *comunicación y representación* ha sido bastante dominado por los participantes, resultando sorprendente la cantidad de explicaciones que han aportado de manera general en contraposición con la falta de justificaciones textuales que se ha observado a lo largo de la estancia en el centro. Esta circunstancia, como se explicará más adelante, ha resultado de gran valor a la hora de comprender las ideas y la intuición matemática del alumnado.

Por último, al igual que en el Gráfico 4, se puede incorporar un desglose por grupos, que se representa en el Gráfico 6. Nuevamente, 4º B y 4º C tienen

mejores resultados, aunque llaman la atención los criterios 2.1 y 5.1, donde 4º B obtiene calificaciones ligeramente superiores. De nuevo, estas diferencias según grupos quizás se vean justificadas de algún modo tras estudiar las respuestas del cuestionario.

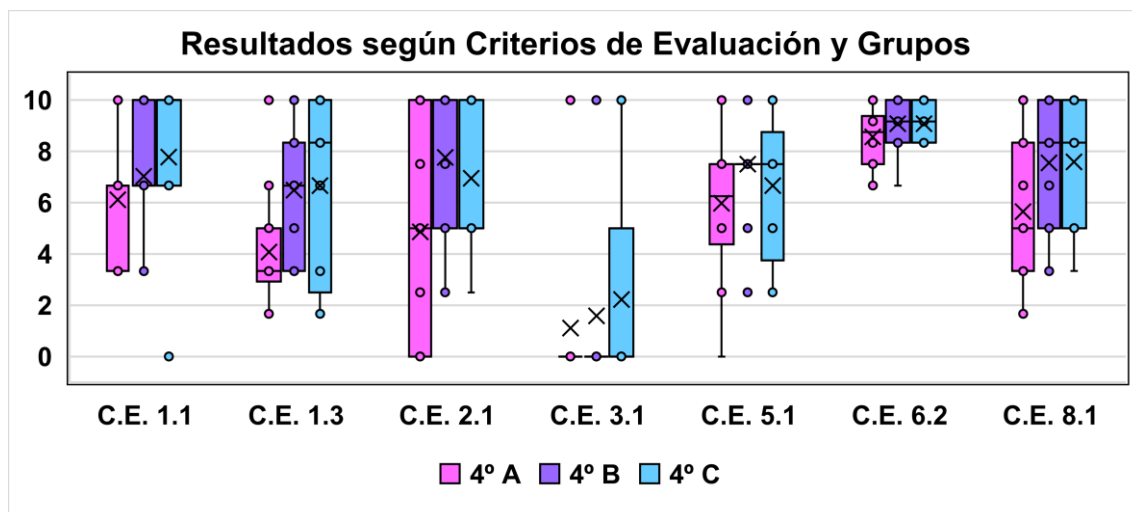


Gráfico 6. Representación de las calificaciones obtenidas por todo el alumnado participante en la experiencia, desglosadas por criterios de evaluación y grupos.

3.6.2. Resultados del cuestionario

A continuación, ya descritos los resultados obtenidos en la prueba de esta experiencia, se procede a estudiar las respuestas al cuestionario que han aportado los participantes. Esto se lleva a cabo de manera ordenada, comenzando con las tres preguntas básicas correspondientes a la primera parte del cuestionario y continuando con las diez preguntas de la segunda parte, que entran en mayor profundidad. Debido al elevado número de preguntas que componen el cuestionario, todos los gráficos correspondientes a su análisis se encuentran disponibles en el Anexo VI.

En primer lugar, la pregunta inicial hace referencia al género del alumnado participante, donde las respuestas están bastante equilibradas, como se puede observar en el Gráfico 7. En el caso de los alumnos que han seleccionado la última opción, se ha tratado de tres estudiantes que no se han tomado en serio la pregunta y han aportado respuestas carentes de sentido.

En cuanto a la segunda pregunta, acerca de la disponibilidad de ordenador con acceso a Internet, un total de 38 participantes han respondido “Sí, con ordenador propio”, mientras que los 8 restantes no disponen de ordenador propio, pero sí cuentan con acceso a un ordenador con Internet. Como consecuencia de estos resultados, se ha decidido no tener en cuenta esta variable, dado que no parece influir de ninguna manera en la competencia matemática del alumnado.

La siguiente pregunta, relativa a las calificaciones que el alumnado obtuvo en el primer trimestre del curso y cuyos resultados se encuentran en el Gráfico 8, permite observar las diferencias y similitudes en el rendimiento en comparación con la prueba realizada, cuyos resultados se han clasificado de la misma manera en el Gráfico 9. Se pueden observar ligeras variaciones de manera general entre los porcentajes de ambos gráficos, llamando la atención las diferencias en los porcentajes de suspensos obtenidos tanto en 4º A como en 4º B. En el caso de 4º A el número de suspensos aumenta significativamente en la prueba, mientras que en 4º B ocurre lo contrario. Además, los resultados se reducen ligeramente en el caso de 4º C, que cuenta con la misma profesora que 4º A, siendo 4º B el único grupo que mejora notablemente sus calificaciones. Estas diferencias pueden deberse a que las profesoras que imparten Matemáticas B en 4º B y en 4º A y 4º C son distintas, al igual que sus niveles de exigencia.

Avanzando con la segunda parte del cuestionario, los dos siguientes gráficos representan la percepción general del alumnado sobre las matemáticas: sobre su dificultad, en el Gráfico 10, y sobre el gusto o interés que sienten por esta materia, en el Gráfico 11. En ambos casos se observan respuestas similares, con una tendencia a la neutralidad, más acusada en el primer caso. Además, se aprecia una cierta simetría en los resultados, pese a que el número de participantes que expresa una cierta conformidad con ambas cuestiones es ligeramente superior. En el Gráfico 11 se puede deducir que el porcentaje de alumnos que tiene un cierto interés por las matemáticas es bastante reducido. Por otro lado, destaca el elevado número de chicas que consideran que las matemáticas son difíciles en comparación con el resto de compañeros, habiendo solo 2 chicas en desacuerdo con la afirmación y ninguna que haya seleccionado

“muy en desacuerdo”, especialmente si se tiene en cuenta que sus calificaciones en Matemáticas B son superiores a las del resto de compañeros participantes por más de medio punto.

A continuación, se avanza con el grado de conformidad de los participantes respecto a la dificultad de la prueba realizada, representado en el Gráfico 12, y en comparación con los exámenes que se suelen llevar a cabo en Matemáticas B a lo largo del curso, en el Gráfico 13. En ambos se observa una discordancia general con las afirmaciones, especialmente en el primer caso. Se puede deducir, ante resultados tan distintivos, que el alumnado prefiere resolver ejercicios y problemas más contextualizados que busquen captar su interés, dado que éstos parecen disminuir la dificultad percibida de las matemáticas. Cabe destacar que las chicas han percibido la prueba como más difícil, habiendo únicamente un chico que ha elegido la opción “de acuerdo” y otro que ha seleccionado “muy de acuerdo”.

Poniendo el foco en el interés por los problemas planteados en la prueba, en los Gráficos 14 y 15, vuelve a aparecer una mayor neutralidad en ambos casos, con una ligera tendencia al acuerdo con las afirmaciones. Se puede suponer que el alumnado muestra algo más de interés por los problemas matemáticos de la prueba, especialmente el de 4º C, y que quizás una mayor presencia de este estilo de ejercicios lograría un mayor gusto por las matemáticas, aunque la cantidad de participantes que manifiestan esta percepción no parece ser tan significativa como en los casos anteriores.

Finalmente, se describen los resultados de las cuatro últimas preguntas del cuestionario, que tratan la ansiedad matemática, una de las cuestiones más relevantes que trata este trabajo. En el Gráfico 16 se observa que, pese a volver a aparecer una gran cantidad de respuestas neutras, se mantiene esa ligera conformidad, en este caso, con el estrés o ansiedad que producen las matemáticas al alumnado. En cuanto al Gráfico 17, esta idea se repite. De forma más clara los participantes expresan que, en general, sí experimentan bloqueos a la hora de resolver problemas matemáticos que consideran difíciles. Cabe destacar que 4º C no parece sufrir tantos bloqueos, lo cual encaja con los

positivos resultados que ha obtenido este grupo. Se ha observado, además, que las chicas admiten lidiar con esta dificultad bastante más que los chicos, pese a que, como ya se ha mencionado, sus calificaciones en Matemáticas B son superiores a las de los demás participantes por más de medio punto.

En la penúltima pregunta, cuyas respuestas se muestran en el Gráfico 18, los grupos 4º A y 4º B vuelven a estar de acuerdo, de manera generalizada, con la afirmación, al contrario que 4º C. No resulta sorprendente que el alumnado haya tenido dificultades para resolver al menos alguno de los ejercicios de la prueba, especialmente si se tiene en cuenta que se trata de problemas variados donde resulta clave que el alumnado comprenda los enunciados y elija correctamente el método resolutivo, además del nivel de abstracción del quinto ejercicio, donde apenas ha habido respuestas correctas.

Por último, respecto a la pregunta final del cuestionario, las respuestas se mantienen relativamente similares, donde en torno al 50% de los participantes coincide en que su rendimiento en matemáticas sería más positivo si no tuviera que lidiar con el estrés o la ansiedad que esta materia le produce. Esto ocurre especialmente en el caso de 4º B, que parece ser el grupo que más ansiedad matemática sufre.

4. Valoración de la experiencia y conclusiones

Tras la realización de la experiencia descrita y del análisis de los resultados obtenidos en la misma, se pueden llevar a cabo diversas conclusiones. Acerca del establecimiento y la evaluación de las pruebas para la medición de la competencia matemática, es importante tener presente la complejidad de este proceso. De hecho, Recio (2009) ya afirmaba que “no es una tarea fácil elaborar esas cuestiones y establecer la puntuación correspondiente a las distintas clases de posibles respuestas”. Claramente, la prueba y el cuestionario que se han diseñado para este proyecto únicamente pueden aportar, como mucho, algunas ideas generales de la competencia matemática del alumnado y de su perspectiva hacia la materia. Existen múltiples posibilidades para mejorar la experiencia, como la ampliación del número de preguntas de la prueba, la participación del alumnado de Matemáticas A y su aplicación en otros centros de Cantabria. Además, se ha observado una cierta falta de esfuerzo por parte de algunos participantes cuando se les informó, al comienzo de la prueba, de que sus resultados no afectarían a sus notas de la asignatura. Esta cuestión podría tenerse en cuenta en el cuestionario, incorporando alguna pregunta al respecto.

Como aspectos positivos, en primer lugar, destaca la valoración del proceso de resolución y argumentación en la evaluación de cuatro de los seis ejercicios de la prueba, que, pese a complicar el proceso de calificación, ha permitido comprender de manera más profunda la forma de entender y aplicar las matemáticas del alumnado. Esta cuestión se considera clave para poder tratar de evaluar su competencia matemática, dado que medirla únicamente en base a sus respuestas finales puede limitar el aprendizaje que se obtiene de este tipo de pruebas. Otro aspecto a mencionar es la presencia de ejercicios que se han contextualizado teniendo en mente los contextos del alumnado, observando mejores resultados en los problemas relacionados con juegos. Se deduce así una mayor facilidad por aplicar las matemáticas cuando se trata de cuestiones que resultan de interés a los participantes.

En cuanto a la aplicación de los criterios de evaluación de la LOMLOE, en

diversas ocasiones se han solapado las competencias específicas involucradas en un mismo ejercicio, complicando la selección del criterio de evaluación a utilizar sin apenas afectar a la calificación correspondiente a ese problema. Sin embargo, sí resulta de interés comparar los resultados según competencias específicas, observándose notables diferencias, por ejemplo, entre *razonamiento y prueba* y el resto de bloques competenciales. Se puede deducir de esta comparación una carencia general de capacidad crítica y razonamiento abstracto, al menos en el campo de las matemáticas, quedándose atrás lo puramente algebraico. Esta idea encaja con lo observado en el cuestionario, donde el alumnado ha expresado con bastante claridad que la prueba no le ha resultado difícil, además de una ligera preferencia por los ejercicios de la misma, enfocados a lo competencial, en contraposición con aquellos realizados en los exámenes de la asignatura Matemáticas B a lo largo del curso en el aula, donde se tiende más a lo teórico. También se ha deducido un relevante grado de bloqueo, estrés o ansiedad hacia las matemáticas, confirmando lo que ya han expresado otros estudios, junto con la importancia de tener en cuenta lo socioafectivo en esta materia.

Tras las afirmaciones anteriores, se puede reiterar que tanto la competencia matemática del alumnado de 4º de ESO como su relación con las matemáticas son mejorables. Pese a que el desarrollo de la capacidad de aplicar las matemáticas a la vida real es claramente una de las piezas clave para su aprendizaje, esto no puede lograrse sin el trabajo previo de aquellas cuestiones más teóricas, de competencias específicas como *razonamiento y prueba*, dado que no se puede aplicar correctamente aquello que se desconoce. Así, tanto la demostración de propiedades y la repetición de ejercicios mecánicos como la comprensión y resolución de problemas contextualizados donde se ha de razonar y decidir qué herramientas matemáticas utilizar son imprescindibles en el desarrollo de la competencia matemática.

5. Referencias bibliográficas

- Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. *Boletín Oficial de Cantabria*, 151, de 5 de agosto de 2022, 20441-21321. Disponible en: <https://boc.cantabria.es/boces/verAnuncioAction.do?idAnuBlob=374886>
- Gimeno, J. (2011). Lo que descubren y encubren los informes: PISA como ejemplo. *Cuadernos de pedagogía*, 413, 75-79. Disponible en: <https://goo.su/mQlfR>
- González, M. J. y Lupiáñez, J. L. (2005). ¿Qué valor social tiene el conocimiento matemático? *Revista de Madres y Padres del Alumnado (CEAPA)*, 82, 29-33. Disponible en: <https://goo.su/C7UwY>
- Ley Orgánica 10/2002, de 23 de diciembre, de Calidad de la Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 307, de 24 de diciembre de 2002, 45188-45220. Disponible en: <https://goo.su/vfFSd>
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 106, de 4 de mayo de 2006. Disponible en: <https://goo.su/pyKoQS>
- 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. Disponible en: <https://goo.su/zXncc2j>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. Disponible en: <https://goo.su/cuizV>
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (s.f.). *Preguntas planteadas en PISA 2000. Lectura, Matemáticas y Ciencias*. Disponible

en: <https://goo.su/ESbNXWH>

Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (2023). *PISA 2022. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español*. Disponible en: <https://goo.su/8Elle1>

Ministerio de Educación, Política Social y Deporte (2008). *PISA 2003. Matemáticas. Informe español*. Disponible en: <https://goo.su/vAs53>

Molinero, F. (23 de enero de 2024). Plan de refuerzo escolar: el estrés matemático se dispara en los alumnos españoles. *La Razón*. Disponible en: <https://goo.su/JqIHk>

OECD (s.f.). PISA. Programme for International Student Assessment. Recuperado el 26 de mayo de 2024 de <https://goo.su/ZBLQ4>

OECD (2001). Knowledge and Skills for Life: First Results from the OECD Programme for International Student Assessment (PISA) 2000. PISA, OECD Publishing, Paris. Disponible en: <https://web-archive.oecd.org/2012-06-15/155902-33691596.pdf>

OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Disponible en: <https://goo.su/wGzJC8x>

OECD (2015). Does math make you anxious? *Pisa in Focus*, 48(2). Disponible en: <https://goo.su/K5AeKJ>

OECD (2023a). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. PISA, OECD Publishing, Paris. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

OECD (2023b). *PISA 2022 Results (Volume II): Learning During – and From – Disruption*. PISA, OECD Publishing, Paris. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>

Palacios, A., Hidalgo, S., Maroto, A. y Ortega, T. (2013). Causas y consecuencias de la ansiedad matemática mediante un modelo de ecuaciones estructurales. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), pp. 93-111. Disponible en: <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.891>

Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 5, de 5 de enero de 2007. Disponible en: <https://goo.su/en7Aux>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3, de 3 de enero de 2015. Disponible en: <https://goo.su/o9fhSq>

Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 30 de marzo de 2022. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-4975-consolidado.pdf>

Recio, T. (2007). La ciencia invisible (Monográfico dedicado a: Competencias y uso social de las matemáticas). *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, 46, 9-24. ISSN: 1133-9853.

Recio, T. (2009). La evaluación de las competencias matemáticas: factores escondidos. *Desarrollo de competencias básicas a través de las matemáticas*. Aulas de Verano. Ministerio de Educación. Instituto Formación Profesorado, Investigación e Innovación Educativa, 189-207. ISBN: 978-84-369-4756-4.

Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 394, de 30 de diciembre de 2006, 10-18. Disponible en: <https://goo.su/nFsrlEv>

Recomendación del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 189, de 4 de junio de 2018, 1-13. Disponible en: <https://goo.su/T507>

Rico, L. (2006). Marco teórico de evaluación en PISA sobre matemáticas y resolución de problemas. *Revista de Educación*, 15, 275-294. Disponible en: <https://goo.su/DFm6A>

Rodríguez, J. y Lázaro, C. (11 de diciembre de 2023). Informe PISA 2022: Una mirada desde la FESPM. *Magisterio*. Disponible en: <https://goo.su/mZ4Y3l>

Sánchez, J., Segovia, I. y Miñán, A. (2022). Ansiedad matemática, rendimiento y formación de acceso en futuros maestros. *PNA*, 16(2), 115-140. DOI: 10.30827/pna.v16i2.21703

Anexo I. Solicitud de consentimiento informado

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimadas familias,

Soy Jana Bontempini Rey, alumna del Máster en Formación del Profesorado de Secundaria. Estoy desarrollando mis prácticas en el IES [REDACTED], tutorizada por [REDACTED]. Además, estoy realizando mi Trabajo de Fin de Máster bajo la supervisión de Claudia Lázaro del Pozo y Tomás Recio Muñiz, tutores de la Universidad de Cantabria.

En este trabajo voy a llevar a cabo una experiencia o investigación a pequeña escala acerca de la competencia matemática del alumnado de Matemáticas B de 4º de ESO de este centro. Esta experiencia consistirá en **la realización de una prueba y un cuestionario**. En el cuestionario se recogerán datos como el género, la disponibilidad de ordenador en casa, la nota de Matemáticas obtenida en el primer trimestre, y otras cuestiones relacionadas con la asignatura de Matemáticas y con la ansiedad matemática.

Tanto la prueba como el cuestionario serán totalmente **anónimos**, y se llevarán a cabo en el centro dentro del horario escolar en la clase de Matemáticas o en tutoría.

La participación en este estudio es totalmente **voluntaria**, y **no afectará de ningún modo al trato que reciba el alumnado ni a sus resultados en la asignatura de Matemáticas**.

Tomando esto en consideración, les agradecería que permitieran a su hijo/a participar en la práctica y cuestionario propuestos para el estudio.

Agradeciendo de antemano su colaboración, les saluda atentamente,

Jana



D. /Dña.,

con DNI

padre/madre o tutor/a de

☐ AUTORIZO a mi hijo/a para participar en el estudio “Una Experiencia Evaluando la Competencia Matemática”.

☐ NO AUTORIZO a mi hijo/a para participar en el estudio “Una Experiencia Evaluando la Competencia Matemática”.

(Marcar con una X lo que proceda)

[REDACTED], a de marzo de 2024

Firma del padre, madre o tutor/a:

Anexo II. Prueba

Prueba - “Una Experiencia Evaluando la Competencia Matemática”

Indicaciones:

- **NO PONGAS TU NOMBRE NI APELLIDOS.**
- **Únicamente se permite el uso de bolígrafo negro o azul.**
- **Las respuestas o razonamientos escritos a lápiz no se corregirán.**
- **En los ejercicios donde se requiera la justificación de las respuestas, es necesario que se indiquen todos los pasos.**
- **Se permite el uso de calculadora.**
- **Se permite el uso de típex.**

Ejercicio 1. He ido al centro comercial con mi padre a comprarme un teléfono móvil nuevo. El modelo que me gusta tiene un precio original de 300€. La tienda hace un descuento desconocido de entre el 25% y el 35% a todos sus productos en función del número de puntos que tiene cada cliente. Indica cuál de los siguientes podría ser el precio a pagar. **Justifica tu respuesta.**

- | | |
|-----------|----------|
| I) 284€ | IV) 172€ |
| II) 358€ | V) 330€ |
| III) 215€ | VI) 145€ |

Ejercicio 2. Estoy jugando en mi mundo de Minecraft en modo supervivencia. Me estoy preparando para luchar contra la dragona de *El End* y tengo tres posibles armas para melé (cuerpo a cuerpo): la espada de diamante, el hacha de diamante o el tridente. En la siguiente tabla se muestran los puntos de daño de cada arma y el respectivo tiempo de espera antes de cada golpe.

Arma	Daño	Tiempo de espera antes de cada golpe
Espada de diamante	7 puntos	0,6 segundos
Hacha de diamante	9 puntos	1 segundo
Tridente	9 puntos	0,9 segundos

- a) ¿Qué arma es más eficiente (mayor daño en menor tiempo)? **Justifica tu respuesta.**
- b) Si la dragona tiene 200 puntos de vida, ¿cuántos golpes tendré que acertar con el arma del apartado a)? **Justifica tu respuesta.**

Ejercicio 3. Estoy jugando al Monopoly con mi grupo de amigos. Mi figura es la del perro, situada en la *compañía de aguas*, y la figura de mi amigo es la del sombrero, situada en la *estación del Mediodía*.



En este juego, cada jugador tira los dos dados a la vez y el número de casillas que se mueve es la suma de los dos números que haya obtenido.



- a) ¿Quién de los dos tiene mayor probabilidad de caer en la casilla de la cárcel en el siguiente turno? **Justifica tu respuesta.**
 - b) Finalmente, he caído yo en la casilla de la cárcel, y tengo dos opciones para salir:
 - Pagar 50€.
 - Tirar los dos dados y obtener dobles (el mismo número en ambos dados). Si en el tercer turno aún no he obtenido dobles, tendré que pagar 50€ obligatoriamente.
- ¿Merece la pena pagar 50€ en el primer turno? **Justifica tu respuesta.**

Ejercicio 4. Una conocida marca de pizzas ofrece los dos tipos de pizzas siguientes:

- Pizza mediana: 26 *cm* de diámetro.
- Pizza familiar: 38 *cm* de diámetro.

Basándonos únicamente en el área de la pizza, ¿es mejor pedir una pizza familiar o dos pizzas medianas? **Justifica tu respuesta.**

Pista: Recuerda que el perímetro de una circunferencia es $p = 2\pi r$ y el área de un círculo es $A = \pi r^2$, donde r es su radio.

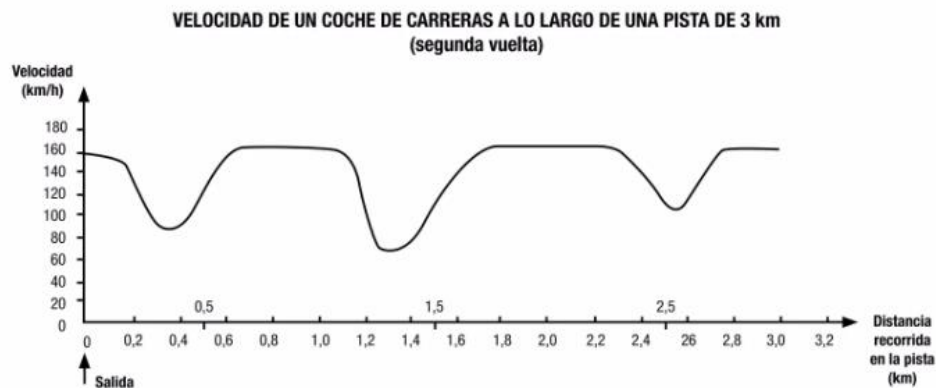
Ejercicio 5. Lee con atención la resolución del siguiente problema, que pretende demostrar que $2 = 1$.

$$\begin{aligned}a &= b \\a \cdot a &= a \cdot b \\a^2 - b^2 &= ab - b^2 \\(a + b)(a - b) &= b(a - b) \\\frac{(a + b)(a - b)}{a - b} &= \frac{b(a - b)}{a - b} \\a + b &= b \\a + a &= a \\2a &= a \\2 &= 1\end{aligned}$$

La resolución anterior tiene un error escondido. Señala cuál de las siguientes frases indica este error escondido: (solo hay una opción correcta)

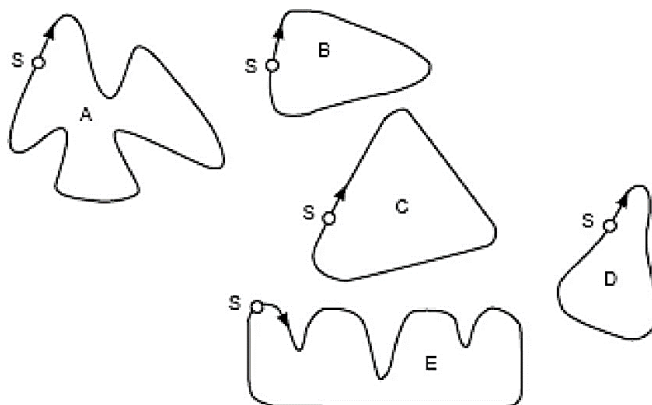
- I) El error se encuentra en la línea 3, porque no se puede restar b^2 .
- II) El error se encuentra en la línea 4, porque el producto notable está mal aplicado.
- III) El error se encuentra en la línea 5, porque no se puede dividir entre $a - b$.
- IV) El error se encuentra en la línea 9, porque está mal simplificado.

Ejercicio 6. En la siguiente gráfica se muestra la velocidad de un coche de carreras (eje y) en su segunda vuelta a una pista en función de la distancia recorrida (eje x).



- a) ¿Cuál es el largo total de la pista?
- b) ¿Dónde alcanzó el coche la menor velocidad de toda la vuelta?
 - I) En la línea de salida.
 - II) Aproximadamente, en el kilómetro 0,3.
 - III) Aproximadamente, en el kilómetro 1,3.
 - IV) En el final de la vuelta.
- c) ¿Qué se puede afirmar entre los kilómetros 2,3 y 2,5 sobre la velocidad del coche?
 - I) Su velocidad se mantiene constante en los 160 km/h .
 - II) Su velocidad disminuye.
 - III) Su velocidad aumenta.
 - IV) Su velocidad aumenta hasta los 150 km/h .
- d) ¿Cuál de las siguientes pistas se corresponde con el gráfico anterior? (S es la línea de salida).

- I) La pista A.
- II) La pista B.
- III) La pista C.
- IV) La pista D.
- V) La pista E.



Anexo III. Evaluación de la prueba

Evaluación de la prueba				
Ejercicios	Evaluación por competencias		Porcentajes	
	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Por competencias	Total
1	Resolución de problemas	1.1	5 %	10 %
	Resolución de problemas	2.1	5 %	
2 a)	Resolución de problemas	1.1	5 %	20 %
	Resolución de problemas	1.3	5 %	
2 b)	Resolución de problemas	1.3	5 %	
	Resolución de problemas	2.1	5 %	
3 a)	Conexiones	6.2	5 %	20 %
	Comunicación y Representación	8.1	5 %	
3 b)	Conexiones	6.2	5 %	
	Comunicación y Representación	8.1	5 %	
4	Resolución de problemas	1.1	5 %	15 %
	Resolución de problemas	1.3	5 %	
	Comunicación y Representación	8.1	5 %	
5	Razonamiento y prueba	3.1	15 %	15 %
6 a)	Conexiones	5.1	5 %	20 %
6 b)	Conexiones	5.1	5 %	
6 c)	Conexiones	5.1	5 %	
6 d)	Conexiones	5.1	5 %	

Anexo IV. Rúbricas

Rúbrica: Bloque de Resolución de Problemas						
Competencia específica	Criterio de evaluación	Evaluación			Peso	Peso total
		0 %	2,5 %	5 %		
1	1.1	No demuestra haber entendido el enunciado ni las relaciones entre los datos.	Trata de relacionar los datos, pero se equivoca.	Logra interpretar el enunciado y entender las relaciones entre los datos.	15 %	40 %
	1.3	No demuestra poseer los conocimientos necesarios para resolver el problema.	Demuestra poseer los conocimientos para resolver el problema, pero comete algún error.	Obtiene la solución del problema correctamente.	15 %	
2	2.1	No comprueba la validez de las posibles soluciones del problema.	Trata de comprobar la validez de las posibles soluciones del problema, pero comete algún error.	Comprueba correctamente la validez de las posibles soluciones del problema.	10 %	

Rúbrica: Bloque de Razonamiento y Prueba				
Competencia específica	Criterio de evaluación	Evaluación		Peso total
		0 %	15 %	
3	3.1	No comprueba correctamente las hipótesis o no encuentra la conjetura correcta.	Comprueba las hipótesis a partir de la información dada y encuentra con éxito la conjetura correcta.	15 %

Rúbrica: Bloque de Conexiones						
Competencia específica	Criterio de evaluación	Evaluación			Peso	Peso total
		0 %	2,5 %	5 %		
5	5.1	No interpreta la representación gráfica de los datos correctamente o no logra visualizar la información representada.		Relaciona e interpreta la representación gráfica de los datos y visualiza la información representada.	20 %	30 %
6	6.2	No logra relacionar conceptos matemáticos con experiencias de la vida real.		Deduce y aplica correctamente conexiones entre conceptos matemáticos y experiencias de la vida real.	10 %	

Rúbrica: Bloque de Comunicación y Representación					
Competencia específica	Criterio de evaluación	Evaluación			Peso total
		0 %	2,5 %	5 %	
8	8.1	No justifica ni argumenta su respuesta.	Trata de justificar sus argumentos, pero se equivoca.	Demuestra habilidad para justificar y expresar correctamente sus respuestas.	15 %

Anexo V. Cuestionario

Cuestionario - “Una Experiencia Evaluando la Competencia Matemática”

Te agradecemos tu participación en el proyecto “Una Experiencia Evaluando la Competencia Matemática”. Tras haber realizado la prueba de competencia matemática, responde el siguiente cuestionario sobre la misma.

Parte I. Información básica

En primer lugar, responde a las siguientes preguntas básicas sobre ti.

1. Género:

- ☐ Femenino
- ☐ Masculino
- ☐ Prefiero no contestar
- ☐ Otro:

2. Disponibilidad de ordenador con acceso a Internet en casa:

- ☐ Sí, con ordenador propio
- ☐ Sí, sin ordenador propio
- ☐ No

3. Nota de matemáticas obtenida en el último trimestre:

Parte II. Cuestionario

Ahora, indica tu grado de conformidad con las siguientes frases, marcando la respuesta que consideres más apropiada.

4. Las matemáticas son difíciles.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Neutro
- ☐ En desacuerdo

- Muy en desacuerdo
- 5. No me gustan las matemáticas.
 - Muy de acuerdo
 - De acuerdo
 - Neutro
 - En desacuerdo
 - Muy en desacuerdo
- 6. La prueba me ha resultado difícil.
 - Muy de acuerdo
 - De acuerdo
 - Neutro
 - En desacuerdo
 - Muy en desacuerdo
- 7. La prueba me ha resultado más difícil que las pruebas de la asignatura de matemáticas que he realizado a lo largo del curso.
 - Muy de acuerdo
 - De acuerdo
 - Neutro
 - En desacuerdo
 - Muy en desacuerdo
- 8. Los ejercicios de la prueba me han resultado interesantes y/o prácticos.
 - Muy de acuerdo
 - De acuerdo
 - Neutro
 - En desacuerdo
 - Muy en desacuerdo
- 9. La asignatura de matemáticas me gustaría más si se realizaran más ejercicios o problemas parecidos a los de la prueba.
 - Muy de acuerdo

- ☐ De acuerdo
- ☐ Neutro
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo

10. Las matemáticas me producen estrés o ansiedad.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Neutro
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo

11. Cuando tengo que resolver un ejercicio o problema difícil de matemáticas me bloqueo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Neutro
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo

12. Al resolver la prueba me he bloqueado en algún ejercicio.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Neutro
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo

13. Sería capaz de obtener mejores resultados en matemáticas si esta materia no me provocara estrés o ansiedad.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Neutro
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo

Anexo VI. Gráficos

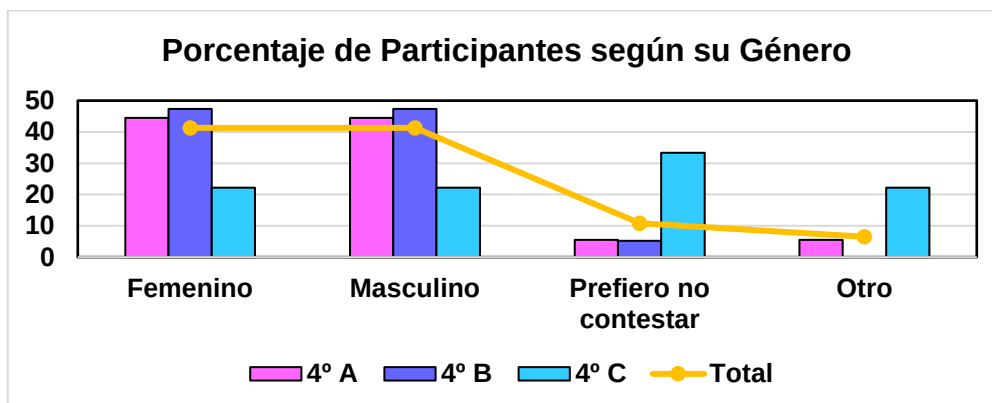


Gráfico 7. Representación del género de todo el alumnado participante en la experiencia, desglosado por grupos.

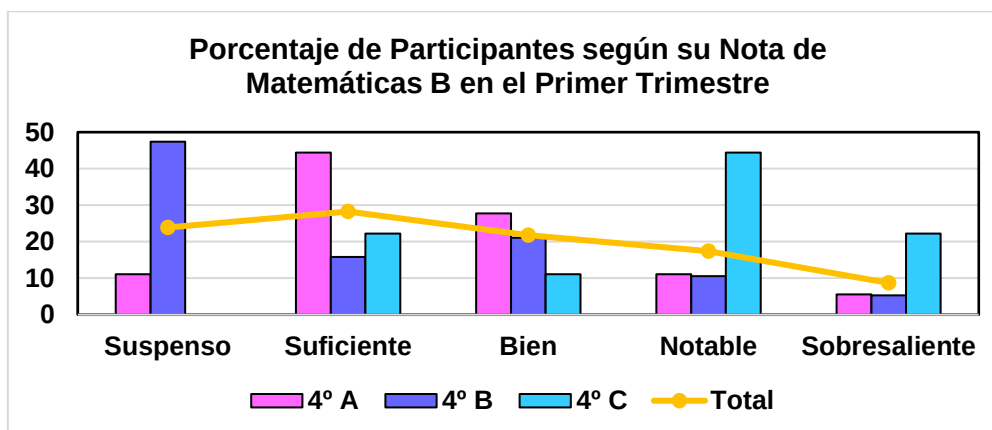


Gráfico 8. Representación de las calificaciones obtenidas en el primer trimestre de todo el alumnado participante en la experiencia, desglosadas por grupos.

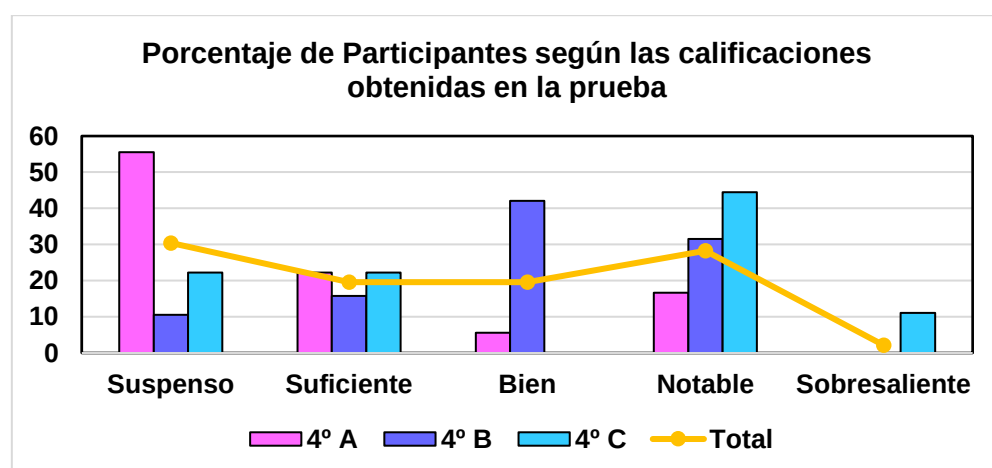


Gráfico 9. Representación de las calificaciones obtenidas en el primer trimestre de todo el alumnado participante en la experiencia, desglosadas por grupos.

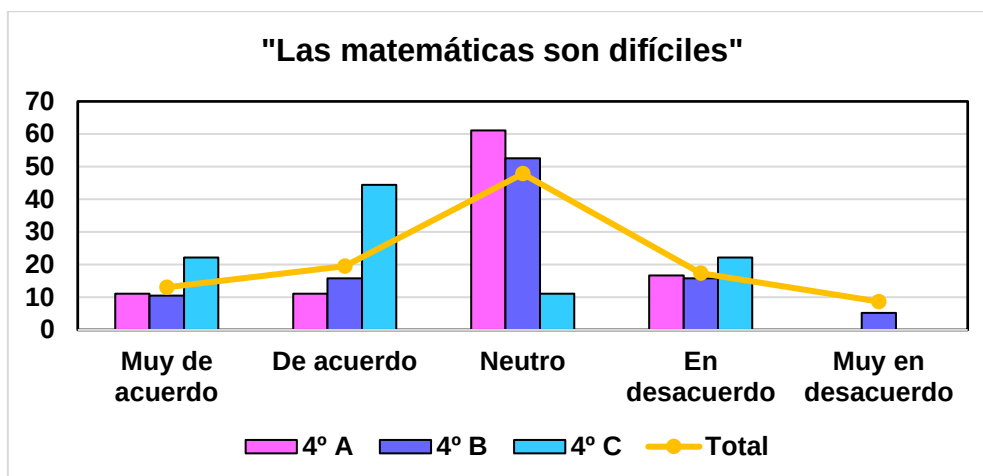


Gráfico 10. Representación en porcentajes de la dificultad percibida de las matemáticas, según niveles de conformidad.

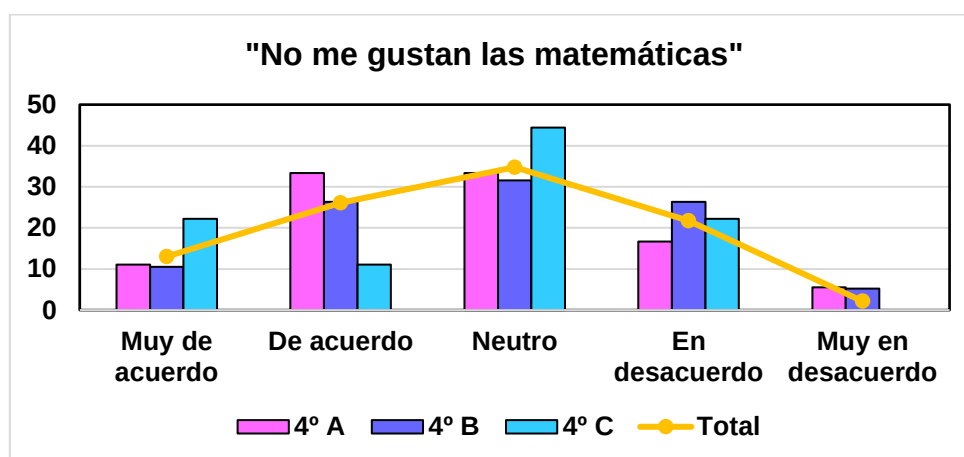


Gráfico 11. Representación del porcentaje del alumnado que considera que no le gustan las matemáticas, según niveles de conformidad.

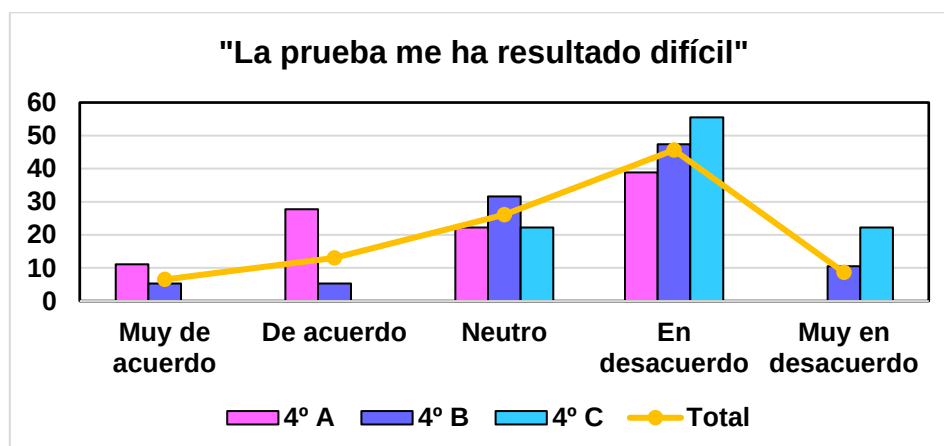


Gráfico 12. Representación en porcentajes de la dificultad percibida de la prueba, según niveles de conformidad.

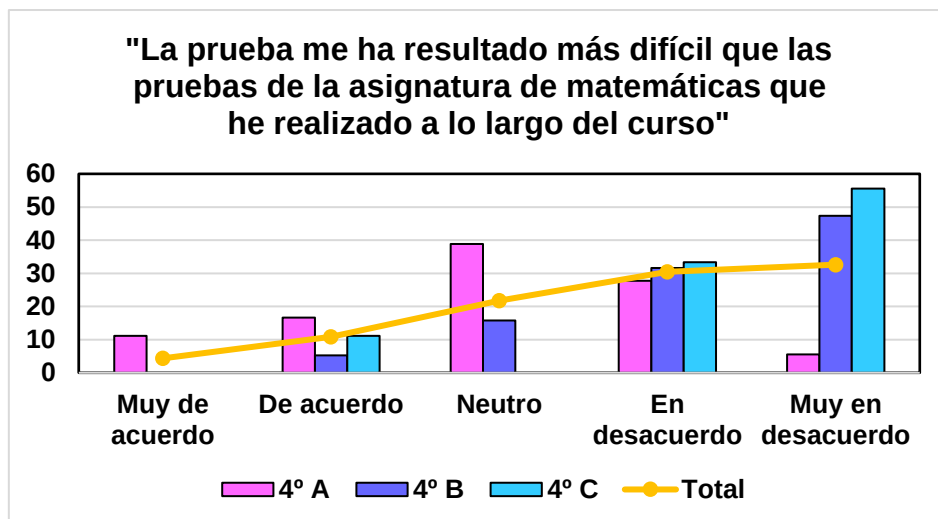


Gráfico 13. Representación en porcentajes de la dificultad percibida de la prueba en comparación con la de otros exámenes de matemáticas realizados a lo largo del curso, según niveles de conformidad.

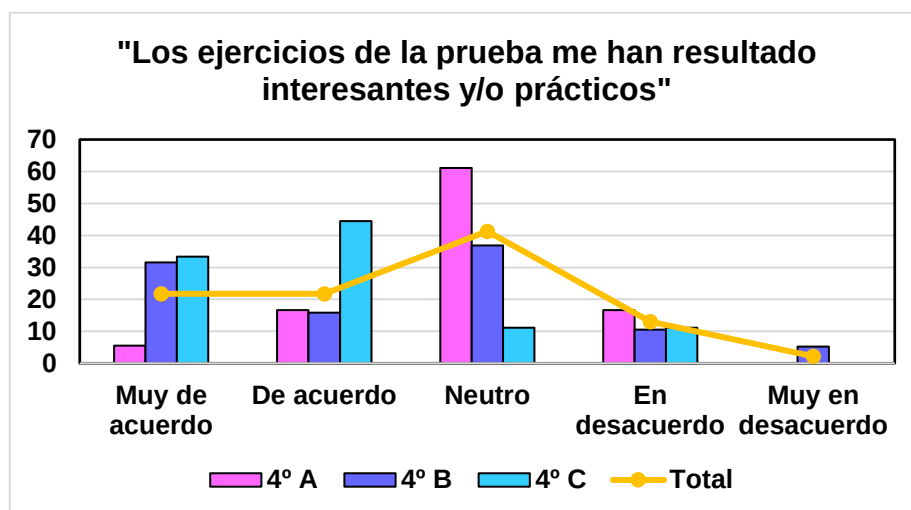


Gráfico 14. Representación en porcentajes del interés hacia los ejercicios de la prueba, según niveles de conformidad.

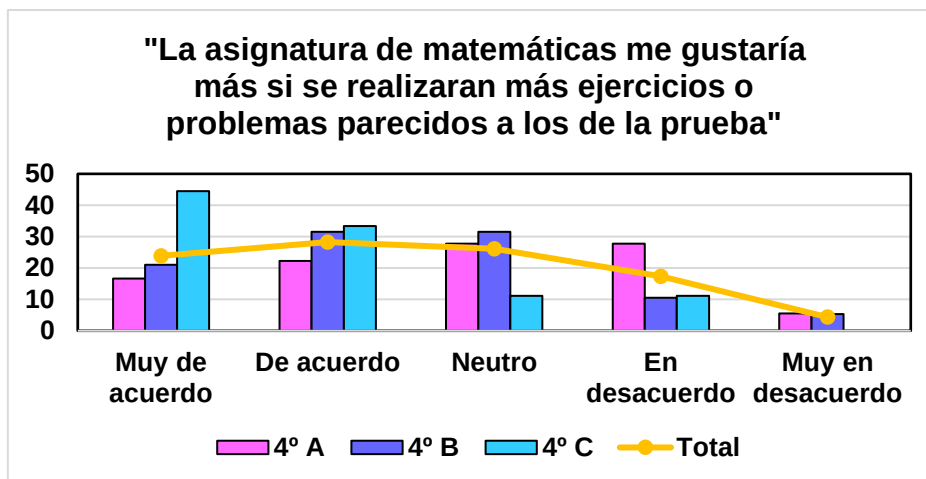


Gráfico 15. Representación en porcentajes del gusto por las matemáticas en relación con los ejercicios de la prueba, según niveles de conformidad.

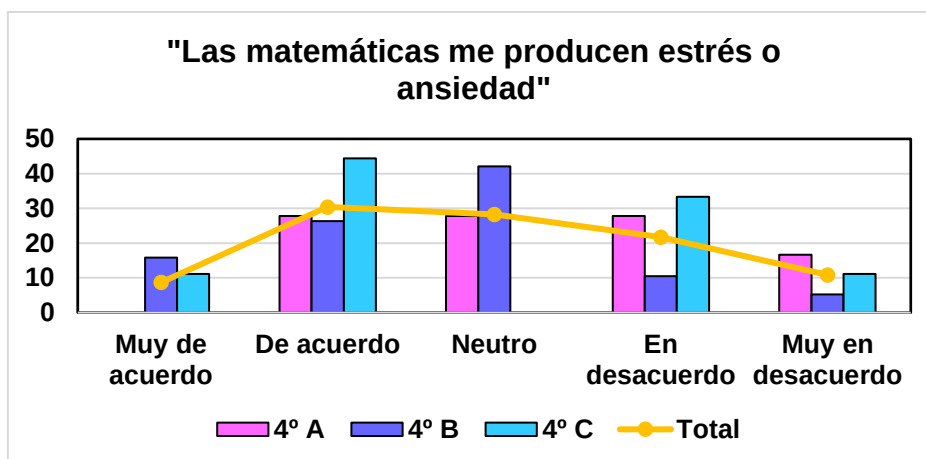


Gráfico 16. Representación en porcentajes del interés hacia los ejercicios de la prueba, según niveles de conformidad.

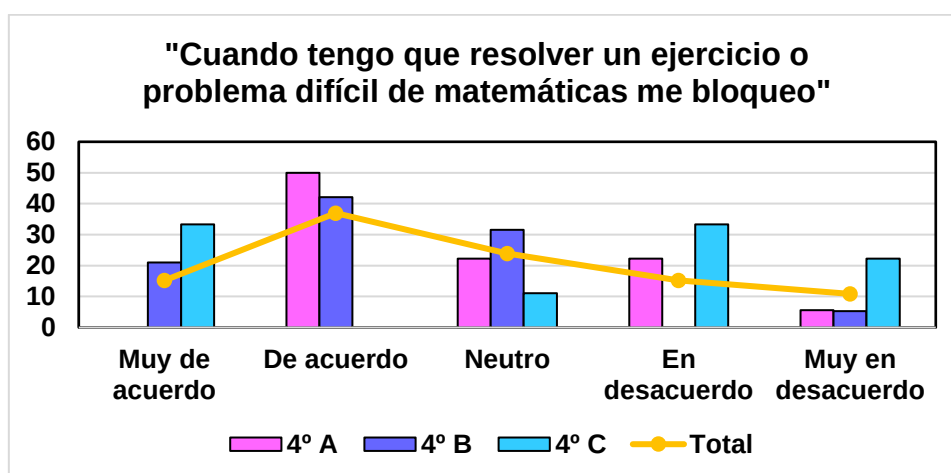


Gráfico 17. Representación en porcentajes del interés hacia los ejercicios de la prueba, según niveles de conformidad.

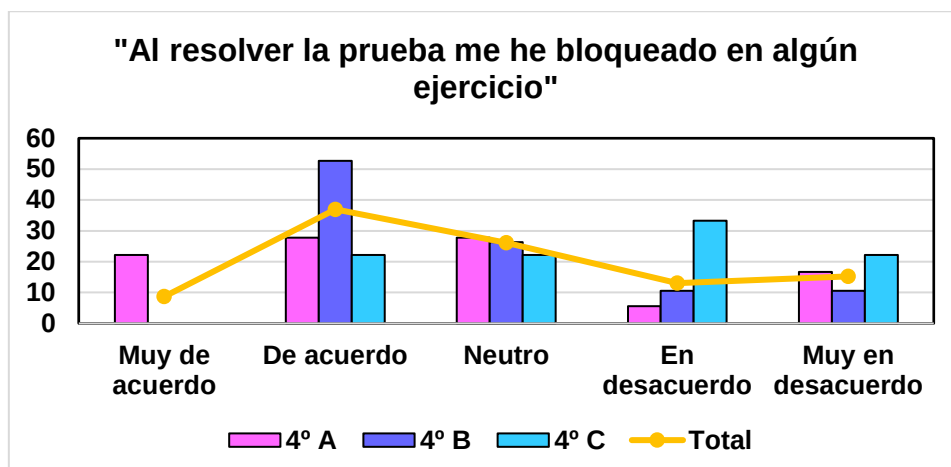


Gráfico 18. Representación en porcentajes del interés hacia los ejercicios de la prueba, según niveles de conformidad.

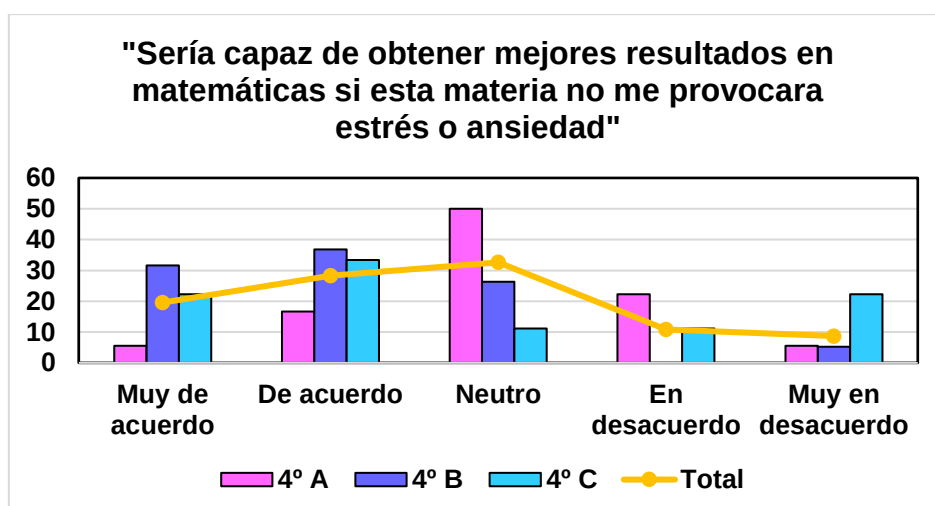


Gráfico 19. Representación en porcentajes del interés hacia los ejercicios de la prueba, según niveles de conformidad.