

Estudio diagnóstico sobre la situación en competencia matemática en España



**Grupo de Trabajo, Comisión de Educación
Comité Español de Matemáticas (CEMat)**
29 de mayo de 2024

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	6
INTRODUCCIÓN	9
PARTE I: SIGNOS Y SÍNTOMAS DE LAS DIFICULTADES DEL SISTEMA EDUCATIVO ACTUAL PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICA.....	11
1. El desarrollo de la competencia matemática del alumnado	13
1.1. Descenso de los resultados en competencia matemática del alumnado según el informe PISA	13
Información publicada sobre los datos de PISA	13
Explotación de los datos de PISA: más allá de lo publicado	15
Desajuste entre actividad matemática solicitada en PISA y matemáticas escolares	17
1.2. Descenso de los resultados en competencia matemática del alumnado según otros indicadores.....	18
1.3. Brecha social y de género.....	19
1.4. Falta de recursos contrastados de apoyo al estudiantado	21
1.5. Análisis los resultados en competencia matemática del alumnado según TIMSS	22
2. Formación y recursos del profesorado para el desarrollo de la competencia matemática.....	25
2.1 Limitaciones de la formación inicial del profesorado y retos para su reforma .	25
Síntomas relativos a requisitos y perfiles de acceso a la formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Educación Primaria.....	25
Síntomas relativos a planes de estudio de las titulaciones universitarias habilitantes para la docencia Educación Infantil y Educación Primaria y especialidades	28
Síntomas relativos a requisitos y perfiles de acceso al Máster del profesorado de secundaria	29
Síntomas relativos a planes de estudio del máster del profesorado de secundaria	30
2.2 Debilidades del sistema en el acceso a la función docente	32
2.3 Síntomas relativos a la formación continua del profesorado	33
3. El papel de las administraciones educativas.....	37
Referencias de la primera parte	38
PARTE II. PROPUESTAS ORIENTADAS A MEJORAR EL RENDIMIENTO MATEMÁTICO ESCOLAR	41
Introducción a la segunda parte	43

4. Acciones para la mejora de la competencia matemática del alumnado, con apoyo a colectivos específicos.....	45
4.1 Proporcionar refuerzo al alumnado que presente carencias en la competencia matemática asociada al nivel educativo en el cual esté escolarizado.....	45
4.2. Combinar acciones educativas para la mejora de la competencia matemática, lingüística y de comprensión lectora de todo el alumnado.....	47
4.3. Fomentar las enseñanzas no regladas en el ámbito de las matemáticas mediante actividades en entornos presenciales matemáticamente relevantes.....	48
4.4 Fomentar las llamadas enseñanzas no regladas en el ámbito de las matemáticas mediante actividades en entornos virtuales matemáticamente relevantes	49
4.5 Incentivar, ampliar y expandir los programas extraescolares de atención al alumnado con talento matemático	50
4.6 Crear e incentivar programas extraescolares de atención al alumnado con dificultades comunicativas y/o diversidad funcional	51
5. Acciones para la mejora de la competencia matemática y de la formación en didáctica de las matemáticas para el profesorado en formación inicial.....	53
Los apartados (1) y (2) se tratarán por separado, por un lado, para infantil y primaria, y por el otro para secundaria.	53
5.1. Formación inicial del profesorado en matemáticas y didáctica para la educación Infantil y Primaria	53
Revisión de planes de estudio de los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria	53
Revisión de requisitos de acceso a los Grados de Educación Infantil y Educación Primaria.....	55
5.2 Formación inicial del profesorado en matemáticas de secundaria y bachillerato	55
Fomento de la vocación docente entre el estudiantado universitario de matemáticas	56
Facilitación del acceso a la carrera docente por parte de los/as egresados/as de los estudios universitarios de matemáticas.	57
Aumento del número de plazas en los estudios universitarios de matemáticas.....	57
Revisión de los requisitos de acceso a la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato	58
Revisión de las necesidades de la formación continua y del desarrollo profesional del profesorado de matemáticas	58
6. Programas de liderazgo, acompañamiento o formación continua del profesorado de matemáticas	61
6.1. Crear centros de formación del profesorado del ámbito matemático y en el ámbito STEM	61
6.2. Elaborar y distribuir informes y guías para el profesorado de matemáticas...	61

6.3. Diseñar e implementar programas de investigación aplicada sobre intervenciones de enseñanza de las matemáticas.....	62
6.4. Diseñar e implementar programas híbridos (presencial, virtual) de desarrollo profesional del profesorado con componentes de autoestudio	63
6.5. Diseñar e implementar programas de desarrollo profesional del profesorado con enfoques cíclicos como las de las ‘Lesson Study’	64
6.6. Programas experimentales de desarrollo profesional en consorcios europeos con participación española.....	64
6.7 Programas para atraer y mantener al profesorado de Secundaria	65
7. Programas de evaluación de políticas y actuaciones educativas y curriculares en matemáticas	67
7.1. Impulsar programas de análisis y evaluación de actuaciones educativas y de competencia profesional del profesorado	67
7.2. Impulsar programas de análisis y evaluación de políticas educativas en contextos de reforma curricular en matemáticas	67
7.3. Impulsar programas de análisis y evaluación de políticas educativas en matemáticas sostenibles en períodos entre reformas.....	68
7.4. Centros internacionales para la enseñanza de las matemáticas	69
Referencias de la segunda parte	72
Anexo I: Tabla de correspondencia entre la Parte I y la Parte II	77
Anexo II: Grupos de trabajo a desplegar	78
Miembros del GRUPO DE TRABAJO	81

RESUMEN EJECUTIVO

En este documento se realiza un análisis diagnóstico de las debilidades que presenta en la actualidad el sistema educativo español en lo que se refiere a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Estas debilidades se reflejan en los resultados sobre las competencias matemáticas del alumnado en los diferentes informes PISA, entre otros indicadores y evidencias de nuestro sistema educativo. Con este objetivo de análisis, se identifican algunos de los problemas y síntomas (Parte I), a la vez que se proponen posibles medidas reductoras y preventivas (Parte II), considerando de manera articulada el papel del alumnado, del profesorado y de las administraciones.

Sobre el alumnado

En el informe se aborda la mejora del desarrollo de la competencia matemática, con atención tanto a los alumnos que presentan dificultades de distinta índole en el aprendizaje de la materia, como a los alumnos de excelencia en matemáticas. Algunas de las medidas que se consideran serían temporales, mientras que otras deberían formar parte de cambios sostenidos que involucrarían el ámbito curricular y el escolar ordinario. En particular, se destacan las siguientes medidas:

- Reforzar la enseñanza del alumnado con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas sin poner en riesgo el principio de inclusividad.
- Combinar acciones conjuntas de desarrollo de la competencia matemática y de la comprensión lectora a lo largo de las edades escolares.
- Fomentar espacios de enseñanza no reglada de fácil acceso a recursos virtuales contrastados para la práctica de la competencia matemática.
- Incentivar los programas extraescolares de continuidad y territorialmente amplios dirigidos a grupos de alumnado con talento matemático.

Sobre el profesorado

En el informe se aborda la problemática en la formación inicial en matemáticas y en didáctica de las matemáticas del profesorado de Infantil y Primaria, asociada con el nivel de competencia matemática en el ingreso a los estudios universitarios, con el reducido número de créditos que se destinan a la formación en matemáticas para la enseñanza y la formación en didáctica de las matemáticas y con la falta de una especialización en la materia. En el contexto del profesorado de Secundaria y Bachillerato, se detecta más acusadamente una falta de formación en didáctica y de acompañamiento tutorizado en los primeros años de profesión. Asimismo, en los últimos años se ha detectado un descenso de graduados en matemáticas que optan a la carrera profesional docente. Esto ha provocado que muchos graduados que no proceden de estudios con suficiente formación matemática opten a esta carrera profesional. Se destacan las siguientes medidas:

- Formación inicial y acceso

- Revisar los planes de estudios de los Grados de formación del profesorado de Infantil y Primaria, así como las especialidades docentes, incidiendo en las carencias de formación matemática previa y especializada y en la formación en didáctica de las matemáticas.
- Revisar los planes de estudios del Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, incidiendo en la formación didáctica, así como en los requisitos de acceso con una formación matemática previa suficiente.
- Analizar y establecer condiciones para el acceso a la formación inicial del profesorado de las distintas etapas educativas

Por otra parte, el currículo matemático de la LOMLOE supone un cambio profundo que se centra en un conjunto de sentidos matemáticos y competencias específicas del ámbito matemático que deben desarrollarse a lo largo de toda la formación básica (aportando una mirada conjunta de Primaria con Secundaria). Sin embargo, no parece que se hayan puesto en marcha las acciones y planes de formación necesarios para proveer al profesorado, agente crucial en la implementación, con herramientas y recursos suficientes para impulsar su puesta en marcha. Se destacan las siguientes medidas:

- Desarrollo profesional y continuidad
 - Organizar programas que lleven resultados de la investigación en educación matemática, con implicaciones para el aula, a los entornos de desarrollo profesional del profesorado.
 - Organizar cursos y seminarios de desarrollo profesional que guíen al profesorado en la aplicación de los nuevos currículos de matemáticas en el aula.
 - Establecer mecanismos de fomento y de continuidad de la profesión docente especialmente entre el grupo de graduados en matemáticas.

Sobre las administraciones

En el informe se aborda la escasa coordinación entre las diferentes administraciones, con respecto a las políticas en materia de educación matemática, y se aconsejan acciones que podrían contribuir a revertir esta situación. Se destacan las siguientes medidas:

- Impulsar programas de evaluación tanto de las acciones educativas como de la competencia profesional en matemáticas del profesorado.
- Impulsar programas de evaluación a largo plazo de las políticas educativas, en coordinación con las Comunidades Autónomas, y con especial atención en este periodo de reformas curriculares"

INTRODUCCIÓN

El Comité Español de Matemáticas (CEMat) agrupa a todas las sociedades científicas, académicas y profesionales del ámbito matemático de España. Sus objetivos son coordinar adecuadamente las actividades matemáticas españolas de ámbito internacional relacionadas con la Unión Matemática Internacional (IMU), reforzar la presencia española en las comisiones y áreas de actuación de la IMU, canalizar las iniciativas de la IMU dentro del Estado español y asesorar a los Ministerios de Educación, Formación Profesional y Deportes, y de Ciencia, Innovación y Universidades, además de informar de las recomendaciones de la IMU relacionadas con la educación y la investigación en matemáticas.

La educación matemática del alumnado de Primaria y Secundaria es de gran relevancia no sólo desde el punto de vista académico, sino también por las implicaciones sociales. Las matemáticas desempeñan un papel fundamental en la sociedad actual, especialmente con la aparición de los datos y la llamada cuarta revolución industrial. Como futuros ciudadanos, los estudiantes deben estar preparados para enfrentar estos nuevos desafíos. Por lo tanto, mejorar la educación matemática se convierte en un importante reto para cualquier sociedad.

Desde su Comisión de Educación, el CEMat ha venido colaborando con las administraciones públicas en la educación matemática. Por ejemplo, se colaboró con la preparación del documento “Bases para la elaboración de un currículo de matemáticas en la educación no universitaria”, publicado en 2021, que sirvió al Ministerio de Educación y Formación Profesional como germen para el currículo de matemáticas, al amparo de la LOMLOE. El CEMat también colaboró presentando en 2023 un documento de propuestas de alegaciones al borrador de los planes de estudios conducentes a la obtención de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestra/o en Educación Primaria.

Hace algo más de una década, el Estudio TEDS-M (*Teacher Education and Development Study in Mathematics*) de la International Association for the Evaluation of Educational Achievement ya advirtió, para el caso de España, sobre deficiencias en la formación de los futuros profesores de matemáticas en Educación Primaria al acabar su formación inicial. El 5 de diciembre de 2023 se añadieron los resultados preocupantes del Estudio PISA (*Program for International Student Assessment*) de la Organisation for Economic Co-operation and Development. En este contexto, nos ofrecemos para continuar la trayectoria de colaboración de las sociedades de CEMat con los Ministerios responsables de la educación matemática en España.

En la reunión en la Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial del Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes del pasado 15 de febrero de 2024, la Directora General solicitó la ayuda del CEMat para colaborar en el desarrollo del Plan de Refuerzo de la Competencia Matemática, que había sido anunciado recientemente por el Presidente del Gobierno. Con esta finalidad, el CEMat

constituyó una Comisión encargada de realizar un análisis y elaborar un informe identificando los problemas, síntomas y posibles medidas en relación con el sistema educativo español y el ámbito específico de las matemáticas. En nuestro deseo de mantener esta colaboración con el Gobierno, presentamos este informe sobre la situación del desarrollo de la competencia matemática y algunas variables del entorno asociadas a dicho desarrollo.

Presentamos primero una síntesis de lo que hemos denominado problemas y síntomas del estado de desarrollo de la competencia matemática en España. En la segunda parte del documento, se sugieren medidas de diversa índole que se proponen de acuerdo con los problemas y síntomas identificados. A pesar de que el documento final es relativamente extenso, la descripción más detallada de algunos síntomas y medidas se habrá de ir elaborando en colaboración con el Ministerio.

El documento se complementa con dos anexos. El primer anexo es una tabla de correspondencias entre los síntomas detectados en la primera parte y las correspondientes medidas reductoras o preventivas de la segunda parte. El segundo anexo es un esquema gráfico con posibles grupos de trabajo que podría ser necesario crear tras el estudio del presente informe, con el objetivo de dar la continuidad prevista al proyecto del Plan de Refuerzo en Educación Matemática. En el anexo de correspondencias, la complejidad de los temas hace que no se trate de una tabla a la que a cada problema señalado se le pueda asignar una posible medida o conjunto de medidas; las correspondencias van a ser en muchos casos múltiples.

PARTE I: SIGNOS Y SÍNTOMAS DE LAS DIFICULTADES DEL SISTEMA EDUCATIVO ACTUAL PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICA

1. EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICA DEL ALUMNADO

1.1. Descenso de los resultados en competencia matemática del alumnado según el informe PISA

A continuación, se resumen los síntomas del descenso de la competencia matemática del alumnado atendiendo a los resultados del informe PISA.

Información publicada sobre los datos de PISA

Los informes PISA son recibidos como el termómetro mediante el que comparar los sistemas educativos, tanto el español con el resto de los países como, dentro de España, entre las comunidades autónomas. La relevancia de esta comparación (casi reducida a un ranking) no viene dada por la repercusión mediática, sino por el efecto en las diferentes administraciones educativas, ya sea dándose por satisfechas con su resultado, o bien reaccionando con medidas correctoras. Estas medidas, en general, no se basan en un análisis sosegado y requerirían de un mayor intercambio de información entre administraciones.

Antes de la edición de 2022, la competencia matemática fue la competencia principal en la edición de PISA 2012, por ello los análisis de evolución de resultados se pueden mostrar desde este año. En la Figura 1 (con datos de [1]) se muestra la evolución, desde 2012, del rendimiento medio estimado en matemáticas para España, el Promedio OCDE y el Total UE (este último desde 2015). Si bien en el periodo 2015-2018 se observa una cierta tendencia descendente, saltan las alarmas ante la acusada bajada entre 2018 y 2022. La primera hipótesis fue la de atribuir a la pandemia de la COVID-19 y a sus efectos (confinamiento, cierre de centros educativos, etc.), el origen de esta bajada.

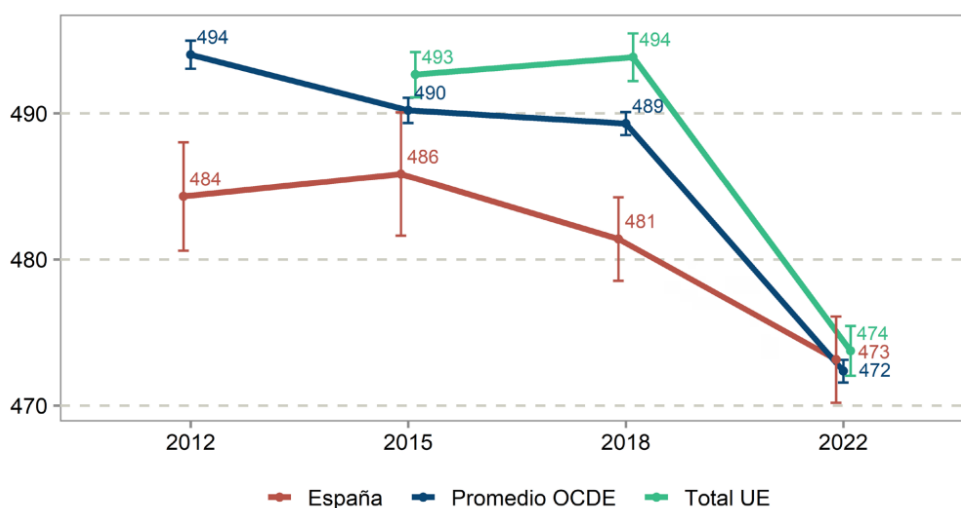


Figura 1. Evolución de los rendimientos medios estimados en matemáticas entre 2012 y 2022 para España, el Promedio OCDE y el Total UE ([1], p. 62)

Del análisis de las variaciones, con respecto a 2012, el Promedio OCDE sufrió un descenso de 22 puntos. En algunos países se produce un incremento o descenso muy poco significativo. No obstante, en el resto de los países, incluido España con una variación de -11 puntos, el descenso sí es significativo. Los descensos más acusados se producen en Islandia (-34), Finlandia (-35) y Alemania (-39). Como muestra la Figura 2, algunas Comunidades Autónomas presentan variaciones similares cuando se realiza este mismo tipo de análisis.

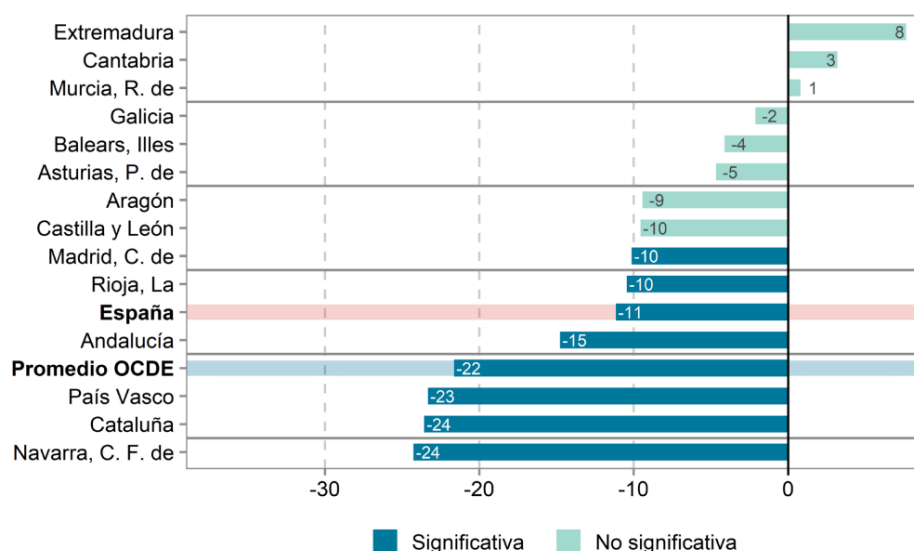


Figura 2. Variación de los rendimientos medios estimados en matemáticas entre las ediciones de 2012 y 2022 en las CCAA participantes en ambas ediciones ([1], p. 64)

En el citado informe se analizan aspectos directamente relacionados con la situación durante la pandemia de la COVID-19 (duración del cierre de los centros educativos, implantación de las TIC con fines educativos y apoyo del profesorado, entre otros aspectos) ([1], Capítulo 5). Se echa de menos, sin embargo, un análisis más minucioso sobre el impacto de la tipología de práctica matemática escolar bajo las condiciones de la pandemia, alguno de cuyos aspectos posiblemente permanecen o aún no hemos superado.

Los cambios en la enseñanza motivados por la pandemia de la COVID-19 aconsejaron y llevaron a reflexionar sobre sus modelos, ventajas e inconvenientes, recursos materiales y necesidades formativas, para saber en qué dirección habría que moverse en la post-pandemia ([2], Informe CEMat]. Debemos tomar esta experiencia vivida como una oportunidad para repensar la práctica docente, que nos permitió reflexionar sobre los objetivos, contenidos, evaluación, procesos y metodologías de enseñanza y aprendizaje.

Así mismo, no podemos ignorar la posible interrelación entre el descenso de resultados en la competencia matemática y los descensos en las competencias científica y lectora, cuyos resultados también se encuentran disponibles en los informes PISA.

Una vez difundidos los informes PISA, internacionales y nacionales ([3], [4], [5] y [6], Informes OCDE), resulta difícil explicar que este ranking en competencia matemática (como en el resto de competencias analizadas), se basa en una puntuación que se obtiene como la media de rendimiento de subpoblaciones que, según el propio informe reconoce [1], son significativamente diferentes en términos estadísticos (chicos/chicas, nativos/inmigrantes o titularidad pública/privada de los centros), o promediando puntuaciones de rendimiento del alumnado desfavorecido (25% con menor Índice de Estatus Socio-Económico y Cultural, ISEC) con las del alumnado favorecido (25% con mayor ISEC), también significativamente diferentes.

Estamos ante una prueba diagnóstica muy relevante internacionalmente, que nos brinda mediciones sobre los conocimientos y competencias de las jóvenes generaciones. Se trata de datos cuantitativos muy complejos en su interpretación, a los que deberían añadirse el análisis proveniente de otras evaluaciones (pruebas de competencias básicas, de acceso a la formación inicial del profesorado, entre otras) implementados en algunas CC.AA., a fin de conseguir una visión más completa de la problemática. Estos datos, además, deberían estudiarse e interpretarse conjuntamente bajo las condiciones y características de nuestro sistema educativo.

Explotación de los datos de PISA: más allá de lo publicado

Más allá del ranking mediático y su tratamiento estadístico, las bases de datos de PISA proporcionan información que puede resultar valiosa como herramienta de evaluación y mejora de nuestro sistema educativo. Sin embargo, son bastantes los aspectos de la técnica estadística utilizada en el estudio PISA, incluyendo el diseño de los muestreos de centros y participantes, que parecen discutibles ya que pueden producir importantes sesgos. Comentamos algunos de estos aspectos, a continuación, con el propósito que la información derivada de dichas pruebas pueda ser mejor interpretada y más informativa para nuestro sistema educativo.

Sin menoscabo de analizar otras fuentes de información y definir bien los mecanismos necesarios de evaluación sistémica, parece interesante analizar las bases de datos de PISA, tanto de centros como de participantes, porque ofrecen multitud de variables sobre prácticas educativas y didácticas. Esto permite encontrar fortalezas y debilidades de nuestro sistema educativo, tanto en comparación con otros países (con los que sea razonable compararnos en algunos aspectos, teniendo en cuenta las diferencias poblacionales, económicas, sociales, etc.); como a nivel interno, detectando buenas prácticas docentes en matemáticas en unas CC.AA., cuya aplicación podría interesar al resto.

En su proceso de recogida de información, PISA presenta varios factores positivos: el volumen de centros y alumnado que participan (especialmente en España, con unos 1.000 centros y 30.000 estudiantes), la homogeneidad de las pruebas en todos los países y regiones, y la autonomía que concede a los países participantes para definir las variables de estratificación en el muestreo de sus centros participantes.

Esto último abre las puertas a poder obtener una información aún más rica y efectiva. El diseño utilizado ([6], PISA 2022 Technical report, Chapter 6 & Annex I y [7]) corresponde a un muestreo por etapas:

o Etapa 1: Muestreo de centros

- Doble estratificación: explícita e implícita
- Cada país establece las variables para ambas estratificaciones

El INEE establece dos variables para la estratificación explícita en toda España: regiones y titularidad del centro -a las que añade el modelo lingüístico, en el caso del País Vasco-.

Para la estratificación implícita, no establece ninguna variable de aplicación a todos los centros de España. Hay países que sí aplicaron otras variables, por ejemplo, una que parece tener una relevancia notable, como es la urbanidad o ubicación del centro.

o Etapa 2: Muestreo de participantes

Dentro de cada centro seleccionado, el muestreo aleatorio de participantes es sistemático, sobre listas ordenadas según dos variables: curso en el que se está matriculado (para detectar el alumnado que haya repetido en algún momento, aunque en España no se ha utilizado para analizar el rendimiento diferenciado en esta edición) y género.

En cuanto a los resultados de rendimiento en competencia matemática y el análisis de correlaciones que hace PISA, se establecen cuatro factores clave: Género, Inmigración, Titularidad del centro e ISEC. En los tres primeros, se analiza el rendimiento diferenciado por niveles dentro de cada factor, concluyendo que se producen diferencias significativas en todos ellos. El ISEC se utiliza como indicador de la equidad escolar, comparando el rendimiento obtenido por el 25% con menor ISEC con el del 25% con mayor ISEC de cada país/región, lo que produce una diferencia de rendimiento mucho mayor que la de los tres factores anteriores.

Lo reseñable, a nivel técnico, es que dos de estos cuatro factores clave para la presentación de resultados no forman parte del diseño de muestreo, por lo que no hay referencias poblacionales que permitan asegurar la representatividad de la muestra para ellos. Si para el factor Inmigración hablamos de un factor equiparable en diferencia de rendimiento al factor Titularidad del centro, y muy superior al factor Género, el factor ISEC es claramente el que produce más desequilibrio en las puntuaciones, con coeficientes de determinación superiores al 40% por países ($R^2 = 0.4065$) y al 81% ($R^2 = 0.8130$) por CC.AA., dentro de España [1].

Por tanto, al no considerar en el diseño la variable más diferencial, la muestra puede quedar sesgada y producir desviaciones de rendimiento significativas, tanto por países como por regiones.

En términos generales, una falta de datos estratificados fiables y consistentes hace que las medidas que se adoptan sean definidas y aplicadas de forma generalizada (plantillas tipo, ratios tipo, dotaciones tipo, etc.), buscando la igualdad entre centros - con mínimas variaciones en función de su tamaño-, y alumnado.

Por el contrario, disponer de datos diferenciados, por ejemplo, entre centros ubicados en el ámbito rural o en el urbano, distinguiendo en este caso si se encuentran en zonas desfavorecidas, permitiría aplicar medidas específicas en función de las necesidades de cada subpoblación. Es decir, pasar de la igualdad a la equidad, de forma fundamentada, con el objetivo de mejorar el aprendizaje competencial de todo el alumnado, compensando las desventajas debidas a singularidades personales, familiares, sociales, económicas, geográficas o culturales.

Como se indica en el documento del CEMat “Bases para la elaboración de un currículo de matemáticas en educación no universitaria” [2], *recogiendo ideas de Freudenthal (1973, 1983 y 1991), De Lange (1987) y el marco teórico del estudio PISA (OCDE), las matemáticas, como actividad humana, son indispensables para la sociedad y por tanto deben alcanzar a toda la ciudadanía (...) La excelencia en la educación matemática requiere equidad, expectativas altas y un fuerte apoyo para todo el alumnado. En la equidad educativa se pueden identificar dos dimensiones: la imparcialidad y la inclusión. Es decir, asegurar que las circunstancias personales y sociales no constituyan un obstáculo para conseguir el máximo potencial educativo, y garantizar un estándar mínimo para todo el alumnado.*

Así pues, un buen diseño del muestreo -al menos en lo que respecta a la selección de centros, que es lo que compete al INEE-, en el que se incorporen otras variables que permitan profundizar en la detección de subpoblaciones con rendimiento significativamente diferente en las pruebas PISA, puede convertirse en un potente instrumento de retroalimentación para avanzar en la equidad del sistema educativo. De esta forma, se dispondría de una herramienta más para la evaluación de fortalezas y debilidades de nuestro sistema educativo, tanto en lo que compete al marco estatal como en lo transferido a las CC.AA.

Desajuste entre actividad matemática solicitada en PISA y matemáticas escolares

En las actividades matemáticas que PISA plantea, los participantes se han venido enfrentando a un tipo de preguntas y tareas que exige poner en uso y aplicar conocimientos y destrezas de dos o más áreas de conocimiento matemático, de forma interrelacionada. En PISA, esas áreas de conocimiento son cuatro: Cantidad, Incertidumbre y Datos, Cambio y Relaciones, y Espacio y Forma.

Por su parte, hasta la realización de las pruebas PISA 2022, inclusive, el currículo de Matemáticas en España se organizaba en cuatro bloques de contenido diferentes a las áreas de PISA. En la ESO eran Números y Álgebra (Números en Educación Primaria), Geometría, Funciones (Medida en Educación Primaria y Análisis en Bachillerato) y Estadística y Probabilidad. A estos cuatro bloques se añadía en todas las etapas un bloque transversal de “procesos, métodos y actitudes matemáticas”.

En el curso 2022-2023, el siguiente a la realización de las pruebas PISA 2022, entró en vigor (en los cursos impares) el nuevo currículo de Matemáticas, organizado en todas las etapas de forma similar, con “Sentidos” análogos a las áreas que se aplican en PISA y otras pruebas internacionales. Además, se hace mención expresa, en todas las etapas educativas, a que el orden de aparición de los sentidos y, dentro de ellos, de los saberes, no supone a priori ninguna secuenciación preestablecida:

“El orden de aparición de estos sentidos no conlleva ninguna prioridad” (Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria).

“Dichos sentidos permiten emplear los saberes básicos de una manera funcional, proporcionando la flexibilidad necesaria para establecer conexiones entre los diferentes sentidos, por lo que el orden de aparición no implica ninguna temporalización ni orden cronológico en su tratamiento en el aula” (Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria).

Este es el punto de partida que sustenta la elaboración del nuevo currículo, aunque habrá que evaluar su aplicación real -sobre todo en los primeros años-, y sus consecuencias a medio y largo plazo. Se parte de la hipótesis de que el desarrollo generalizado de las metodologías propuestas, encaminadas a que el alumnado se familiarice con un trabajo en el aula mediante actividades y preguntas de enfoque competencial que permitan poner en uso e interrelacionen saberes de áreas diferentes, supondrá una mejora en su aprendizaje competencial. Con el margen temporal suficiente, esta hipótesis debería poder confirmarse en los resultados de futuros estudios internacionales, como es el caso de las pruebas PISA, posiblemente a partir de PISA 2028 o PISA 2031.

1.2. Descenso de los resultados en competencia matemática del alumnado según otros indicadores

En algunas Comunidades Autónomas se han venido realizando las pruebas de competencias básicas, en 6º de Primaria y 4º de la ESO, para el seguimiento y la evaluación del sistema educativo. Véase por ejemplo los datos publicados por el Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu de Catalunya, <http://csda.gencat.cat/ca/arees-actuacio/avaluacions-consell>. La evolución de la evaluación de la competencia matemática de los estudiantes de 4º de Secundaria mostraba también que, en todas las ediciones, la media de los resultados se sitúa por

debajo de los 70 puntos (sobre 100). El descenso entre los años 2021 y 2022 es el más acusado llegando a 61,2 puntos, resultado coherente con los previamente comentados de los informes PISA, convirtiéndose en la puntuación más baja de todas las competencias básicas evaluadas.

En competencia matemática del alumnado, el sistema educativo tampoco parece capaz de corregir los malos resultados al finalizar la etapa de Primaria durante la etapa de Educación Secundaria Obligatoria. Como muestra el informe de la Fundació Bofill [8], el 90% de los alumnos con resultados bajos en matemáticas al terminar Primaria continúa manteniéndose con resultados bajos en 4º de ESO, mientras que el alumnado con rendimiento alto en 6º de primaria es el doble (59 %) que en 4º de ESO (28,6%). Por otro lado, más de la mitad del alumnado con rendimiento medio o alto al finalizar Primaria pasa a rendimientos medio o bajo al finalizar la ESO: el 59% del alumnado con rendimiento medio en 6º tiene un rendimiento bajo en 4º ESO, el 55,3% con rendimiento alto en 6º pasa a tener un rendimiento medio (37,6%) o bajo (17,7%) en las pruebas de 4º (ver Figura 3).

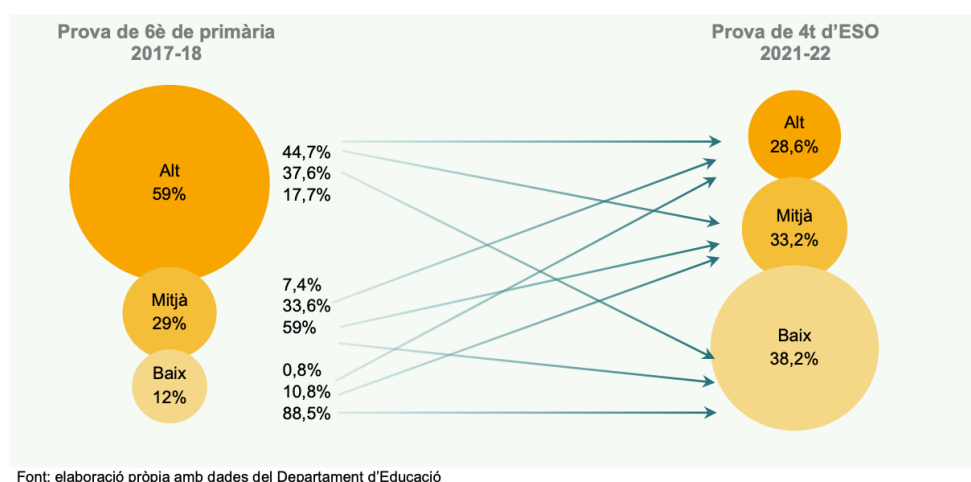


Figura 3. Evolución del rendimiento de las pruebas de competencias básicas en matemáticas en Catalunya ([8], p. 6)

El escenario relativo a la competencia matemática de los estudiantes que acceden a los Grados o Máster de formación inicial del profesorado, se analiza con más detalle en la sección 2.1 del presente informe.

1.3. Brecha social y de género

Los datos de PISA siguen indicando la clase social y el género como variables fundamentales para comprender la brecha educativa en matemáticas. Cuando se intersecan ambas variables, encontramos un grupo de alumnado en una situación de importante desventaja en el sistema educativo. Esta doble situación de desventaja con el análisis integrado de ambas variables, sin embargo, no siempre se examina en los actuales análisis de resultados PISA en España.

En cuanto a la clase social, el índice ISEC, si tomamos datos de PISA 2022, muestra una brecha de 86 puntos en España. A pesar de que la distancia promedio en los países de la OCDE es mayor, con 93 puntos de diferencia, no deja de ser preocupante que el 25% de la población socioeconómicamente más vulnerable –de entre la seleccionada en centros de la muestra– tenga comprometido su rendimiento matemático de manera generalizada.

Esta brecha educativa en matemáticas, por razón de clase social, persiste desde 2012 en los datos españoles de PISA. No se trata de un resultado que nos distinga de otros países de la OCDE. Si se tuviera en cuenta la población universal de todos los centros escolares en España, cabría observar si la brecha educativa en matemáticas por razón de clase social aportaría un valor distinto al mencionado. En cualquier caso, resulta de interés que se haya notado la escasa presencia relativa de centros altamente desfavorecidos socioeconómicamente en muestras de hasta 63 países en PISA 2012 ([9] Schmidt, Xin, Guo y Wang).

En el informe 31 de competencias básicas del Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu [10], se presentan conclusiones del análisis de los resultados de las competencias en relación al contexto social.

- El aumento de la competencia matemática en el caso que los padres, madres o tutores tengan un nivel de estudios alto, supone un incremento más alto incluso que en el caso de la competencia en lengua, de manera que llega a ser de 10,67 puntos porcentuales si tienen estudios universitarios.
- La complejidad del centro implica una reducción en el promedio de la puntuación global: en los centros de complejidad media es de 5,00 puntos porcentuales, en los de complejidad alta es de 6,75 puntos porcentuales menos respecto a los de complejidad baja.
- El número de miembros de la familia (alumnos, padres, madres o tutores) que nacieron fuera de España reduce el promedio de la puntuación. El decremento es de 3,97 puntos con solo una persona extranjera y de 8,06 puntos porcentuales con dos o más personas extranjeras.

El informe también concluye que la falta de horas dedicadas a realizar deberes fuera del horario escolar reduce la media de la puntuación entre 3,85 puntos porcentuales y 5,49 puntos porcentuales cuando se dedican menos de 3 horas.

En este mismo informe también se analiza la variable género y se afirma que, al contrario de lo que sucedía con las competencias lingüísticas, los chicos obtienen una puntuación global 8,08 puntos porcentuales más alta respecto a las chicas en la competencia matemática.

Como muestra el informe presentado por Cobreros, Galindo y Raigada [11] sobre la brecha de género, existen diferencias por género en los resultados de matemáticas desde Educación Primaria. Esto se evidencia en menor autoconfianza, mayor

ansiedad hacia las matemáticas y afectación emocional en las niñas, que las lleva a resultados más bajos. Basándose en el análisis de los datos de PISA 2022 y anteriores ediciones, los autores destacan que:

- Las pruebas PISA indican que, a los 15 años, hay una brecha de resultados en matemáticas entre chicos y chicas.
- Esta brecha, que ha descendido un 37,5% desde 2012, no es significativa entre el alumnado con peores resultados, pero en el resto sí lo es en todos los contenidos matemáticos que se evalúan, siendo más acusada en la habilidad de identificar y formular problemas. La evidencia acumulada señala que estas diferencias en resultados varían por la afección, autopercepción y ansiedad frente a las matemáticas.
- Autopercepción y afección: ya en 4º de Primaria, las niñas presentan una probabilidad un 15% menor que los niños de considerar las matemáticas como su materia preferida, y entre 8% y 9% menor de considerarse buenas, aprender rápido o disfrutar. Piensan con mayor probabilidad que son aburridas y difíciles, aunque es más probable que les dediquen tiempo o esfuerzo. En contraste, pierden interés o abandonan con mayor probabilidad al no entender la materia.
- Ansiedad: a los 15 años, las niñas tienen una probabilidad sustancialmente mayor que los niños (21%) de declarar que se sienten nerviosas o desesperanzadas al resolver problemas matemáticos, así como de preocuparse por notas bajas. Además, estas cifras son peores en 2022 que hace una década.

1.4. Falta de recursos contrastados de apoyo al estudiantado

Un aspecto poco mencionado en la literatura sobre la competencia matemática del alumnado es el acompañamiento y necesidad de análisis didáctico frente a la explosión de recursos para los estudiantes, fácilmente accesibles y sin control sobre su calidad didáctica ni su calidad matemática. Se han detectado errores matemáticos en algunos recursos consultados por alumnos, a través de errores que han reproducido estos mismos en pruebas de evaluación.

Se observa la existencia de gran cantidad de recursos destinados al profesorado, como apoyo para la selección y/o elaboración de situaciones de aprendizaje y recursos para el aula, diseñados por la administración o por entidades privadas. En cambio, se constata una falta de acceso del alumnado a dichos recursos, que les hace buscar ayuda en recursos alternativos que pueden promover formas de enseñanza o visiones de la matemática de tipo más “procedimental”.

La ausencia, escasez o mala difusión de recursos, contrastados por especialistas en matemáticas y en didáctica de las matemáticas, para la consulta directa del alumnado -especialmente fuera del horario escolar-, produce un efecto no deseado: la “automedicación”. Cuando necesitan ayuda, muchos estudiantes acceden por internet

a recursos que, en la mayoría de los casos, solamente inciden en la operatividad y resultan ser recetas destinadas a resolver las actividades propuestas, sin preocuparse de su comprensión por parte del alumnado y sin educación matemática subyacente que les pueda proporcionar desarrollo competencial.

Por otra parte, el material utilizado en las aulas como recurso, principalmente los libros de texto, adolece en muchos casos de coherencia con la ley educativa vigente, ya que la gran mayoría consiste en una secuenciación de los contenidos en los currículos de las diferentes etapas, sin promover el desarrollo de una mate-mática competencial. En el caso de los libros de texto, dado su gran alcance por la cantidad de profesorado y alumnado que los comparte, parece necesario poner de manifiesto la falta de calidad matemática y fundamentación didáctica en algunos.

Así, es esencial que el libro de texto no contenga errores matemáticos y que muestre ejemplos didácticamente bien fundamentados de tareas y situaciones que permitan ir avanzando en las distintas representaciones de los saberes y objetos matemáticos a lo largo de las etapas, ciclos y cursos. Debe mostrar conexiones entre sentidos (por ejemplo, el álgebra con la geometría, o la medida y magnitudes con los números y la numeración) de manera continuada, coherente y bien articulada.

Es deseable que, en cumplimiento de lo establecido en el currículo, el libro de texto contenga propuestas didácticas, fundamentadas y contrastadas, basadas en metodologías de enseñanza que promuevan la resolución de problemas, la investigación y el planteamiento de situaciones de aprendizaje en las que se interrelacionen los diferentes sentidos matemáticos y den sentido y funcionalidad a las matemáticas para nuestra sociedad. Ante la débil formación didáctica y matemática (que comentaremos a continuación) de buena parte del profesorado, se hace imprescindible disponer de libros de texto adecuados.

1.5. Análisis los resultados en competencia matemática del alumnado según TIMSS

Promovido por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA, *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* en inglés), el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS, *Trends in International Mathematics and Science Study* en inglés), evalúa las competencias cognitivas en estas materias de los alumnos de 4º de Primaria y 2º de la ESO desde el año 1995. Ese año España participó por primera vez en el estudio cuya aplicación se llevó a cabo en los cursos de 7º y 8º de EGB. Actualmente en nuestro país, el estudio TIMSS se realiza únicamente entre el alumnado de 4º de Educación Primaria.

TIMSS utiliza el currículo como el concepto principal en la organización de las oportunidades educativas que se proporcionan al alumnado, así como los factores que influyen en cómo los estudiantes usan estas oportunidades. El modelo de currículo

de TIMSS presenta tres elementos diferenciados: el currículo programado (contexto nacional, social y educativo), el currículo aplicado (contexto de centro, profesorado y aula) y el currículo alcanzado (resultados y características del alumnado).

TIMSS evalúa el rendimiento en matemáticas y ciencias en una sola prueba con una parte claramente diferenciada para cada área. Los marcos teóricos para la evaluación de dichas áreas comparten una estructura y diseño similar. Así ocurre tanto con los dominios de cada área, como en el diseño y características de cada parte de la prueba. En matemáticas, su marco teórico recoge como dominios de contenido a evaluar los números, las medidas y geometría y los datos. En ciencias se distinguen las ciencias de la vida, las ciencias físicas y las ciencias de la Tierra. El estudio se completa con cuestionarios de contexto y la Enciclopedia. Por medio de ambos instrumentos, TIMSS recopila datos sobre cómo los sistemas educativos de todo el mundo ofrecen y promueven el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias. Se muestran a continuación los resultados de España en el último estudio TIMSS publicado (2019), así como la evolución de España en los últimos estudios:

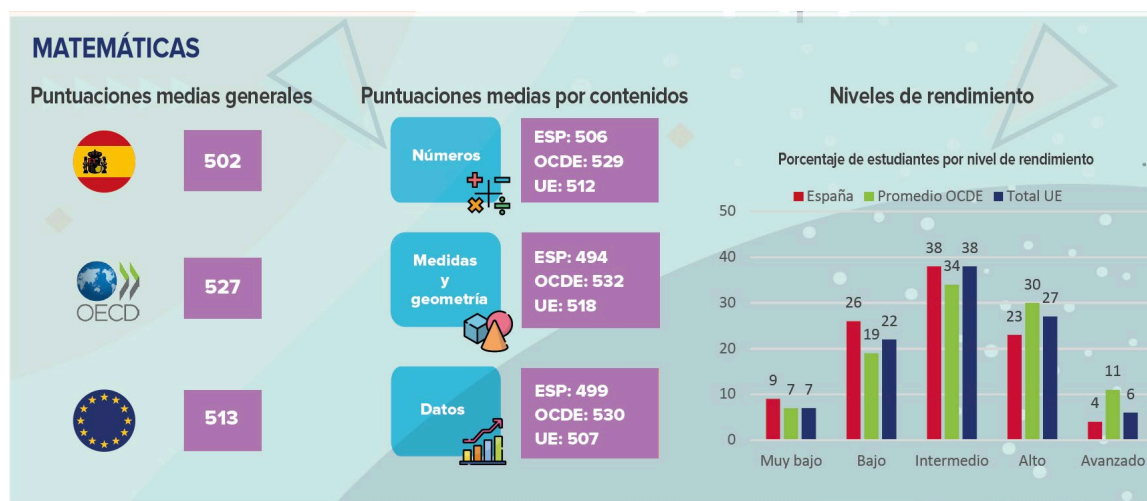


Figura 4. Resultado de España respecto el total de países de la OCDE y la UE.

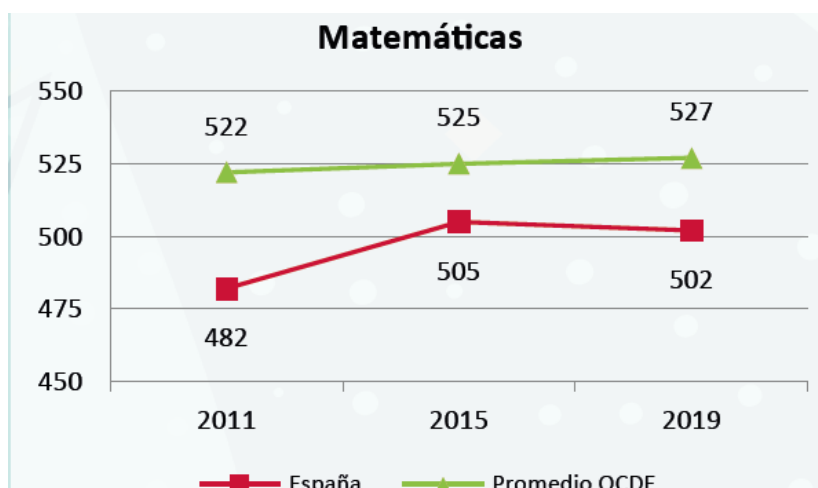


Figura 5. Evolución de España respecto el total de países de la OCDE.

Centrándonos en el último estudio, el rendimiento medio en matemáticas de los estudiantes en España (502 puntos) está apenas por encima de los 500 puntos, situándose significativamente por debajo de Malta, que tiene 509 puntos. Este resultado está notablemente por debajo del promedio de la OCDE (527 puntos) y del promedio de la UE (513 puntos). Dentro de la UE, Irlanda del Norte e Inglaterra presentan las puntuaciones más altas, con medias estimadas en el nivel de rendimiento alto, seguidas de cerca por Irlanda y Letonia, que se aproximan al umbral entre los niveles de rendimiento intermedio y alto.

Entre las comunidades autónomas participantes, Castilla y León y La Rioja presentan puntuaciones medias en matemáticas similares a la media de los países de la OCDE, superando significativamente a las otras tres comunidades autónomas participantes en el estudio. En cambio, Cataluña muestra un rendimiento considerablemente inferior al de las demás. Las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, por su parte, obtienen puntuaciones medias muy por debajo de la media de España y de las comunidades autónomas participantes, situándose en el nivel bajo de la escala de matemáticas.

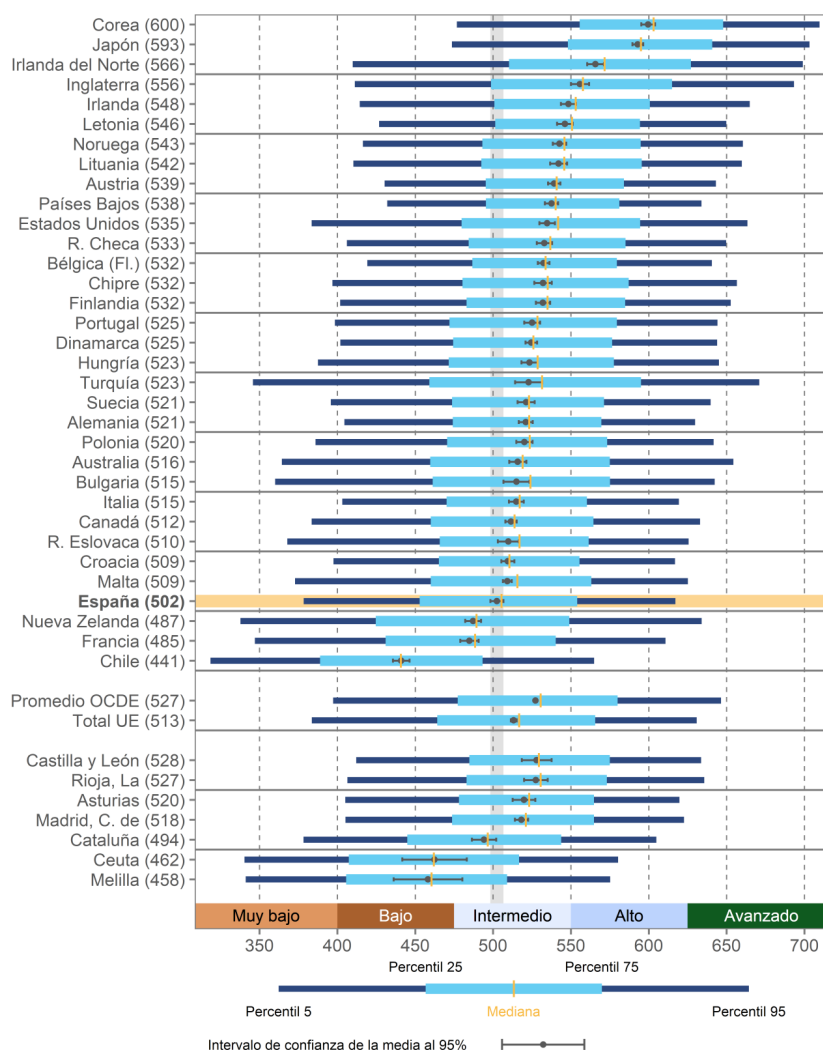


Figura 6. Distribución de los resultados de **matemáticas** (percentiles) y puntuación media estimada con intervalo de confianza al 95 % para la media poblacional.

2. FORMACIÓN Y RECURSOS DEL PROFESORADO PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICA

2.1 Limitaciones de la formación inicial del profesorado y retos para su reforma

Sin perder una visión completa del sistema educativo, se debe distinguir la formación inicial del profesorado en las etapas de Infantil y Primaria, de la de la etapa de Secundaria, por el diseño de las mismas. La formación inicial del profesorado de las etapas de Educación Infantil y Educación Primaria es generalista, obteniéndose un título de Grado en 4 años, siendo la dedicación a las matemáticas relativamente escasa, mientras que la formación inicial del profesorado en la etapa de Educación Secundaria es el título de Máster, de 1 año, siendo la formación más especializada (aunque sin reconocimiento explícito en el título obtenido) y faltando quizá una formación más profunda en aspectos pedagógicos y en didáctica de las matemáticas. A continuación, se analizan diversos aspectos de la formación inicial del profesorado, divididos en dos bloques: uno sobre el acceso y otro sobre los planes de estudio.

Síntomas relativos a requisitos y perfiles de acceso a la formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Educación Primaria

Acceso a los Grados de Educación Infantil y Educación Primaria

El contexto actual de formación inicial del profesorado de Infantil y Primaria en las distintas universidades presenta diversas características que necesitan seguir avanzando en una reflexión conjunta. El estudiantado que opta por acceder a los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria, en mayor medida que en otros Grados, accede a la universidad por distintas vías (Ciclos Medios y Superiores y Bachillerato). Con ello, la variedad de perfiles de estudiantes de nuevo acceso al Grado en Educación Infantil y Primaria es más elevada que en otros estudios universitarios. Sería necesario revisar unos requisitos de acceso específicos a los estudios tal y como se comentará en la segunda parte del documento.

Sería lógico asumir que todo estudiante universitario, por el hecho de haber completado estudios de Educación Secundaria obligatorios y postobligatorios, así como una prueba de acceso a la universidad, debería haber desarrollado un nivel de competencia matemática adecuado. Sin embargo, la realidad en las titulaciones de los Grados en Educación Infantil y Primaria es distinta. Un porcentaje elevado del alumnado de nuevo acceso se incorpora con un nivel de adquisición y desarrollo de conocimientos y competencias matemáticas (supuestamente desarrolladas en las etapas de Educación Obligatoria) insuficiente. En un estudio reciente [12] Asensio et al., muestran que únicamente el 25,34% de alumnos que accedieron a los Grados de Educación Infantil y Primaria en el período 2012-2017 habían cursado un Bachillerato científico-tecnológico, modalidad asociada con promedios más altos en las pruebas

comunes. Resultados similares muestra el informe elaborado por el “Programa de Millora i Innovació en la Formació de Mestres del Consell Interuniversitari de Catalunya” en su primera etapa [13]. Se analiza el porcentaje de estudiantes de nuevo acceso según las vías de acceso y se concluye que, entre 2012 y 2017, el acceso de estudiantes a los Grados de Educación Infantil y Primaria vía Bachillerato fue, en promedio, del 63,7%, el 30,9% de acceso por vía Ciclos Formativos de grado superior y el restante 5,4% por otras vías. Complementariamente, el estudio de Nolla et al. [14] subraya que existe un grupo reseñable de alumnos que accede sin haber cursado matemáticas, “al menos en los últimos dos años de su formación” (p. 201). Concretamente, “de los futuros maestros consultados un 53% de los alumnos del Grado en Infantil, un 38% de los alumnos del Grado en Primaria y un 18% de los del Doble Grado, accedieron a los grados a través de ciclos formativos de grado superior o realizaron el bachillerato de Humanidades” (p. 201).

Esta realidad genera una problemática compleja en la formación inicial del futuro profesorado de Educación Infantil y Primaria. Por un lado, las instituciones universitarias se sienten llamadas a dedicar parte del tiempo a la introducción de los conocimientos matemáticos y al desarrollo de su competencia matemática, gran parte de los cuales deberían estar en las bases de su conocimiento para una formación adecuada para la profesión. Por otro lado, estas necesidades van en detrimento de la formación y del desarrollo de competencias profesionales de carácter matemático-didáctico, siendo imposible (dado el número de créditos), en muchas ocasiones, el desarrollo de un nivel adecuado durante los estudios de Grado.

En los últimos años, el número de sistemas educativos europeos que han establecido procedimientos de selección previos a la entrada a las instituciones de formación inicial docente no ha dejado de incrementarse [15]. Países como Bélgica (región flamenca), Reino Unido (regiones de Inglaterra y Gales), Países Bajos y Portugal han incorporado estos procesos, tal y como comentaremos con más detalle en la segunda parte del documento. Como se describe en [15], estos procedimientos de selección se han focalizado en pruebas en torno a “competencias cognitivas”, integrando en la mayoría de casos la disciplina matemática; o bien, combinando pruebas de “competencias cognitivas, motivaciones y características personales”.

Hasta la fecha, en España, dos Comunidades Autónomas han implementado pruebas de acceso específicas para cursar los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria: en Catalunya desde el curso 2016/17 y en las Illes Balears desde el curso 2020/21. Estas Pruebas de Aptitud Personal (PAP) consisten en dos pruebas escritas: una de Competencia Lógico-Matemática (CLOM) y otra de Competencia comunicativa y razonamiento crítico (CCiRC). En Illes Balears, se añade una fase oral, consistente en una entrevista grupal y una video presentación. Estas pruebas de acceso se han considerado una medida exitosa en número de candidatos presentados (en Catalunya, de un total de 2713 candidatos presentados en la primera convocatoria ordinaria -junio de 2017- a los 4757 candidatos en la última de las convocatorias ordinarias -abril de 2023, y en Illes Balears, de alrededor de 550 en su primera

convocatoria, a los actuales 620 actuales), fomentando la consciencia de la necesidad de la formación y requisitos mínimos de acceso en competencia matemática y de comunicación y razonamiento crítico para la profesión. La Figura 7 muestra la evolución del número de presentados y aptos respectivamente, en las convocatorias ordinarias (de dos que hay por año, ordinaria y extraordinaria) de las pruebas PAP en Cataluña, desde 2017 hasta 2023.

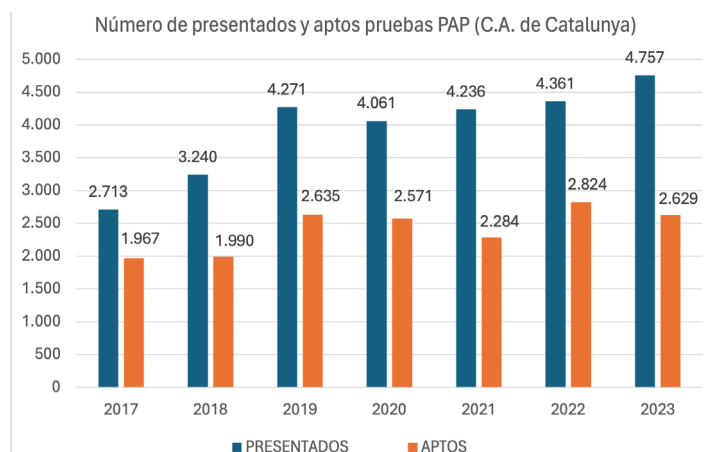


Figura 7. Evolución del número de presentados y aptos en las convocatorias ordinarias de las PAP en Catalunya desde el 2017 hasta la actualidad. Fuente: Elaboración propia

Los índices de aptos y no aptos en las pruebas CLOM de las PAP han sido alarmantes en sus sucesivas ediciones. En Catalunya, el porcentaje de aptos en las diferentes convocatorias de las PAP ha ido disminuyendo: del 72,5% de aptos en la convocatoria ordinaria de 2017 al 55,3% en la de 2023 (ver Figura 8 para la evolución completa del porcentaje de aptos). En Illes Balears, también se ha observado una disminución: del 87% de aptos en la convocatoria de 2021, se ha pasado al 69% en 2023.

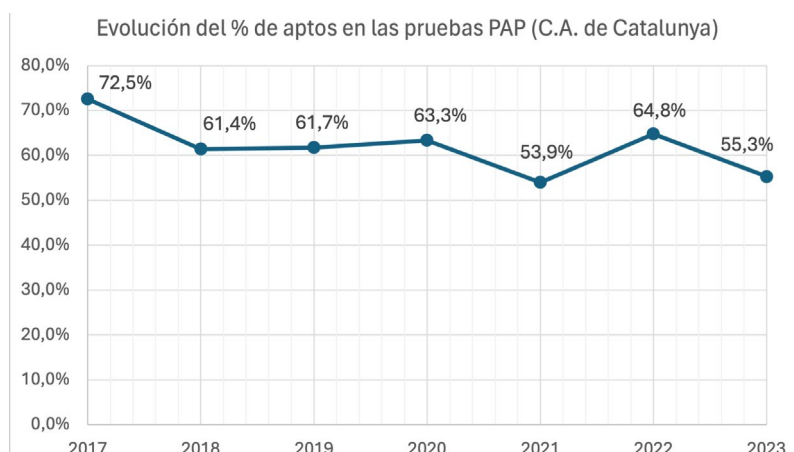


Figura 8. Evolución del porcentaje de aptos en la convocatoria ordinaria de las PAP en Catalunya. Fuente: Elaboración propia

En el caso de los estudiantes que provienen de Ciclos Formativos de Grado Superior (CFGs), los resultados son aún más desalentadores. En la convocatoria de 2023, menos del 40% de los candidatos (Catalunya) y del 60% (Illes Balears) superaron las

pruebas de competencia comunicativa y razonamiento crítico y de competencia matemática.

Se puede consultar más información sobre las pruebas de años anteriores, así como otros datos en las páginas de la [Generalitat de Catalunya](#) y de la [Universitat de les Illes Balears \(UIB\)](#).

Estas pruebas de acceso a los Grados son un instrumento que pone en evidencia problemáticas sistémicas más globales, que nuestra sociedad y nuestro sistema e instituciones educativas no pueden obviar. Son datos que deben unirse a las distintas pruebas diagnósticas y hacerse un análisis profundo de qué revelan, unas y otras sobre la sintomatología de nuestro sistema educativo.

Síntomas relativos a planes de estudio de las titulaciones universitarias habilitantes para la docencia Educación Infantil y Educación Primaria y especialidades

Divergencia entre formación inicial y demandas profesionales

El desajuste entre la formación inicial actual del profesorado en didáctica de las matemáticas (y las ciencias y lenguas) y la dedicación prevista en el horario lectivo (Real Decreto 157/2022) ha sido subrayado en diversos informes.

Por una parte, el trabajo de Nolla et al. [14], con datos de los Grados en Educación Infantil y Primaria de todas las universidades españolas en 2019-2020, concluye la inexistencia de un consenso de mínimos en el número de créditos dedicados a matemáticas y su didáctica en los Grados de Educación Infantil y Educación Primaria. Aun así, en ese trabajo se muestra que en Educación Infantil el número de créditos más habitual en los planes de estudio es 6 (un 2% del total), mientras que en Educación Primaria es 18 (un 6% del total).

		Media	Mín	Q1	Mediana	Q3	Máx	Moda
Grado Infantil	Priv	8,48	3	6	6	12	18	6
	Púb	9,08	5	6	8	12	18	6
Grado Primaria	Priv	14,22	4	12	12	18	22	12
	Púb	18,42	12	18	18	18	27	18

Tabla 1. Número de créditos obligatorios en matemáticas y su didáctica. Fuente: Nolla et al. [14]

Por otra parte, para la Educación Primaria, en el RD 157/2022 se establece que, dentro del horario lectivo, cualquier maestro tiene que dedicar alrededor del 18% del tiempo al área de matemáticas (entre 180 y 185 horas de la totalidad de horas lectivas), un 15,5% al área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (160 horas) y hasta un 40% en el caso de las diferentes lenguas.

Desconciertan también algunas incoherencias con las nuevas necesidades formativas que se establecen en las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria de la LOMLOE (RD 157/2022):

- a. De entre las 8 competencias clave de la Educación Primaria que se deben adquirir, se destaca la referente a la Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM).
- b. Hay una definición más abierta de los saberes básicos de las áreas curriculares, que implica una mayor formación del profesorado para poder impartir, diseñar, evaluar, la enseñanza y aprendizaje de estos saberes básicos.
- c. Hay una redefinición de los antiguos bloques de contenidos (ahora sentidos), como por ejemplo el “sentido estocástico” y la introducción de nuevos saberes relativos al pensamiento computacional, fuertemente asociados al área de matemáticas, que requieren ampliar la formación del futuro maestro, en comparación a la actual.

De todo ello, se deduce la necesidad de una actualización de la formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Educación Primaria que contemple estos aspectos.

Como ya se discutió para la reforma de 2007, el profesorado “especialista” no solo enseña su especialidad, sino que es a menudo tutor e imparte las materias de Matemáticas, Lenguas y Conocimiento del Medio, como el profesorado generalista. Este aspecto se abordó con la orden ECI/3857/2007 estableciendo la formación didáctica-disciplinar obligatoria para futuros maestros de Educación Primaria. De aquí derivó el acuerdo de realización de 100 créditos de formación didáctica-disciplinar (un 41,7% del total de la formación), que se organizan según el peso de las materias en el currículo estatal y autonómico, y respetando la libertad organizativa y de decisión de las Facultades, así como la dedicación docente a las materias.

En general, la formación inicial de los futuros maestros adolece de una falta de profundidad en didáctica de las matemáticas, teniendo pocas asignaturas (como se ha observado, mayoritariamente 1 en Educación Infantil y 3 en Educación Primaria) y habiendo perdido, además, el referente en matemáticas en los centros (antes ejercido por los docentes especialistas en Matemáticas y Ciencias de los antiguos planes de estudio de la EGB). En Nolla et al. [14] se constata la escasa existencia de menciones relacionadas con Ciencias y Matemáticas (9 en todas las universidades españolas, siendo sólo 1 en Matemáticas).

Síntomas relativos a requisitos y perfiles de acceso al Máster del profesorado de secundaria

La Orden ECI/3858/2007, de 27 de diciembre, modificada por la Orden EDU/3498/2011, de 16 de diciembre señala que “para el ingreso en el Máster se

establece como requisito de acceso la acreditación del dominio de las competencias relativas a la especialización que se desee cursar, mediante la realización de una prueba diseñada al efecto por las Universidades, de la que quedarán exentos quienes estén en posesión de alguna de las titulaciones universitarias que se correspondan con la especialización elegida”. La convocatoria de dicha prueba no se contempla en la mayoría de las ocasiones, accediendo estudiantes con titulaciones alejadas de las especialidades correspondientes. Algunas universidades establecen titulaciones universitarias preferentes para acceder a la especialidad de matemáticas (Grados en Matemáticas o Estadística, Física). No obstante, el número de alumnos con estas titulaciones es cada vez menor, haciendo esta preferencia una condición únicamente de prioridad de acceso y no un requisito. Por lo que respecta a la realización de una prueba, únicamente se conoce el caso de Catalunya, donde se hizo, durante dos años, una prueba específica para el acceso a la especialidad de Matemáticas (eliminada el curso 2022-2023).

Si bien la enseñanza en Secundaria y Bachillerato siempre supuso una de las salidas profesionales fundamentales para los egresados de los estudios universitarios de Matemáticas, el descubrimiento por parte de las empresas de la gran aplicabilidad del conocimiento matemático, así como el creciente desarrollo de las tecnologías de la información, la inteligencia artificial y la ciencia de datos (Data Science), han llevado a un creciente interés por la contratación de matemáticos en la empresa y la industria, generando nuevos puestos y ofertas de trabajo, de gran atractivo para los graduados en Matemáticas. Pueden consultarse el informe “Salidas Profesionales de los Estudios de Matemáticas. Análisis de la Inserción Laboral y Ofertas de Empleo” elaborado, por encargo de la ANECA, por la Comisión Profesional de la RSME en [16] y el informe “Impacto socioeconómico de la investigación y la tecnología matemáticas en España” elaborado por AFI y la Red Estratégica en Matemáticas en [17].

El acceso de estudiantes con titulaciones alejadas de las especialidades correspondientes (por ejemplo, graduados en Química, Economía, ... en la especialidad de Matemáticas en el Máster), tiene un impacto directo en la cantidad de profesorado de matemáticas con formación inicial específica en Matemáticas. Más aún, cabe señalar que en los planes de estudios de dichas titulaciones las materias relacionadas con las Matemáticas representan a lo sumo un 5% de los créditos a cursar, esto es 12 ECTS en el mejor de los casos.

Síntomas relativos a planes de estudio del máster del profesorado de secundaria

En la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria se detectan aspectos mejorables en relación con su práctica profesional. Existen divergencias entre la formación inicial y las demandas profesionales en la Educación Secundaria

Imbernón [18] señalaba en 2019 que en Educación Secundaria tenemos un problema de insuficiente formación didáctica del profesorado. La distribución de asignaturas

entre los departamentos universitarios propicia, a veces, falta de coordinación. Además, las asignaturas se presentan de forma demasiado teóricas lo que aleja al futuro profesor del contexto escolar de la secundaria. Por otro lado, las prácticas no consiguen su función de contrastar las competencias adquiridas en el máster. Según datos de OCDE de 2019 y THALIS 2018 [4] y [19], menos del 10% del profesorado participa como tutor en actividades de mentorazgo. Autores como Darling-Hammond [20] ya señalaban en el 2001 que el currículo de la formación inicial del profesorado de secundaria se tendría que basar más en la práctica.

En [20] el autor resume señalando algunas de las necesidades de esta formación. Junto a las anteriores, sugiere una selección del profesorado que imparte docencia en el máster, así como del alumnado que accede y una selección cuidadosa de los centros de prácticas y tutores compensando su trabajo. Abordaremos esta temática con detalle en la segunda parte del documento.

Como se manifestó en las conclusiones de las jornadas del CEMat en 2022 sobre el perfil profesional docente de matemáticas, “la formulación de las competencias del máster debe provenir de una formulación clara de las competencias profesionales del profesorado de matemáticas. Se detecta la necesidad de conocimiento de la educación secundaria por parte del profesorado del máster”.

En el mismo documento se considera que, “a pesar del notable aumento en el número de estudiantes del grado en matemáticas de los últimos años, los egresados de esta titulación no cubren la demanda de docentes de esta asignatura. Actualmente la tensión docencia-empresa se está decantando a favor de esta última; sería conveniente realizar un estudio que cuantifique los efectos que este fenómeno está produciendo en el sistema educativo. Hoy la profesión docente no es la preferencia de los egresados y no es una opción atractiva para ellos. De hecho, la falta de docentes egresados de matemáticas es un problema que trasciende a otros muchos países”.

Con los datos actuales de los perfiles de acceso al máster, el desarrollo del plan de estudios actual del máster no permite garantizar que los egresados conozcan suficientemente las matemáticas curriculares; es decir no adquieren la competencia número 1, del apartado 3 de competencias que figura en el anexo de la Orden ECI/3858/2007, que desarrolla apartados del anexo 1 del real Decreto 1393/2007, modificado por el artículo veintiuno del RD 861/2010: “Conocer los contenidos curriculares de las materias relativas a la especialización docente correspondiente.” Dado la no realización de la prueba de acceso, no queda probado, por ejemplo, que los titulados del ámbito de Economía y Empresa conozcan los contenidos curriculares de bachillerato.

En esta dirección, se puede citar también [21] con un estudio basado en encuestas a estudiantes y egresados recientes del máster. En las conclusiones se menciona: “resulta preocupante que casi un 28% de los encuestados perciban niveles bajos de

adquisición de las competencias, incluyendo las que hacen referencia al conocimiento matemático". En las tablas de datos también se observa que para el resto de encuestados la competencia en contenido matemático obtiene valores más bajos que el resto de las competencias.

Analizando los datos primarios que ofrece la base de datos de PISA 2022 ([7] OECD. PISA 2022 Database), se observa que la tasa media de profesorado de matemáticas con formación inicial de grado universitario en matemáticas en los 966 centros participantes en España fue del 48%. Lejos de las tasas de países que obtuvieron mejor resultado en competencia matemática, entre los que figuran, dentro de nuestro entorno europeo, Finlandia y Letonia (60%), Estonia (65%), Irlanda o Gran Bretaña (70%). Parece evidente que, en matemáticas, hay un serio problema de falta de profesorado especialista en la etapa secundaria. En el apartado siguiente, que habla del acceso a la función docente, se comentan otras particularidades que agravan la situación.

En [21], también se concluyó que "es difícil que estudiantes que provienen de grados diferentes del de Matemáticas puedan adquirir las competencias para ser un docente de matemáticas competente solamente con las que se potencian en el Máster".

En la actualidad, pues, en educación secundaria también hay un problema de insuficiente formación matemática en parte del profesorado.

2.2 Debilidades del sistema en el acceso a la función docente

Los procedimientos de acceso a la profesión docente han recibido numerosas críticas como señala Campos-García [22]. La enseñanza pública se nutre fundamentalmente a partir del sistema de oposiciones. Este procedimiento otorga mucho mayor peso a los conocimientos académicos de los futuros profesores que a sus capacidades o habilidades para la enseñanza (OECD, [3, 5]). Frente a este procedimiento, la autora indica otros sistemas de países europeos como sistemas de concurso de méritos o procesos de selección abierta.

Al hablar de acceso a la función docente, por inercia, nos centramos en el proceso selectivo (concurso-oposición), al ser la puerta hacia el funcionariado de carrera. Sin embargo, esta no es la única puerta de acceso.

Habitualmente, tras cada proceso selectivo se elaboran listas de acceso al funcionariado interino, con aquellos aspirantes que no superan el proceso. En el caso de matemáticas, lo habitual actualmente es que esas listas se agoten, es decir, que todos los aspirantes participantes en los diferentes procesos selectivos acaban dando clase de matemáticas, y todos aquellos que no superaron la primera fase de las oposiciones (la mayoría) sobre conocimiento matemático, lo hacen también sin que se haya evaluado adecuadamente su formación didáctica, al restringirse a la presentación de una programación didáctica y la defensa de una unidad didáctica.

Además, todo este profesorado interino está exento de la evaluación de su práctica docente, que solo se realiza a quienes sí completaron con éxito todo el proceso selectivo. Este hecho ya fue puesto de manifiesto en las Jornadas sobre el acceso a la función docente celebradas en noviembre de 2023 organizadas por CEMat. En el informe presentado por Graña et al. [23] se informa de que el “25,88 % de los docentes que enseñan a estudiantes de 15 años en centros públicos son interinos, mientras que, en los centros privados, el porcentaje de docentes con contrato de un año o menos solo es del 5,68%” (p. 594). Estos porcentajes se agravan en localidades de menos de 3.000 habitantes donde el porcentaje de interinidad alcanza el 41,14%.

A lo dicho se añade que las CC.AA., ante la escasez de profesorado en las listas de matemáticas, convocan a veces bolsas auxiliares con carácter de urgencia, en las que incluso admiten aspirantes sin el Máster de Profesorado de Secundaria, con el compromiso de que lo realicen en un número determinado de años.

Evidentemente, hay excelentes profesoras y profesores de matemáticas que, sin tener la especialidad, se han formado en matemáticas y didáctica de las matemáticas para desarrollar una óptima educación matemática en el aula. Pero este no es el caso de quien no tiene formación inicial en matemáticas ni en didáctica de las matemáticas y se encuentra en la cola de una lista de interinidades por no haberse preparado, a sabiendas de que, aun así, tendrá trabajo. Ese perfil de profesorado puede tender a limitar sus clases a la operatividad, por la orientación de la formación recibida, muy lejos de lo que estipula el nuevo currículo y del aprendizaje competencial por parte del alumnado.

Por otro lado, y como ya se ha dicho anteriormente, se suma el problema de la escasez de nuevos graduados en Matemáticas que acaban impartiendo docencia. En 2018, las conclusiones del Seminario organizado por CEMat sobre la Formación Inicial del Profesorado de Secundaria alertaba de que esta situación hace que egresados de otras titulaciones, algunas con un número insuficiente de créditos de formación matemática para los requerimientos del Máster, sean los que finalmente cubran esa demanda.

2.3 Síntomas relativos a la formación continua del profesorado

El nuevo currículo persigue una alfabetización matemática que, como se dice en el documento del CEMat “Bases para la elaboración de un currículo de matemáticas en educación no universitaria”, es una idea dinámica cuyo desarrollo implica una mejora continua (CEMat, [24]). Combina los grandes principios metodológicos (razonamiento, resolución de problemas y pensamiento computacional) en su desarrollo e implementación. Centrar el trabajo en estos tres grandes principios metodológicos implicaría (Ontario Ministry of Education, 2005b):

- Tener como base de la educación matemática el currículo, tanto para el contenido como para las estrategias de enseñanza. Para ello, se requiere un desarrollo posterior con documentos que permitan al profesorado comprender

la propuesta educativa del currículo, subrayando sus diferencias de contenido y metodológicas respecto a propuestas previas, y proporcionando estrategias y materiales para su implementación.

- Desarrollar una comunidad de aprendizaje de matemáticas con oportunidades para el diálogo y la interacción entre el alumnado y profesorado-alumnado.

En principio, se planeó que la reforma curricular iría acompañada de una reforma en la formación del profesorado donde se abordara la problemática de la formación continua [23]. La intención de dicha reforma era la de cohesionar la formación inicial y continua, orientándose hacia un perfil de competencias que requiere el profesorado.

Es importante que en estas competencias profesionales docentes se consideren competencias específicas del docente que enseña matemáticas, pues hay numerosas evidencias de que para enseñar una disciplina no basta con formación disciplinar y formación psicopedagógica general (Niss, [25]), sino que se requieren conocimientos y destrezas relativas a la vez al contenido matemático y a sus procesos de enseñanza y aprendizaje, lo que requiere una formación sólida en didáctica de la matemática.

Como exponen Badillo et al. y Blanco et al. ([26] y [27]), así como la formación inicial del profesorado que enseña matemáticas está reglada por estudios universitarios que habilitan para el ejercicio de la profesión (en este momento en revisión), no se han desarrollado, hasta el momento en nuestro país, planes sistemáticos que aborden la formación del profesorado que ya está en ejercicio. Un centro para la enseñanza de las matemáticas podría hacerse cargo de planes de desarrollo profesional continuo, como ocurre en Suecia, Noruega, Alemania, o Inglaterra, como desarrollaremos en la segunda parte

Esta formación continua consiste a menudo en cursos puntuales sobre algún aspecto no necesariamente relacionado con el aprendizaje y la enseñanza de la disciplina o relacionados directamente con herramientas didáctico-matemáticas para el análisis, diseño, reflexión sobre la actividad matemática que se enseña y aprende.

Además, Badillo et al. y Blanco et al. ([26] y [27]) destacan que mientras que la formación inicial se desarrolla en las Facultades de Educación, la formación continua del profesorado de matemáticas en España está, en la mayoría de las ocasiones, desligada de la formación inicial. La formación del profesorado en ejercicio se organiza desde otros ámbitos e instituciones no universitarias, como centros de profesorado o sociedades profesionales. Tal como se indicaba en el documento de conclusiones de las jornadas del CEMat sobre el perfil profesional docente de matemáticas, se habla de que “la formación continua debe ser entendida, además de como un derecho, como una necesidad del docente para que su capacitación pueda ir adaptándose a unas realidades cambiantes (...) así como de la necesidad de ligar la formación continua con la evaluación (evaluación entendida como detección de necesidades del profesorado y que mida el progreso del plan formativo a medio-largo plazo)” (ver [26]).

Si bien hay ocasiones en las que, durante la formación inicial del profesorado, confluyen los formadores y los profesores en ejercicio (como puede ser en el prácticum en los grados o másteres), no se aprovecha actualmente como una oportunidad para mejorar la formación de todos los implicados, incluyendo el profesorado en ejercicio. Esto propicia que la formación académica y la formación práctica del profesorado, en muchas ocasiones, caminen por separado, y conlleva diversas dificultades para establecer puentes entre las instituciones educativas involucradas y la formación del profesorado.

A las carencias de los planes actuales de formación para el profesorado de matemáticas, se le unen las necesidades derivadas de los cambios curriculares recientes. El cambio de perspectiva que implican los recientes currículos solo es posible con una formación inicial y continua planeada de forma coherente y bien fundamentada al respecto. Tal como analizan Coles et al. [28], los profesores son los agentes de cambio más importantes durante las reformas curriculares. El papel de los profesores en un periodo de aplicación de reformas curriculares no es el mismo que el que se desarrolla en ausencia de estos cambios. La participación de los docentes puede ser significativa en el proceso de diseño, implementación, desarrollo continuo y evaluación de las innovaciones introducidas por las reformas curriculares.

El cambio de enfoque en el currículo de matemáticas apuesta por un cambio importante de paradigma para la enseñanza de las matemáticas. Cambia los antiguos bloques de contenidos por los actuales sentidos matemáticos. Se incide en la continua interrelación entre los diferentes sentidos y sus saberes. Los criterios de evaluación, antes definidos respecto a los contenidos vistos en cada bloque, pasan a referirse a ideas matemáticas “superiores”, desvinculándose de forma directa de los saberes trabajados en el aula en cada momento. El buen desarrollo curricular pide basarse en el diseño e implementación de situaciones de aprendizaje que permitan mostrar la funcionalidad de la matemática para elaborar respuestas a retos, cuestiones relevantes y ponga en uso los distintos sentidos, saberes matemáticos, en posible contacto con otras disciplinas escolares.

Además, se precisa de formación específica que permita orientar una enseñanza interdisciplinar de las matemáticas con las ciencias y tecnologías, entre otras, en línea con la tercera de las competencias clave que se señalan en el currículo de Educación Secundaria (competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería -competencia STEM-RD217/2022). Esta perspectiva interdisciplinar va más allá de la coordinación en la enseñanza de las materias implicadas y algunas actividades comunes. Supone, por ejemplo, una consideración de la tecnología que implica no solo el uso crítico de dispositivos tecnológicos, sino contemplar que los estudiantes diseñen y construyan herramientas no siempre computacionales. Es natural que surjan interrogantes, como cuál es el papel de las matemáticas en este enfoque y qué conocimiento interdisciplinar y didáctico es necesario para el diseño de tareas en el diálogo e interacción de distintas disciplinas, y que contribuyan al desarrollo de la competencia matemática del alumnado.

Hasta el momento, cuando se está finalizando el segundo curso con el nuevo currículo, sigue sin existir un plan de formación que acompañe la reforma curricular. Cada comunidad autónoma está haciendo su interpretación y aplicación, con distintas visiones de qué hacer.

Buena parte del profesorado de matemáticas, y no sólo el profesorado no especialista, necesita formación matemático-didáctica para poder ser agente activo y participar en los cambios propuestos por la reforma curricular. Participación que se debe hacer con garantías y buenas condiciones de llevarlo al aula y poder estudiar las dificultades que emerjan. La implementación de reformas curriculares siempre conlleva la emergencia de importantes fenómenos didácticos altamente complejos de ser visibilizados, estudiados y analizados (Shimizu y Vithal, [29]; Barquero, Jessen, Ruiz-Hidalgo y Golding [30]). Es esencial que toda la comunidad educativa, incluyendo profesorado, formadores e investigadores dispongan de medios suficientes y una formación adecuada para progresar conjuntamente en el estudio de la implantación de la reforma curricular para que esta sea viable.

Sin una buena planificación a corto, medio y largo plazo de esa formación, se corre el riesgo de que el nuevo currículo no sea correctamente transferido y desarrollado en muchas aulas, y de que esta reforma curricular no vaya acompañada de un desarrollo de materiales, experiencias de aula y su análisis que contribuya y haga avanzar conjuntamente la implantación de los cambios curriculares. Estas son condiciones esenciales, tal y como destacan experiencias en el ámbito internacional (véase Coles et al., [28]).

3. EL PAPEL DE LAS ADMINISTRACIONES EDUCATIVAS

En España, que al igual que otros países dispone de un sistema de educación descentralizado, se detecta una falta de coordinación entre las diferentes administraciones educativas. Es un problema que se extiende también a la posibilidad de coordinación con otras administraciones públicas.

Como explicaba Tiana Ferrer [31], refiriéndose a la coordinación sectorial en materia de educación en España, la coordinación se convierte en una necesidad a la que se da respuesta por medio de diversos mecanismos. El más clásico de todos ellos consiste en combinar la aprobación de la normativa básica que debe regular el conjunto del sistema educativo con el establecimiento de los servicios de alta inspección que controlan su cumplimiento. Se trata de un mecanismo asentado en España y que funciona con regularidad. Pero la simple existencia de tal normativa básica resulta insuficiente si no viene acompañada de los mecanismos necesarios para asegurar su aplicación, desarrollo y evaluación de su impacto.

Algunos de los instrumentos de coordinación de los programas de cooperación territorial que ya se apuntaban en Tiana Ferrer [31] son: 1. Plan de Refuerzo, Orientación y Apoyo (PROA), destinado a proporcionar refuerzo complementario a alumnos de educación primaria y secundaria obligatoria con necesidad de apoyo educativo; 6. Programa de promoción del éxito escolar, destinado especialmente a la recuperación de los alumnos que finalizan la educación primaria sin haber adquirido las competencias básicas previstas ni alcanzado los objetivos de la etapa.

Los distintos planes de cooperación territorial se traducen en múltiples ejemplos de “pilotaes” que unas y otras administraciones ponen en marcha sobre medidas que ya han sido probadas por otras, con lo que supone en duplicidad de gastos económicos, de personal y tiempo, sin que confluyan y acaben sustentándose en planes de análisis y evaluación en colaboración.

Sería conveniente, o exigible, que exista, al menos, una comunicación entre todas ellas, de forma que fluya la información sobre las medidas que implementan y su efectividad, basada en planes de evaluación rigurosos en constante interacción con expertos del ámbito educativo.

Por ejemplo, el plan de refuerzo centrado en matemáticas del Gobierno de Navarra en colaboración con el Ministerio de Inclusión.

<https://www.inclusion.gob.es/w/el-ministerio-de-inclusion-y-el-gobierno-de-navarra-colaboran-para-desarrollar-un-programa-de-refuerzo-educativo-para-beneficiarios-del-ingreso-minimo-vital>

REFERENCIAS DE LA PRIMERA PARTE

- [1] Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (MEFPD, 2023). *PISA 2022. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español*. Catálogo de publicaciones del Ministerio.
- [2] CEMAT (2021b). Conclusiones de las Jornadas sobre los retos de la enseñanza en un modelo virtual y presencial. Castro Urdiales.
<https://thales.cica.es/system/files/Jornadas%20MODELOS%20DE%20ENSE%20C3%91ANZA%20CIE%20M%202021.pdf>
- [3] OCDE (2018). *Effective teacher policies: Insights from PISA*. Paris: PISA. OECD Publishing.
- [4] OECD (2019). *Panorama de la Educación: Indicadores de la OCDE 2019. Informe español*.
<https://www.educacionyfp.gob.es/inee/indicadores/indicadores-internacionales/ocde/2019.html>
- [5] OECD. *PISA 2022 Technical report*. <https://www.oecd.org/pisa/data/pisa2022technicalreport/>
- [6] OECD (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, PISA. OECD Publishing. Paris. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- [7] OECD. PISA 2022 Database. <https://www.oecd.org/pisa/data/2022database>
- [8] Alegre, M.A. y Morató, L. (2023). *El 90 % dels alumnes amb resultats baixos en matemàtiques a 6è de primària continua malament a 4t d'ESO*. Informe de la Fundació Bofill.
- [9] Schmidt, W. H., Xin, T., Guo, S. y Wang, X. (2022). Achieving excellence and equality in mathematics: two degrees of freedom? *Journal of Curriculum Studies*, 54(6), 772–791.
<https://doi.org/10.1080/00220272.2022.2098536>
- [10] Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu (2022). Variables que influeixen en els resultats acadèmics i en els usos lingüístics de l'alumnat de 4t d'ESO. Curs 2020-2021. *Informe d'Avaluació 31*. Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya. <https://educacio.gencat.cat/>
- [11] Cobreros, L., Galindo, J. y Raigada, T. (2024). *Mujeres en STEM Desde la educación básica hasta la carrera laboral*. EsadeEcPol - Center for Economic Policy. <https://www.esade.edu/ecpol/wp-content/uploads/2024/03/Mujeres-en-STEM-2024-1.pdf>
- [12] Asensio Muñoz, I., Arroyo Resino, D., Ruiz-Lázaro, J., Sánchez-Munilla, M., Ruiz de Miguel, C., Constante-Amores, A. y Navarro-Asencio, E. (2022). Perfil de acceso a la universidad de los maestros en España [University access profile of teachers in Spain]. *Educación XX1*, 25(2), 39-63.
<https://doi.org/10.5944/educxx1.3192>
- [13] MIF (2018). *Memòria 2013-2018 Programa de Millora i Innovació en la Formació de Mestres del Consell Interuniversitari de Catalunya*. Recuperable en <https://mif.cat/wp-content/uploads/2018/06/Memo%CC%80ria-MIF-DEF.pdf>
- [14] Nolla, A., Muñoz, R., Cerisola, A. y Fernández, B. (2021). La formación inicial de los maestros en matemáticas y su didáctica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 96(35.1), 185-208. <https://doi.org/10.47553/rifop.v96i35.1.85882>
- [15] Egidio, I. (2020). La colaboración familia-escuela: revisión de una década de literatura empírica en España (2010-2019). *Bordón*, 72(3), 2020, 65-84.
- [16] “Salidas Profesionales de los Estudios de Matemáticas. Análisis de la Inserción Laboral y Ofertas de Empleo” elaborado, por encargo de la ANECA, por la Comisión Profesional de la RSME.

- [17] <https://institucionales.us.es/remimus/informe-completo-del-impacto-socioeconomico-de-las-matematicas-en-la-economia-espanola/>
- [18] Imbernón, F. (2019). La formación del profesorado de educación secundaria: la eterna pesadilla. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 23(3), 151-163. [<http://hdl.handle.net/10481/60544>]
- [19] OECD (2019). *TALIS 2018 Results (Volume II): Teachers and School Leaders as Valued Professionals*. Recuperado de <https://www.oecd.org/education/talis-2018-results-volume-ii-19cf08df-en.htm>
- [20] Darling-Hammond, L. (2001). El derecho de aprender. Crear buenas escuelas para todos. Barcelona: Ariel.
- [21] CEMat (2022). *Conclusiones de las Jornadas sobre el perfil profesional docente de matemáticas*. Castro Urdiales. <https://assets.usc.gal/sites/default/files/documents/2022-11/2022%20Conclusiones%20Jornadas%20SOBRE%20EL%20PERFIL%20PROFESIONAL%20DEL%20DOCENTE%20DE%20MATEM%C3%81TICAS.pdf>
- [22] Campos-García, I. (2022). ¿Por qué somos diferentes?: Directores y profesores en el epicentro de la reforma educativa española. *Revista de Investigación Educativa*, 40(1), 275-302. <http://dx.doi.org/10.6018/rie.464421>
- [23] Graña, R., Murillo, F.J. y Belavi, G. (2018). La Interinidad del Profesorado en las Escuelas Españolas, un Factor de Inequidad Escolar. En F.J. Murillo (Ed.), *Avances en Democracia y Liderazgo Distribuido en Educación. Actas del II Congreso Internacional de Liderazgo y Mejora de la Educación* (pp. 593-596).
- [24] CEMAT (2021). *Bases para la elaboración de un currículo de matemáticas en educación no universitaria*. <https://matematicas.uclm.es/cemat/wp-content/uploads/bases2021.pdf>
- [25] Niss, M. (2004). Key Issues and Trends in Research on Mathematical Education. *Proceedings of the Ninth International Congress on Mathematical Education: 2000* Makuhari Japan. 37-57.
- [26] Badillo, E. R., Climent, N., Barquero, B., Contreras, L. C., García, F. J., González, M. T., Joglar, N., y Moreno, A. (2023). El desafío de la formación continua del profesorado de matemáticas. *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, 99, 8-15.
- [27] Blanco, L., Climent, N., González-Astudillo, M.T., Moreno, A., Sánchez-Matamoros, G., Castro, C. y Jiménez, C. (Eds.). (2022). *Aportaciones al desarrollo del currículo desde la investigación en educación matemática*. SEIEM.
- [28] Coles, A. Rodríguez-Muñiz, L.J., Mok, I.A.C., Ruiz, A., Karsenty, R., Martignone, F., Osta, I., Ferretti, F. y Nguyen, T. T. A (2023). Teachers, Resources, Assessment Practices: Role and Impact on the Curricular Implementation Process. En Y. Shimizu & R. Vithal (Eds.), *Mathematics Curriculum Reforms Around the World. New ICMI Study Series*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4_18
- [29] Shimizu, Y. y Vithal, R. (2023). *Mathematics Curriculum Reforms Around the World. The 24th ICMI Study*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4>
- [30] Barquero, B., Jessen, B.E., Ruiz-Hidalgo, J.F. y Golding, J. (2023). What Theories and Methodologies Are Appropriate for Studying Phenomena Related to Mathematics Curriculum Reforms? En Y. Shimizu y R. Vithal (Eds.), *Mathematics Curriculum Reforms Around the World. New ICMI Study Series*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4_13
- [31] Tiana Ferrer, A. (2007). La coordinación sectorial en materia de Educación en España. *Rev Adm Sanit*, 5(3), 373-89.

PARTE II. PROPUESTAS ORIENTADAS A MEJORAR EL RENDIMIENTO MATEMÁTICO ESCOLAR

INTRODUCCIÓN A LA SEGUNDA PARTE

De acuerdo con el diagnóstico de los problemas en torno a la educación matemática en España, realizado en la primera parte de este informe, en esta segunda parte argumentamos la necesidad de desarrollar actuaciones en cuatro grandes ámbitos o espacios donde el Gobierno de España, en coordinación con las CC.AA, tiene posibilidades de incidir.

Cada espacio de actuación se discute en uno de los siguientes apartados:

4. Acciones para la mejora de la competencia matemática del alumnado, con apoyo a colectivos específicos
5. Acciones para la mejora de la competencia matemática y la mejora en formación en didáctica de las matemáticas del profesorado en formación inicial
6. Programas de liderazgo, acompañamiento o formación continua del profesorado de matemáticas
7. Programas de evaluación de políticas y actuaciones educativas y curriculares en matemáticas

En el apartado 4, presentamos propuestas cuyo desarrollo implicaría directamente al alumnado, con algunas de ellas dirigidas a colectivos específicos. En el apartado 5 se contemplan posibles medidas para mejorar la formación inicial en el profesorado de todo el ciclo educativo mientras que en el apartado 6, presentamos programas e iniciativas para la formación continua. En el apartado 7 se presentan programas de evaluación en diferentes CC.AA y en países de nuestro entorno o de otros ámbitos internacionales. En esta Parte II del presente informe, a diferencia de la Parte I, cada apartado aporta las menciones bibliográficas, citas y/o ejemplos que le corresponden.

4. ACCIONES PARA LA MEJORA DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICA DEL ALUMNADO, CON APOYO A COLECTIVOS ESPECÍFICOS

Recomendamos el diseño y la promoción de acciones dirigidas específicamente al alumnado a fin de incrementar las oportunidades de participación en espacios de calidad y fácil acceso para el aprendizaje de matemáticas. Destacamos las siguientes acciones:

4.1 Proporcionar refuerzo al alumnado que presente carencias en la competencia matemática asociada al nivel educativo en el cual esté escolarizado

Las medidas de refuerzo educativo son estrategias de carácter ordinario dirigido a aquel alumnado que presenta dificultades para seguir el proceso de enseñanza-aprendizaje, o que presenta un desfase curricular poco significativo, es decir, que pueden seguir los contenidos mínimos de la materia y sus criterios de evaluación mínimos. Por tanto, el refuerzo educativo es una medida dirigida a cualquier alumno o alumna o grupo de alumnos que presenten dificultades en un momento dado, tengan o no *Necesidad Específica de Apoyo Educativo*.

Estas medidas deben ser impartidas por el propio profesorado de la materia. En determinados casos, se puede contar con la colaboración de otros profesionales, que actúan como un apoyo general al conjunto del aula. Pero, en ningún caso, esta colaboración puede sustituir la actuación habitual del profesor.

Las medidas de refuerzo educativo deben ser elaboradas por el profesorado que imparte la materia en la que el alumnado necesita el refuerzo.

Esta medida se debe aplicar dentro del aula ordinaria, de modo que, si el refuerzo es impartido por otro profesor o profesora, esto significa que en el aula permanecerán ambos.

Las medidas de refuerzo educativo son medidas ordinarias que afectan al ámbito de la metodología, pero nunca suponen la eliminación y/o modificación de objetivos, criterios de evaluación y estándares.

Estas medidas pueden consistir en modificaciones en las actividades de enseñanza-aprendizaje, en las actividades e instrumentos de evaluación, en la organización del aula, en el agrupamiento del alumnado, y pueden ir desde medidas más generales o grupales hasta medidas más concretas e individualizadas.

Medidas de refuerzo educativo grupales:

- Agrupamientos específicos.
- Establecer secuencias de contenidos que aseguren aprendizajes básicos para todos, y conocimientos de mayor complejidad para algunos.
- Diseñar actividades de enseñanza-aprendizaje variadas y con diferente nivel de dificultad.
- Considerar diferentes tiempos de realización de las actividades en función de los diferentes ritmos de aprendizaje.
- Utilizar recursos y materiales diferenciados y complementarios (gráficos, audiovisuales, manipulables...), para contemplar los distintos estilos de aprendizaje del alumnado.
- Incluir actividades de recuperación, afianzamiento o consolidación para aquel alumnado que no sigue un determinado ritmo de aprendizaje.
- Adaptaciones generales (para todo el grupo) en las pruebas e instrumentos de evaluación.

Medidas de refuerzo individualizadas:

- Apoyo directo y atención preferente a determinado alumnado dentro del aula, ya sea realizado por el profesorado de la materia o por otro profesorado especialista.
- Actividades de recuperación de aprendizajes no adquiridos.
- Planes específicos de refuerzo para el alumnado que pase de curso con materias sin superar.
- Planes específicos personalizados para el alumnado que repite curso.
- Aplicación de medidas metodológicas de refuerzo recogidas en determinados protocolos para alumnado NEAE (TDAH, TEA, Dislexia, etc.).

Para desarrollar estas medidas, se precisaría un incremento del profesorado de matemáticas acompañado del reconocimiento en su cómputo de horario lectivo del tiempo dedicado a las mismas. Habría que buscar horarios adecuados en los propios centros, adaptándose a las singularidades de cada etapa y tipo de centro (infantil-primaria/secundaria-bachillerato), y procurar que no se produjera sensación o discurso de segregación. Reducir el número de estudiantes por clase disminuye las interrupciones en el aula y aumenta la satisfacción de docentes y alumnos. El efecto es significativo en Primaria y centros de difícil desempeño.

Junto con estas medidas se pueden considerar otras como la implementada en la Comunidad Foral de Navarra con la colaboración del Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones. Para desarrollar un proyecto piloto de inclusión para familias receptoras del Ingreso Mínimo Vital (IMV) y/o renta garantizada.

Este programa consiste en realizar tutorías online en grupos pequeños para alumnado de entornos vulnerables. Ambas administraciones comprobarán la

efectividad de un programa intensivo telemático de refuerzo educativo con profesionales docentes, centrado en matemáticas para alumnos de 5º y 6º de Educación Primaria y 1º y 2º de Secundaria (de 10 a 14 años) de entornos vulnerables de la Comunidad Foral de Navarra, idealmente de familias receptoras del IMV y renta garantizada. Todo el personal tutor seleccionado para el programa recibirá una formación básica de al menos 15 horas con un componente pedagógico para impartir clases de forma efectiva 'on line'. Sus resultados serán evaluados y permitirán escalar las mejores prácticas para la reducción de la vulnerabilidad de los colectivos más desfavorecidos.

Otra experiencia son los 'after-school mathematics programs' en distintos estados de Estados Unidos (ver [32], [33] y [34]), con los 'guest teachers' que pueden ser o no profesorado del centro, ha proporcionado evidencias de mejora en el rendimiento matemático de grupos de alumnos con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas y en situación de desventaja socioeconómica. En las 'after-schools', estos alumnos progresivamente experimentan una relación positiva con las matemáticas y su aprendizaje. Hay dos tipos documentados e investigados de 'math after-school'. En las de un tipo se ayuda a los alumnos a realizar los deberes con comprensión y en las de otro se proponen tareas complementarias.

Consideramos que el programa de clases de refuerzo podría organizarse como un híbrido de estos tipos documentados, a la vez que se contextualizarían de acuerdo con las singularidades del sistema educativo en España. Es razonable que el alumnado en prácticas (tanto de grado como de máster) conozca la realidad del aula a la se va a tener que enfrentar en un futuro próximo, por lo que sería recomendable que a la hora de asignarle tutor considerar la participación de este en acciones de compensación de la desigualdad como puede ser el plan de refuerzo educativo.

4.2. Combinar acciones educativas para la mejora de la competencia matemática, lingüística y de comprensión lectora de todo el alumnado

Para esta acción, se precisaría construir un inventario de obras que son también lecturas matemáticas, acompañado de material didáctico con recomendaciones para su uso. Hay publicados libros aptos para todos los niveles educativos con los que se pueden trabajar simultáneamente el refuerzo de las competencias lectoras y el razonamiento matemático a partir del trabajo con libros, cómics y cuentos focalizados en las matemáticas (ver [35], [36] y [37]).

Se trataría de desarrollar espacios regulares de trabajo (como los que algunos autores han denominado 'Materatura' [38]). Si bien hay libros, cómics y cuentos generales para estimular el interés y el gusto por las matemáticas, también los hay específicos o con partes que pueden asociarse con contenidos del currículo de matemáticas de las distintas etapas. Los clubes tutorizados de lecturas matemáticas podrían ser, por tanto, un instrumento de apoyo al desarrollo de los currículos formales en matemáticas y lengua. Dado que los resultados científicos acerca del desarrollo

necesariamente conjunto de las competencias lingüísticas y matemáticas del alumnado [39] son sólidos, consideramos que esta acción u otras similares no deberían ser puntuales, residuales o dependientes de iniciativas personales individuales.

Actividades similares en el campo científico general han sido puestas en marcha por el CSIC, con los llamados Clubes de Lectura, dentro del Programa Ciencia en el Barrio [40], una oportunidad única para las y los estudiantes, que conocen y hablan directamente con las autoras y autores de libros que han trabajado previamente. Se recurre a los libros adaptados al nivel de este público de la colección de divulgación ¿Qué sabemos de?, que el CSIC edita junto con los Libros de la Catarata. Además, se dona una remesa de cinco ejemplares a los centros para sus bibliotecas. Varios de estos libros son de matemáticas [41].

Otra iniciativa de gran calado es la que aporta La Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (FESPM) y Los Libros de la Catarata, auspiciando la colección Miradas Matemáticas [41], que combina la divulgación con la didáctica de las matemáticas. Dirigida principalmente a docentes y estudiantes de secundaria y bachillerato, su propósito es ofrecer contenidos de divulgación que aporten nuevas ideas y que permitan desarrollar materiales que acerquen las matemáticas al aula de una forma interesante y atractiva.

Se busca así aproximar el mundo de la investigación y de la didáctica de las matemáticas, con una perspectiva social, relacionando sus aportaciones con otras ciencias y con los desarrollos tecnológicos. Se pretende así contribuir a mejorar la educación de las matemáticas en el aula, fomentar las vocaciones científicas y abrir un diálogo entre los diferentes actores involucrados en la educación y divulgación de esta disciplina. Además, los libros publicados se han combinado con conferencias públicas de los autores vía el canal de YouTube de la FESPM.

Otro ejemplo es la Biblioteca Estímulos Matemáticos de la RSME, colección conjunta de la RSME con la editorial SM [42].

4.3. Fomentar las enseñanzas no regladas en el ámbito de las matemáticas mediante actividades en entornos presenciales matemáticamente relevantes

Para esta acción, se precisaría realizar inventarios de recursos ya existentes bajo el formato de conferencias divulgativas, talleres, cinefóruns, materiales de distinta naturaleza y museos con contenidos matemáticos o dedicados a las matemáticas. El Museu de Matemàtiques de Catalunya (MMACA) [43] es un ejemplo de un recurso creado en el año 2006. El éxito es inmenso y el calendario de visitas está tan solicitado que éstas se fijan con meses de antelación. Si bien este dato pone de relieve la excelente acogida del MMACA, a la vez indica la necesidad de recursos que cubran la demanda de oferta no reglada en matemáticas a lo largo del territorio. Otra iniciativa

más reciente es el EMMA (Espacio Matemático de Madrid) [44], puesto en marcha por la Sociedad Madrileña de Profesores y Profesoras de Matemáticas Emma Castelnuovo por difundir y acercar las matemáticas a todo el mundo, y que cuenta con la colaboración de la Comunidad de Madrid. Por supuesto, otros museos generalistas de ciencias han creado también espacios dedicados a las matemáticas (como el MUNCYT, o el Museo de la Ciencia de Valladolid).

En septiembre de 2014, se celebró la 1.^a Conferencia Internacional de Museos de Matemáticas, llamada Matrix, en Dresde, Alemania, y se valoró el impacto en el territorio de los museos existentes [45]. En 2018 se realizó la 3a edición, en Barcelona [46]. En las actas se discute el papel de los museos en la educación no formal, su incidencia en la educación matemática en distintas etapas escolares e incluso sobre la formación de docentes en los museos.

Por otra parte, la oferta de talleres, charlas y jornadas está en general dirigida al profesorado y es menos habitual encontrar talleres, charlas y jornadas sobre matemáticas para el alumnado. Con la celebración del Día Internacional de las Matemáticas (14 de marzo), promulgada en 2019 por la UNESCO y la Unión Matemática Internacional (IMU) [47], se puede promover la oferta de actividades matemáticas distribuidas a lo largo del año, vinculadas a las asociaciones de matemáticas que ya están activas. La participación en concursos y actividades colaborativas podría estar más arraigada. En muchos casos su organización se lleva a cabo a través de entidades o asociaciones científicas entre las cuales también están las universidades, pero aun así dependen demasiado de la iniciativa o apoyo de profesores del sistema educativo no universitario, los cuales deberían disponer de soporte y reconocimiento. También para los alumnos se debería tratar el reconocimiento curricular.

Sólo a modo de ejemplo citamos algunas actividades que se llevan a cabo por diferentes sociedades [48]: el concurso “La incubadora de sondeos” organizado por la SEIO; el concurso internacional Canguro Matemático, organizado por la SCM en Catalunya, Illes Balears y Comunidad Valenciana (unos 140.000 escolares participantes), y por FESPM en otras comunidades autónomas (unos 25.000 participantes); las olimpiadas matemáticas organizadas por la RSME que llevan a la fase de la Olimpiada Matemática Internacional y las olimpiadas matemáticas organizadas por la FESPM.

4.4 Fomentar las llamadas enseñanzas no regladas en el ámbito de las matemáticas mediante actividades en entornos virtuales matemáticamente relevantes

Para esta acción, se precisaría el acceso libre a una oferta virtual de actividades no regladas con contenidos de matemáticas. De nuevo, como ocurre con la oferta presencial, la oferta virtual existente de actividades sobre matemáticas acostumbra a estar dirigida a la población adulta y al profesorado en particular. Con la pandemia,

surgieron algunas iniciativas a modo de mediateca con actividades matemáticamente interesantes que se depositaron en repositorios de centros de recursos educativos, además de programas televisivos con contenidos matemáticos específicos, como la serie 'Una matemática viene a verte' [49]. La post pandemia ha llevado a que algunas iniciativas se hayan ralentizado, o bien se sigan realizando sin suficiente divulgación y aprovechamiento [50]. Hay, de hecho, muchas iniciativas virtuales en torno a las matemáticas para los más jóvenes que podrían compilarse y divulgarse desde las instituciones, y otras iniciativas de calidad matemática y didáctica que admitirían versiones virtuales en lengua castellana.

La creación de un repositorio común y campañas de divulgación al respecto serían muy útiles. Ciertamente, sería de enorme utilidad disponer de un soporte institucional para la compilación y gestión de este tipo de actividades no regladas. Podría incluso auspiciarse el diseño de módulos virtuales de un concurso de matemáticas o de podcasts para los más jóvenes. Aunque han transcurrido décadas desde el éxito de audiencia del concurso matemático presentado por Celia Hoyles en ITV, Reino Unido [51], no deja de ser importante notar que las matemáticas, en determinados formatos, tienen audiencia y magnífica aceptación.

En España, las sociedades matemáticas e instituciones asociadas en el CEMat mantienen programas de divulgación de las matemáticas. A continuación, citamos algunos ejemplos [52]. La Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España, mantiene dos programas anuales de conferencias divulgativas, Ciencia para Todos y la Academia en las Aulas, con gran éxito de las conferencias de matemáticas. Por su parte, la FESPM mantiene en YouTube un canal en el que recogen conferencias relacionadas con el ámbito educativo, tanto en lo que se refiere a la formación como a la divulgación [53]. O El concurso Videomat [54] que propone a los estudiantes, de todos los niveles educativos, crear videos para responder a preguntas que muestran la aplicación y uso de las matemáticas, organizado por el Cesire-Creamat desde el 2013. Otras iniciativas relevantes son las de algunos centros de investigación como el ICMAT o CITMAga, o la exposición itinerante RSME-Imaginary y otros programas de Imaginary que pueden verse en la web <https://www.imaginary.org/es>.

4.5 Incentivar, ampliar y expandir los programas extraescolares de atención al alumnado con talento matemático

Para esta acción, se precisaría mantener y ampliar el alcance de iniciativas exitosas como el Programa para el Estímulo del Talento Matemático (ESTALMAT) [55], puesto en marcha por la Real Academia de Ciencias de España en 1998 y que se ha extendido ya a 11 CCAA. El programa dura dos cursos (aunque algunos alumnos siguen vinculados al proyecto en años posteriores), trata de identificar el talento matemático y está dirigido a estudiantes de entre 12 y 14 años. Los participantes son seleccionados a través de una prueba y el acceso actualmente está limitado a 25 estudiantes por región y curso académico, lo cual es insuficiente. En total, ESTALMAT

moviliza cada año 1000 estudiantes altamente cualificados en matemáticas. Es un programa extraescolar y, como tal, no se ha evaluado su impacto en el sistema educativo. No obstante, hay abundante literatura sobre la necesidad de desarrollar programas de enriquecimiento para atención al alumnado con altas capacidades en matemáticas [56]. Este programa podría paliar la poca atención al alumnado de excelencia (mitad de la media en los informes PISA).

En Estados Unidos y con sedes en Europa, el Programa PROMYS (Program in Mathematics for Young Scientists) [57] es similar a ESTALMAT, pero además incluye un programa de formación y desarrollo profesional del profesorado, lo cual consideramos especialmente interesante. Un grupo del ICMI, el International Group for Mathematical Creativity and Giftedness (IGMCG) ha documentado y analizado una gran diversidad de programas y competiciones que podrían informar acciones de expansión y ampliación de ESTALMAT a lo largo del territorio [58].

Otro tipo de actividades son las Olimpiadas Matemáticas, tanto las organizadas por la RSME, como por otras entidades como la FESPM, la SCM, universidades, etc. Algunas CCAA ya coordinan algunas actividades, aunque sería deseable establecer una coordinación más global para poder dar el máximo apoyo a los talentos matemáticos identificados al corresponderse con niveles educativos consecutivos.

4.6 Crear e incentivar programas extraescolares de atención al alumnado con dificultades comunicativas y/o diversidad funcional

Para esta acción, se precisaría tomar nota de modelos puestos en marcha en otros países. En Inglaterra, en Estados Unidos y en Brasil existen programas concretos orientados al trabajo, en contextos comunitarios, con alumnado con dificultades comunicativas y/o diversidad funcional en el aprendizaje de matemáticas y sus familias ([59], [60] y [61]). Esto incluye en particular alumnado con diagnósticos de TDA, TEA o Dislexia/Discalculia, habitualmente con bajo rendimiento escolar en matemáticas, además de alumnado con otros tipos de diversidad funcional y sensorial. Se han documentado mejoras sustanciales en la comprensión de las matemáticas de alumnado participante en estos programas.

Otro ejemplo es el Programa SHLAV de Israel, aunque con una orientación algo distinta, más centrado en aspectos de desarrollo profesional y reforma curricular para alumnado de bajo rendimiento en matemáticas y con riesgo de absentismo [62]. Este programa está en marcha desde 2004 y se realiza en colaboración con facilitadores. El profesorado de secundaria crea nuevos materiales curriculares para intentar que el alumnado de bajo rendimiento aumente su percepción de logro y mejore su interés por las matemáticas. Los facilitadores trabajan sobre el terreno, asesorando en centros específicos y en los entornos comunitarios. La evaluación se realiza mediante cuestionarios y entrevistas a los profesores, con la obtención de resultados muy positivos. De acuerdo con resultados de la investigación internacional en educación matemática sobre la diversidad de talentos matemáticos y el talento matemático

diverso [63], consideramos que desde las instituciones se deberían auspiciar programas extraescolares de reconocimiento y estímulo del talento matemático diverso de alumnado con riesgo de bajo rendimiento.

4.7 Programas para combatir los sesgos de género

Son muchas las acciones que se han puesto en marcha en estos últimos años para combatir los problemas de ansiedad e inseguridad de las chicas en el aula n el caso de las matemáticas. Aprovechando eventos como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia (11 de febrero) y el Día Internacional de las Mujeres en Matemáticas (12 de mayo), se pone en valor la aportación de mujeres matemáticas a esta disciplina, con la intención de crear modelos en los que niños y niñas perciban que no hay diferencias en la valía matemática de hombres o mujeres.

En la colección Matemáticas y sus fronteras se han publicado varios libros en los que se destacan las aportaciones de las mujeres matemáticas. También se han realizado exposiciones públicas con esa misma intención. Recientemente se han puesto en marcha Olimpiadas Matemáticas femeninas, para evitar los problemas de ansiedad a la hora de competir y dar mayor visibilidad a las chicas con talento matemático. Otras actividades son las de She does math en el boletín del ICMAT, pero que no llegan al aula.

Sin embargo, las acciones que se realizan parecen insuficientes y se precisarían de acciones específicas en las aulas, como podrían ser:

- Debates sobre logros de mujeres matemáticas (mesas redondas en los centros educativos como esta «Being a woman in Mathematics», organizada por el Instituto de Ciencias Matemáticas Simons Laufer, SLMath), en las que participen también los alumnos.
- Conferencias de mujeres matemáticas en los centros educativos.
- Llevar las exposiciones sobre estos temas montadas por las sociedades matemáticas a las escuelas.

5. ACCIONES PARA LA MEJORA DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICA Y DE LA FORMACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS PARA EL PROFESORADO EN FORMACIÓN INICIAL

Para la elaboración de propuestas científicamente informadas y socialmente necesarias, se identifica una agenda con tres líneas de actuación y objetivos específicos, que se despliegan en tareas concretas a desarrollar, sostenidas por resultados de la investigación en el área de conocimiento de Educación Matemática y como respuesta al contexto indicado en la introducción de este documento. Estas líneas de actuación se han organizado para abordar objetivos relativos a:

1. Planes de estudio de las titulaciones universitarias habilitantes para la docencia y especialidades docentes
2. (Requisitos de acceso de las titulaciones universitarias habilitantes para la docencia y/o de acceso a la profesión docente
3. Formación permanente, desarrollo profesional docente.

Los apartados (1) y (2) se tratarán por separado, por un lado, para infantil y primaria, y por el otro para secundaria.

5.1. Formación inicial del profesorado en matemáticas y didáctica para la educación Infantil y Primaria

Si bien se necesitarán decisiones y acciones políticas en distintas direcciones para revertir el contexto actual, la formación inicial del profesorado habrá de ser una de las direcciones fundamentales, en particular la formación inicial del profesorado de las primeras etapas educativas. La formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Educación Primaria en matemáticas y en didáctica de las matemáticas es de suma importancia en cualquier sistema educativo que aspire a construir unos cimientos sólidos para una ciudadanía matemáticamente competente. Los currículos LOMLOE para matemáticas son una apuesta fundamentada de calidad, que centra la mirada en el aprendizaje de matemáticas con comprensión de los alumnos de Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Secundaria. El desarrollo de estos currículos está, sin embargo, comprometido por la insuficiente presencia de contenidos de matemáticas y de didáctica de las matemáticas en la formación del profesorado que habrá de interpretar e implementar estos currículos.

Revisión de planes de estudio de los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria

Respecto a la revisión de los planes de estudio de los Grados de Educación, podemos distinguir dos objetivos o focos claros:

Objetivo 1a. Revisar y elaborar sugerencias y propuestas de planes de estudio de las titulaciones universitarias habilitantes para la profesión docente de Educación Infantil y Educación Primaria.

Ante el desajuste entre las propuestas de formación inicial en matemáticas y en didáctica de las matemáticas y las demandas de la profesión docente proponemos las siguientes tareas:

- 5.1.1. Análisis de las nuevas propuestas curriculares para la Educación Infantil y Primaria, a fin de detectar nuevas necesidades matemáticas y didácticas para la formación inicial del profesorado sobre la enseñanza de las matemáticas.
- 5.1.2. Revisión de los planes de estudio y carga de créditos, en relación con la carga de práctica en aula del profesorado en las distintas etapas educativas y con el análisis de necesidades.
- 5.1.3. Análisis y revisión de la participación de la formación en matemáticas y en didáctica de las matemáticas en otras materias transversales de la formación inicial del profesorado.

Objetivo 1b. Revisar y elaborar propuestas sobre especialidades docentes en la formación inicial y continua de profesorado de Educación Infantil y Educación Primaria.

Ante la necesidad de priorizar la mejora de la competencia matemática del alumnado, consideramos indispensable ampliar la formación optativa en matemáticas y en didáctica de las matemáticas, en posibles formatos de especialización, mención u otros, que permita formar profesionales referentes en competencia matemática que garanticen mejores condiciones de apoyo al aprendizaje matemático en las escuelas. Proponemos las tareas siguientes:

- 5.1.4. Revisión de las especialidades docentes actuales, a la luz de las competencias profesionales específicas que necesita desarrollar el futuro profesorado de matemáticas.
- 5.1.5. Discusión de especialidades disciplinares (matemáticas, ciencias experimentales, ciencias sociales, que podrían agruparse en ámbitos, como el ámbito STEM para matemáticas y ciencias experimentales) en los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria, que en todo caso deben ir asociadas a las especialidades docentes reconocidas del cuerpo docente (previa reforma del Real Decreto 1594/2011).
- 5.1.6. Análisis de posibilidades de articulación e integración entre la formación en distintas disciplinas y su didáctica, en la formación inicial y continua, así como en el desarrollo profesional del profesorado universitario implicado en esta formación inicial.

Revisión de requisitos de acceso a los Grados de Educación Infantil y Educación Primaria

Objetivo 1c. Analizar y elaborar propuestas sobre el acceso a las titulaciones universitarias habilitantes para la docencia en Educación Infantil y Educación Primaria

Tanto en el acceso a la formación inicial, como en el acceso a la profesión docente, se requieren acciones y procedimientos específicos que involucren a las instituciones donde se desarrollan las etapas de escolarización obligatoria y postobligatoria y a las Facultades encargadas de la formación del profesorado. Por ello, consideramos necesarias las siguientes tareas:

- 5.1.7. Discusión amplia y sostenida sobre los requisitos necesarios de acceso a la formación inicial del profesorado, desde la perspectiva de las demandas actuales de la profesión en las distintas etapas educativas, y de los requisitos mínimos para poder iniciar los estudios universitarios.
- 5.1.8. Análisis de las características de una prueba de acceso (PAP, pruebas de aptitud personal) y de las posibilidades de implantación estatal. Es de especial interés, en nuestro caso, la prueba de Competencia Lógico-Matemática (CLOM) (presentadas en la Parte I, sección 2.1, dada su implantación en las CCAA de Catalunya e Islas Baleares), con el objetivo de analizar sus características, función como requisito de acceso y compatibilidad con las existentes pruebas o exámenes de acceso a la universidad (PEvAU, PAU) en distintas partes del territorio.

5.2 Formación inicial del profesorado en matemáticas de secundaria y bachillerato

Aunque el conocimiento básico de matemáticas necesario para impartir docencia en secundaria y bachillerato puede adquirirse cursando estudios dentro de las ramas de Ciencias (Física y, en menor medida, Química o Biología) o Ingeniería y Arquitectura (más en Ingeniería que en Arquitectura), resulta innegable que un conocimiento completo y profundo de las matemáticas, sus técnicas, motivaciones, implicaciones y aplicaciones, sólo se puede adquirir cursando los Grados en Matemáticas o Estadística (y similares). Por lo tanto, resulta fundamental conseguir que el profesorado de matemáticas de secundaria y bachillerato provenga principalmente de estos estudios. Esto es también trascendental para el fomento de la vocación matemática entre el estudiantado, pues es en esas etapas educativas en las que se despiertan las vocaciones de estudios futuros.

Los cambios de la oferta laboral a los matemáticos y a las matemáticas en el ámbito de la empresa han generado un alarmante descenso en el número de egresados/as universitarios/as en matemáticas que deciden dedicarse a la enseñanza en secundaria y bachillerato, a pesar del aumento de egresados en las diferentes facultades de matemáticas. Esta carencia ha motivado que egresados de otros grados

diferentes al de matemáticas y con una formación insuficiente en la materia estén ocupando estos puestos ante la necesidad de cubrir la docencia matemática de los centros educativos. Esta situación ha sido ampliamente descrita en multitud de jornadas y encuentros y ha tenido gran repercusión en los medios de comunicación. Puede consultarse, por ejemplo, [64].

Las conclusiones del seminario organizado por CEMat en 2022 sobre el máster del profesorado de secundaria de matemáticas señalaban que “una opción para aumentar el atractivo de la profesión docente es acercar el conocimiento de esta profesión a los estudiantes durante la carrera. Para ello, se entiende que parte de las matemáticas que necesita un profesor son diferentes a la que se necesita para el ejercicio de otras profesiones, por lo que es preciso incorporar al grado asignaturas como, por ejemplo, matemáticas básicas, historia de las matemáticas y didáctica de las matemáticas. También se valora positivamente la incorporación de prácticas docentes al igual que se hace con las prácticas de empresa en el grado, conferencias de profesores, talleres y otras actividades de divulgación. Por último, se considera que debe fortalecerse la valoración del máster de profesorado en el itinerario de matemáticas. Como opción se propone que de algún modo se considere, tanto la calificación como la especialidad, como mérito para el acceso a la profesión docente”.

Ante esta cada vez más alarmante realidad, recomendamos que se tomen las medidas necesarias para que el profesorado de matemáticas en secundaria y bachillerato provenga, fundamentalmente, de estudios universitarios de matemáticas. Entre otras, se recomiendan las siguientes:

Fomento de la vocación docente entre el estudiantado universitario de matemáticas

Esta medida debería llevarse a cabo en colaboración con la Conferencia de Decanos de Matemáticas (CDM, [65]), asociación sin ánimo de lucro con un ámbito de actuación en el territorio español y en la que participan universidades, departamentos y asociaciones relacionadas con las Matemáticas. Podría incluir acciones como las siguientes acciones:

- 5.2.1. Jornadas de experiencias docentes dirigidas al estudiantado, con la participación de egresados/as y de asociaciones de profesores/as de matemáticas (por ejemplo, la SAEM Thales, [66]).
- 5.2.2. Estudio de la inclusión de asignaturas optativas de Didáctica de las Matemáticas en el Grado en Matemáticas (o similares).
- 5.2.3. Establecimiento de prácticas curriculares optativas en centros de enseñanza de secundaria y bachillerato, en colaboración con las correspondientes autoridades académicas de las CC.AA.

Facilitación del acceso a la carrera docente por parte de los/as egresados/as de los estudios universitarios de matemáticas.

Esta medida debería llevarse a cabo en colaboración con la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE, [67]), así como con las autoridades competentes de las CC.AA. Podría incluir acciones como:

5.2.4. Acceso prioritario de los/as egresados/as de los estudios universitarios de matemáticas al Máster Universitario en Profesorado en Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (MAES), en la especialidad de Matemáticas. Algunas universidades ya aplican esta medida, pero, aunque pueda parecer absurdo, en muchas otras universidades españolas el acceso al MAES de Matemáticas se ordena simplemente mediante la nota media del expediente académico, teniendo por tanto acceso prioritario egresados/as de titulaciones no matemáticas, en las que puede resultar más sencillo obtener mejores calificaciones. En muchas ocasiones, esto provoca que egresados/as de matemáticas no puedan obtener plazas. Proponemos que la prioridad ALTA sea exclusivamente para egresados de los Grados de Matemáticas o Estadística (o similares).

Aumento del número de plazas en los estudios universitarios de matemáticas.

Si el número de egresados/as en matemáticas no es suficiente para cubrir las demandas actuales del mercado de trabajo, deberían ofrecerse más plazas para estos estudios. Esta medida debería estudiarse en colaboración con la CDM, la CRUE y las CC.AA. Podría incluir acciones como:

5.2.5. Plan de infraestructuras y contratación de profesorado para el incremento de la oferta de plazas de nuevo ingreso en estudios universitarios en matemáticas.

5.2.6. Simplificación administrativa. El simple aumento de plazas de nuevo ingreso supone en muchos casos un cambio esencial de las memorias de verificación, lo que implica tener que enviar una modificación de esta a la agencia de evaluación correspondiente, mediante un trámite a menudo complicado y tedioso.

Revisión de los planes de estudio del máster de formación del profesorado de secundaria

Objetivo 2a. Revisar y elaborar sugerencias y propuestas de planes de estudio de las titulaciones universitarias habilitantes para la profesión docente de Educación Secundaria.

- Revisión de los planes de estudio y carga de créditos, en relación con la carga de práctica en aula del profesorado en la etapa educativa y con el análisis de necesidades.
 - Revisión de la formación en didáctica de las matemáticas en la formación inicial del profesorado.
 - Análisis de posibilidades de articulación e integración entre la formación en distintas disciplinas y su didáctica, en la formación inicial y continua.
 - Revisión del título universitario para incluir la especialidad.

Revisión de los requisitos de acceso a la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato

Objetivo 2b. Analizar y elaborar propuestas sobre el acceso a la formación inicial del profesorado de ESO y Bachillerato y/o de acceso a la profesión docente

- Estudio de iniciativas para la promoción de la profesión docente en matemáticas.
- Estudio de opciones existentes o nuevas de materias de matemáticas y de didáctica de las matemáticas para el profesorado de Educación Secundaria en los estudios universitarios y de su reconocimiento en el acceso a la formación inicial y a la profesión.
- Estudio de la posibilidad de introducir materias, de manera singular o a través de itinerarios o especialidades en el Grado en Matemáticas y afines. Hay muchos grados distintos relacionados con Matemáticas (Ingeniería Matemática, Matemáticas y Ciencia de Datos, Estadística...) a los que se puede denominar genéricamente como grados de matemáticas y estadística.

Revisión de las necesidades de la formación continua y del desarrollo profesional del profesorado de matemáticas

Es imprescindible que los cambios que se incorporen en la formación inicial del profesorado queden reflejados en las propuestas de desarrollo profesional que den continuidad y coherencia a la formación inicial, así como a los procesos de selección para la función pública docente. Al respecto, proponemos el siguiente objetivo específico:

Objetivo 2c. Identificar demandas y necesidades de desarrollo profesional del profesorado de matemáticas en las distintas etapas educativas ante la necesidad de actualización motivada por las nuevas leyes educativas y currículos

- Exploración del alcance de la desconexión entre las nuevas demandas y la formación continua para la implementación de las reformas curriculares.
- Creación de espacios de discusión y colaboración con profesorado de matemáticas en activo, junto con otros agentes de la comunidad educativa y universitaria.

- Análisis de la formación complementaria específica que sería necesaria para actualizar sus conocimientos para el desarrollo de los nuevos currículos.

Objetivo 2d. Análisis y elaboración de propuestas fundamentadas para la formación continua del profesorado de matemáticas

- Análisis y discusión sobre propuestas formativas y de posibilidades de difusión.

Objetivo 2e. Análisis y elaboración de procesos de selección para el acceso a la función docente

- Procesos de selección para la función docente.
- Revisión de los procesos de evaluación del desempeño de la función docente, tomando en cuenta la formación en cursos de especialidad matemático-didáctica.

6. PROGRAMAS DE LIDERAZGO, ACOMPAÑAMIENTO O FORMACIÓN CONTINUA DEL PROFESORADO DE MATEMÁTICAS

Recomendamos el diseño y la promoción de acciones dirigidas específicamente al desarrollo profesional del profesorado matemáticas a fin de avanzar en la construcción de un modelo de desarrollo profesional continuo. Destacamos las siguientes acciones:

6.1. Crear centros de formación del profesorado del ámbito matemático y en el ámbito STEM

Para esta acción, se precisaría fortalecer y extender los centros de formación específicos para el ámbito STEM con asesores de formación especializados en educación matemática o exclusivamente para el ámbito matemático. Existe el ejemplo de la Comunidad Valenciana y de Catalunya, en cuyos sistemas educativos se introdujo una estructura de CEFIRE/CESIRE ([68] y [69]) (centro de formación, recursos e innovación) específicos por ámbitos del conocimiento que resulta innovadora y puede tener impacto positivo en la extensión y calidad de la formación que se ofrece al profesorado en activo. Esta estructura de centros asegura que existen asesores de formación especializados en cada área. En particular, durante estos años el CEFIRE Específico de ámbito Científico, Tecnológico y Matemático ha contado con entre 4 y 5 asesores especializados en educación matemática que han diseñado itinerarios formativos. Esto ha permitido comenzar a sistematizar la formación del profesorado en didáctica de las matemáticas para todas las etapas, que hasta ahora ha sido escasa, aislada y arbitraria (Libro Blanco RSME, pp. 83–94 [70]). Puede verse también <https://math4u.vsb.cz>, <https://aules.edu.gva.es/autoformacio/course/> o <https://www.teach4life.eu/es>.

El CESIRE CREAMAT en Catalunya [69] y el CEFIRE CTEM en la Comunidad Valenciana [68] tienen ambos una trayectoria regular de participación en proyectos de convocatorias Erasmus+ [71]. Ahora bien, todavía no se ha evaluado el impacto de la implantación de estos centros en la calidad de la formación del profesorado y, aún menos, en la transferencia a las aulas. Consideramos que esta evaluación debería ser prioritaria a fin de apoyar las evidencias sobre la importancia de crear más centros similares en el territorio.

6.2. Elaborar y distribuir informes y guías para el profesorado de matemáticas

Para esta acción, se precisaría que un grupo experto para cada etapa educativa recibiera el encargo de elaborar informes y guías con recomendaciones de enseñanza basadas en resultados de la investigación. Un modelo desarrollado en Inglaterra, en el contexto de la Education Endowment Foundation (EFF) [72] bajo la coordinación de Jeremy Hodgson son los ‘guidance reports’ para profesorado de Infantil [73], Primaria y el equivalente a nuestro primer ciclo de Secundaria [74]. Esta fundación es una institución independiente y sin ánimo de lucro, que recoge y analiza evidencias

sobre el impacto de intervenciones y programas educativos. A partir de esos resultados, elabora informes y guías detalladas que son un paso más con respecto a los documentos curriculares con recomendaciones. En particular, la EEF ha elaborado guías e informes sobre educación matemática desde los 3 a los 14 años, que recogen principios y prácticas contrastados por la investigación. Además, la EEF evalúa distintas intervenciones educativas y recoge evidencias sobre su efectividad e impacto mediante el Teaching and Learning Toolkit [75]. Las orientaciones y principios de sus 'guidance reports' están sustentadas, por lo tanto, en estudios sólidos sobre su impacto beneficioso para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. La Nuffield Foundation en Inglaterra también proporciona informes de educación matemática encargados a grupos expertos [76]. Estos informes incluyen recomendaciones y estrategias fundamentadas en investigación de aula contrastada y, además, relacionan los efectos de una determinada enseñanza de las matemáticas con la superación de retos en el aprendizaje de contenidos curriculares específicos.

6.3. Diseñar e implementar programas de investigación aplicada sobre intervenciones de enseñanza de las matemáticas

Para esta acción, se precisaría tomar nota del modelo que proporciona el Programa IDEE, Innovations, Données et Expérimentations en Éducation, coordinado por la École Normale Supérieure y pilotado por J-PAL Europe (institución dedicada a políticas públicas basadas en la investigación científica), en colaboración con el Ministerio de Educación de Francia. IDEE es un programa para desarrollar investigaciones educativas y evaluar su impacto con el fin de que el Ministerio implemente políticas educativas basadas en la evidencia científica. Sus objetivos son: 1) Desarrollar y compartir herramientas metodológicas y de medición 2) Crear una red de colaboraciones para desarrollar investigaciones educativas de largo alcance (grandes muestras, estudios longitudinales). Entre los estudios en marcha, destacan algunos sobre educación matemática: "La distribución de juegos a los alumnos antes del verano, ¿mejora su rendimiento en matemáticas? Un experimento controlado aleatorio" [77]. El Ministerio francés ha publicado guías con orientaciones para la enseñanza de las matemáticas fundamentadas en la investigación [78]. El programa IDEE evalúa el impacto de las intervenciones y desarrolla materiales, recursos y guías, basados en investigación educativa sólida y empírica, que el Ministerio difunde. Consideramos interesante y con gran potencial la iniciativa de establecer, coordinados por el Ministerio de Educación, Consejerías de Educación y alguna institución académica, un programa tipo IDEE que promueva colaboraciones y redes de centros investigadores para realizar investigaciones educativas que desarrollen instrumentos de medida del impacto de intervenciones de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La realización y publicación por parte del Ministerio de materiales y guías de orientación basadas en investigación y de contrastada calidad y su difusión entre el profesorado (con un programa de formación a nivel estatal, autonómico y local) podría tener también impacto.

Otro tipo de programas son los proyectos "PÉGASE" en Francia, de duración de 10 años para dar la posibilidad, en un periodo de tiempo más dilatado (hecho que siempre es una gran restricción) la transferencia de la investigación al aula, mediante la formación inicial y continua del profesorado (<https://www.polepilote-pegase.fr/formation/formation-initiale/>).

Otras acciones son los proyectos "Prueba de Concepto" u otras iniciativas ya emprendidas por el ministerio.

6.4. Diseñar e implementar programas híbridos (presencial, virtual) de desarrollo profesional del profesorado con componentes de autoestudio

Para esta acción, se precisaría seguir modelos de formación que den la oportunidad de profundizar en la formación matemática y didáctica del profesorado, para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, distinguiendo los contenidos relevantes, sus relaciones y el papel de los procesos matemáticos y al mismo tiempo proveer de ejemplos de actividades (o situaciones de aprendizaje) y reflexiones sobre estas actividades que faciliten la elección de actividades a proponer al alumnado. Estos programas deberían incluir:

- (1) Ofrecer conocimientos matemáticos y didácticos sobre contenidos y procesos de enseñanza y aprendizaje.
- (2) Promover la participación del profesorado en la práctica y gestión del aula a través de actividades diseñadas específicamente.
- (3) Reflexionar sobre la propia práctica y métodos de enseñanza, a través de la transferencia de herramientas sólidas y fundamentadas desde la investigación y la innovación en didáctica de las matemáticas, entre otros aspectos.

En algunas CCCAA, encontramos ejemplos como el Programa ARAMAT [79], de desarrollo profesional del profesorado de matemáticas, impulsado por el Departament d'Educació de Catalunya, a través del CESIRE CREAMAT, en el que han participado 3828 profesores entre 2015 y 2020. Los participantes reconocen la importancia de abordar aspectos prácticos y de gestión del aula para promover su desarrollo profesional (mostrando una alta satisfacción con el programa, con una puntuación promedio de 4.68 sobre 5).

Otro modelo interesante es el proporcionado por el programa experimental (2021-2027) para la mejora del razonamiento y la enseñanza de las matemáticas en Castilla y León [80]. El objetivo es impulsar propuestas metodológicas que potencien el razonamiento y mejoren el aprendizaje del alumnado de ESO, a través de la formación del profesorado, el diseño, la implementación y la evaluación de materiales didácticos para el área de matemáticas.

6.5. Diseñar e implementar programas de desarrollo profesional del profesorado con enfoques cíclicos como las de las ‘Lesson Study’

Para esta acción, se precisaría la organización de comunidades de desarrollo profesional del profesorado de matemáticas en los centros escolares, con programas basados en la reflexión guiada y compartida sobre sesiones de enseñanza (que pueden ser registradas en vídeo u observadas en directo). El formato de ‘Lesson Study’, original de Japón e implantada en un buen número de países, consiste en un enfoque colaborativo de desarrollo profesional con cuatro fases centrales: estudiar, planificar, enseñar y reflexionar. La investigación ha identificado características importantes de una ‘Lesson Study’ eficaz, que incluyen: (1) Estudiar materiales relevantes y considerar objetivos para el aprendizaje y el desarrollo del alumnado (2) Desarrollar propuestas de lecciones de estudio alineadas con estos objetivos (3) Observar sistemáticamente y recopilar datos sobre el aprendizaje y comprensión del alumnado durante la lección de estudio (4) Utilizar estos datos para reflexionar sobre la lección y la enseñanza y el aprendizaje de manera amplia y profunda (5) Revisar y volver a enseñar la lección de estudio si se desea (6) Involucrar a otros docentes y expertos durante el proceso (7) Compartir, discutir y difundir los resultados.

Existe una revista internacional que recoge abundantes evidencias del impacto, en el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas, de la participación en versiones de ‘Lesson Study’ [81]. En España se han realizado versiones ad hoc de ‘Lesson Study’. Hay además plataformas con recursos para este tipo de intervenciones y rúbricas de observación de lecciones de matemáticas específicas del ámbito español. El Proyecto Newton Canarias [82], por ejemplo, presenta dos modalidades, dependiendo de si se incorpora el conjunto del profesorado de un centro o no (Infantil, Primaria y ESO). Se proporciona formación metodológica, con el objetivo de mejorar a largo plazo el rendimiento del alumnado en matemáticas. Se realizan sesiones de formación y de seguimiento, con acompañamiento y observación en el aula. Se incluyen sesiones de información con las familias y asesorías de centros de profesorado.

Una experiencia de larga duración y en un contexto más próximo, se desarrolló en Andorra y está documentada en [83].

6.6. Programas experimentales de desarrollo profesional en consorcios europeos con participación española

Para esta acción, se precisaría dar visibilidad, continuidad y eventualmente escalabilidad a las iniciativas de desarrollo profesional surgidas de consorcios europeos con participación española. Los fondos de la Comisión Europea destinados a Erasmus+ están proporcionando modelos y programas de desarrollo profesional en matemáticas, de impacto validado, que no siempre se mantienen o escalan, o que incluso no se conocen. Por ejemplo, Mathematics in Early Years Education (MEYE) [84] es un proyecto Erasmus+ KA2, que hemos mencionado en una entrada anterior,

con la finalidad de identificar buenas prácticas en la educación superior que enlacen con la educación matemática en las escuelas. El proyecto está coordinado por CIPFP Faitanar junto a la Conselleria d'Educació de la Comunidad Valenciana y Universitat de València. Recogiendo evidencias entre distintos países sobre educación matemática en edades tempranas e intercambiando buenas prácticas, se desarrollaron dos propuestas para la mejora de la educación matemática en esta etapa: una guía de orientaciones curriculares para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en las edades tempranas [85] y un curso de formación virtual y abierto desde el CEFIRE Específico Científico, Tecnológico y Matemático de la Comunidad Valenciana [86]. Otro proyecto especialmente interesante porque atiende al desarrollo profesional del profesorado de matemáticas sobre aspectos de diversidad en el aprendizaje de las matemáticas es el Excellence in Math Education through (e-) Debate and Diversity [87]. El profesorado participante en este programa ha aprendido estrategias de acompañamiento a grupos de alumnado diverso en su aprendizaje de contenidos matemáticos curriculares aritméticos y geométricos.

6.7 Programas para atraer y mantener al profesorado de Secundaria

Inicialmente, Maths for America (MfA) se creó para atraer a nuevos profesores de matemáticas a la profesión, que contaban con el apoyo de profesores experimentados en la MfA Master Teacher Fellowship. En 2014, la junta gestora de MfA decidió abrirla a profesores de todas las materias STEM en los grados K-12, haciendo crecer el programa para apoyar a 1000 profesores anualmente, aproximadamente el 10% de la fuerza docente STEM en NYC.

MfA fue fundada en 2004 como una organización sin ánimo de lucro comprometida con que los profesores sobresalientes sigan enseñando en las aulas y tengan un impacto duradero en sus alumnos, sus escuelas y sus comunidades. La organización fue fundada por Jim Simons, matemático y filántropo, que junto con su esposa Marilyn Simons, también fundó la Fundación Simons, que avanza las fronteras en la investigación matemática y las ciencias básicas. La Fundación Simons aporta una parte sustancial de la financiación de MfA, y Jim Simons preside el Consejo de Administración de MfA. MfA ha invertido más de 300 millones de dólares en su programa de becas para profesores STEM de NYC y ha abogado por programas similares en todo el país.

El programa [88] trata de que los profesores más destacados se unen a una comunidad profesional en la que exploran: (1) Contenidos de vanguardia; (2) Prácticas docentes innovadoras; (3) Modelos de desarrollo profesional basados en la investigación. Los profesores llevan lo aprendido a sus aulas y escuelas, consiguiendo una mayor y mejor retención del profesorado, mejor enseñanza y desarrollo profesional y un aprendizaje de los alumnos de mayor calidad.

7. PROGRAMAS DE EVALUACIÓN DE POLÍTICAS Y ACTUACIONES EDUCATIVAS Y CURRICULARES EN MATEMÁTICAS

Recomendamos el diseño y la promoción de acciones dirigidas específicamente a la articulación de estudios expertos, sostenidos y a gran escala de evaluación de políticas y actuaciones educativas y curriculares en matemáticas. Destacamos las siguientes acciones.

7.1. Impulsar programas de análisis y evaluación de actuaciones educativas y de competencia profesional del profesorado

Para esta acción, se precisaría poner en marcha programas de evaluación de actuaciones educativas en matemáticas a partir de la evaluación de la capacidad del profesorado de actuar adecuadamente, desde una doble perspectiva pedagógica y didáctica, en situaciones contextualizadas de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Existen modelos de programas en esta dirección.

El programa COACTIV (Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers) [89], por ejemplo, estudió la competencia profesional de profesorado de matemáticas. El programa comprendía dos estudios principales con varios estudios adicionales que se llevaron a cabo en el Instituto Max-Planck para el Desarrollo Humano de Berlín. En el proyecto COACTIV-ExpeRt, se examinaron los antiguos candidatos a profesores del Estudio Principal 2, de nuevo después de aproximadamente 10 años. Otro modelo interesante es el programa ReSolve: Mathematics by Inquiry [90], desarrollado en Australia. El programa consistía en reclutar unos 300 profesores voluntarios al año denominados “Champions”, para ejercer liderazgo pedagógico en la enseñanza de las matemáticas. Durante un año recibían formación y acompañamiento centrado en la resolución de problemas y el aprendizaje basado en preguntas, utilizando recursos diseñados por un equipo de investigadores para evaluar la competencia profesional del profesorado participante al inicio y al final del programa. En el volumen del *24 Estudio ICMI* [91] se discuten las características de este programa y de otros similares en distintos países.

7.2. Impulsar programas de análisis y evaluación de políticas educativas en contextos de reforma curricular en matemáticas

Para esta acción, se precisaría tener en cuenta iniciativas gubernamentales que han impulsado análisis de políticas educativas en matemáticas que se han concretado con una evaluación posterior. Destaca el caso tailandés, con el ‘30-year Thailand Project’ [92]. Este programa surge en 2001 y contempla un ciclo de 30 años, en el que se pretende implantar el ciclo de investigación y desarrollo en un contexto de reforma curricular. Se creó el Centro para la Investigación en Educación Matemática (CRME) en 2003, del que surgen programas de máster y doctorado para profesorado de

matemáticas. Además, se implantó de manera general el método ‘Open Approach’, una adaptación de ‘Lesson Study’ en la formación del futuro profesorado de matemáticas. Los estudiantes, tras formarse cuatro años, hacen un quinto año en centros educativos, donde se crean comunidades de aprendizaje práctico en las que se institucionaliza un ciclo de acción y formación. En 2018 participaban 200 escuelas y 50 doctorandos colaboraban en la implementación del ciclo, a la vez que investigaban sobre sus efectos. Hay evaluaciones parciales sobre el efecto inicial del programa, aún en desarrollo.

También destaca el caso irlandés, con el ‘Project Maths’ [93] de reforma curricular iniciado en 2008. El objetivo era la puesta en marcha de una reforma curricular en secundaria, pilotado en 24 centros y luego extendido a todo el país. En colaboración con el centro de currículo y evaluación (NCCA), se crearon recursos online para el profesorado. Se desplegaron 18 personas a tiempo completo para acompañar el desarrollo profesional, y mediante seminarios se formaron en cascada a 56 facilitadores. Hubo cambios en los formatos de las evaluaciones estandarizadas, para incluir cuestiones que exigían explicaciones y que eran menos predecibles. Se contaba con un comité de pilotaje nacional. El programa estuvo motivado por los resultados de Irlanda en PISA, y se evaluó de manera indirecta a través de estos. Los resultados mejoraron en 2009 y 2012, pero en 2022 han bajado, siguiendo la tónica general de la OCDE.

Otro caso es el danés, con el ‘KOM Project’, cuyo marco se explica en [94]. Tras un proyecto de definición de la competencia matemática (KOM) en 2002, se trabajó en la adaptación del currículo danés a este marco. La adaptación falló por un abuso del enfoque de los contenidos (las competencias quedaron en algo anecdótico al comienzo de los currículos) y porque no se modificaron los exámenes de fin de ciclo, lo que convenció a gran parte del profesorado de matemáticas de la inutilidad del cambio. No hay evaluación específica. Aunque la evolución en PISA no fue buena inicialmente, mejoró en 2015, siempre con puntuaciones altas.

Por último, destaca el caso portugués, con la creación de un grupo doble (GTM) de diseño curricular y otro de desarrollo profesional en matemáticas, ambos con objetivos de análisis y evaluación de implementación curricular en una muestra de escuelas [95]. Los grupos están formados por expertos en matemáticas, didáctica de la matemática y profesores en activo.

7.3. Impulsar programas de análisis y evaluación de políticas educativas en matemáticas sostenibles en períodos entre reformas

Para esta acción, se precisaría adoptar medidas que permitieran mantener programas de análisis con evaluación de políticas educativas en matemática que dieran continuidad a los programas puestos en marcha en el contexto de reforma curricular. Al respecto, son especialmente interesantes los programas que impulsa *el National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) de Estados Unidos [96]. El NCTM realiza

en particular estudios sobre el uso eficaz y apropiado de las evaluaciones a gran escala en la educación matemática para orientar la mejora sistémica y el aprendizaje equitativo del alumnado. Estas evaluaciones a gran escala se administran para medir el rendimiento matemático escolar de distintas poblaciones.

No son menos interesantes los programas que impulsa el *National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics* (NCETM) de Inglaterra [97]. El programa más potente es el ‘Mathematics Teaching for Mastery’, surgido tras los resultados de evaluaciones de las políticas educativas en matemáticas llevadas a cabo por el Secretariado de Educación. Se concluyó que la eficacia de estas políticas tenía que ir más estrechamente vinculada con acciones orientadas a la mejora de la enseñanza. Así se inició el subprograma ‘Mathematics Specialist Teacher’ (MaST) en 2007 [98], con la idea de formar, a nivel de máster, al profesorado de primaria especializándolo en matemáticas. Se evidenció que la falta de referentes y de apoyo en el centro educativo, coartaba las iniciativas del profesorado que seguía MaST. En paralelo, con el ánimo de mejorar la formación del profesorado, se diseñó una formación especialista para contar con profesorado que liderara en su centro la educación matemática, con el apoyo de recursos del NCETM. El NCETM intenta llegar más allá de los ‘Mastery Specialists’ (un año de formación y tres estancias de dos días, programa de intercambio en Shanghai), creando Math Hubs, que generan redes de colaboración entre centros, forman nuevos especialistas con formación en cascada, a través de ‘Teacher Research Groups’ (TRG). La evaluación ha involucrado a 700 especialistas y 11.000 escuelas. Se ha confirmado un alto número de adhesiones de escuelas al programa (comprensión conceptual, fluidez procedimental, variedad de representaciones), alto impacto de los intercambios e incremento del autoconcepto del profesorado, pero falta más evidencia cuantitativa del impacto en el alumnado.

7.4. Centros internacionales para la enseñanza de las matemáticas

Algunos países han creado centros para gestionar la aplicación del currículo, diseñar, aplicar y evaluar programas de desarrollo profesional del profesorado de matemáticas, o también a modo de consorcio entre institutos de educación y universidades. Ejemplos de ello son, el NCETM en Inglaterra, al DZLM en Alemania, al NCM en Suecia o los IREM en Francia, que se describen a continuación. El gobierno inglés y el sueco financian el NCETM y el NCM, mientras que el gobierno alemán y Telekom Deutschland Stiftung cofinancian el DZLM.

El proyecto ICSE realizó un estudio de tipos de centros de desarrollo profesional para materias específicas, en particular matemáticas, en Europa, que puede ser de utilidad [99].

National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics (NCETM)

A lo largo de este informe, se han ido mencionando referentes cercanos como, por ejemplo, el National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics (NCETM)

[100] en Inglaterra. El NCETM se creó en 2006 bajo la dirección de Celia Hoyles y como encargo del Secretariado de Educación para revertir la situación de bajo rendimiento escolar en matemáticas y de falta de profesorado especialista de matemáticas. La recomendación fue crear una infraestructura que gestionara la aplicación del currículo, además de diseñar, aplicar y evaluar programas de desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. Desde entonces, el NCETM ha tenido una estrategia de colaboración con iniciativas locales y de liderazgo de propuestas basadas en evidencias de investigación. En el momento de finalizar la redacción del presente informe, el NCETM tiene abierta la convocatoria 2024 [101], sufragada por la administración, para participar en la formación especialista como líder de educación matemática en el centro escolar.

Deutsches Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM)

En Alemania, desde 2011 existe el Deutsches Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) [102] a modo de consorcio entre institutos de educación y universidades con departamentos expertos en programas de formación del profesorado de matemáticas y de diseño curricular. El gobierno alemán tomó como modelo el NCETM, y ha vinculado el DZLM con la conferencia de ministros de educación y cultura de los distintos estados federales. Hasta el momento, el centro ha formado a un total de 800 facilitadores de módulos de desarrollo profesional del profesorado de matemáticas y ha realizado módulos en los que han participado un total de 130.000 profesores de matemáticas, mayormente de modo presencial pero también de modo virtual o híbrido. La estimación es de haber alcanzado a un total de 11 millones de alumnos de las etapas educativas obligatorias y postobligatorias en Alemania. Es especialmente interesante la relación que el DZLM fomenta entre la competencia matemática y la competencia lingüística [103], además de la relación con otras materias STEM, a menudo con énfasis en los retos didácticos de la enseñanza de las matemáticas en aulas heterogéneas e inclusivas.

Nationellt Centrum för Matematikutbildning (NCM)

En Suecia, desde 1999 existe el Nationellt Centrum för Matematikutbildning (NCM) [104], con tareas de investigación educativa en matemáticas, de desarrollo profesional del profesorado y de formación de formadores (con cursos híbridos a gran escala) y de diseño y despliegue de materiales curriculares. El NCM tiene como misión acompañar al profesorado de matemáticas durante el desarrollo profesional de toda su carrera, involucrando profesionales desde las etapas de educación infantil hasta la universidad. Desde el NCM se publican textos para la formación inicial y continua del profesorado de matemáticas y se organizan actividades de apoyo a los distritos escolares. El centro se encarga además de realizar estudios para el Ministerio de Educación e Investigación y coopera con otros centros asociados suecos e internacionales, incluyendo estudios para la generación de instrumentos de evaluación. Vemos de gran relevancia social algunas de las iniciativas del NCM como,

por ejemplo, las jornadas anuales sobre la enseñanza de las matemáticas con grupos de alumnos con necesidades educativas especiales [105].

Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM)

En Francia, los Institutos de Investigación sobre la Enseñanza de las Matemáticas (IREM) son centros universitarios de investigación y formación dedicados a la enseñanza de las matemáticas. Los IREM se crearon en 1969 y reúnen docentes de educación primaria, secundaria y bachillerato para realizar conjuntamente investigaciones sobre la enseñanza de las matemáticas y así brindar una formación docente fuertemente basada en la investigación y su transferencia.

REFERENCIAS DE LA SEGUNDA PARTE

- [32] Khisty, L. L. y Willey, C. J. (2013). After-School: An innovative model to better understand the mathematics learning of Latinas/os. En B. Bevan, P. Bell, R. Stevens y A. Razfar (Eds.), *LOST opportunities. Explorations of educational purpose* (pp. 233–249). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4304-5_16
- [33] Brown, E. L. (2017). *The impact of after school tutoring on math achievement: Perceptions of African American males and those who teach them*. University of San Diego.
- [34] Tom, D. M. (2012). *Impact on achievement with ST math after school instruction*. Cal. State Univ.
- [35] Grima, C. y García, R. (2017). *Mati y sus mateaventuras: Hasta el infinito y más allá*. Jot Down Books.
- [36] Lorenzo, U. (2018). Contes per no descomptar-se. Onze relats breus per a lectors matemàticament sensibles. Arola Editors.
- [37] https://genius.diba.cat/detall-de-guia/-/detall/J3Fw/GUIA_LECTURA/10934/68122929/68124675
- [38] <https://sites.google.com/view/materatura/en-catal%C3%A0?authuser=0>
- [39] Carter, T. A. y Dean, E. O. (2006). Mathematics intervention for grades 5–11: Teaching mathematics, reading, or both? *Reading Psychology*, 27(2–3), 127–146.
- [40] <https://cienciaenelbarrio.es/actividades/>
- [41] <https://www.catarata.org/coleccion/miradas-matematicas/>
- [42] <https://www.rsme.es/category/publicaciones/biblioteca-estimulos-matematicos/>
- [43] <https://mmaca.cat>
- [44] <https://emma.smpm.es>
- [45] <https://momath.org>, <https://matematicum.dtu.dk>, <https://mathscity.co.uk>
- [46] <https://matrix2018861590936.wordpress.com/>
- [47] <https://idm314.es/#>
- [48] En orden de aparición: [SEIO] <https://www.seio.es/concurso-incubadora/>; [SCM] <https://scm.iec.cat/concursos-scm/>; [FESPM] <https://fespm.es/>; [RSME] <https://www.rsme.es/olimpiada-matematica-espanola/>
- [49] <https://www.rtve.es/play/videos/una-matematica-viene-a-verte/matematica-viene-verte-clara-grima-clara-prats-matematicas-pandemia/6871702>
- [50] <https://www.ccma.cat/tv3/sx3/numberblocks/videos>
- [51] <https://www.youtube.com/watch?v=zv-R9rtx5zs>
- [52] <https://rac.es/divulgacion/>; <https://fespm.es>
- [53] https://www.youtube.com/results?search_query=fespm;
- [54] <https://videomat.cat>

- [55] <https://www.estalmat.org>, Hernández, E. y Sánchez, M. (2008). ESTALMAT: Un programa para detectar y estimular el talento matemático precoz. *UNIÓN*, 16, 113–122.
- [56] Jaime, A. y Gutiérrez, Á. (2021). La alta capacidad matemática: Caracterización, identificación y desarrollo. *La Gaceta de la RSME*, 24(3), 597–621.
- [57] <https://promys.org/programs/for-teachers>, <https://promys.org/programs/promys/for-students>
- [58] <https://www.igmcg.org/home>
- [59] <https://pubs.nctm.org/display/book/9780873538565/c08.xml>
- [60] <https://cemela.math.arizona.edu>
- [61] Winter, J., Andrews, J., Greenhough, P., Hughes, M., Salway, L. y Yee, W. C. (2009). Improving primary mathematics: Linking home and school. Routledge.
- [62] <https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-021-01250-5>
- [63] Finesilver, C., Healy, L. y Bauer, A. (2022). Supporting diverse approaches to meaningful mathematics: From obstacles to opportunities. En Y. P. Xin, R. Tzur y H. Thouless (Eds.), *Enabling mathematics learning of struggling students* (pp. 157–176). Springer.
- [64] <https://eldiariodelaeducacion.com/2023/03/01/que-hacer-ante-la-falta-de-profesorado-de-matematicas/>
- [65] <https://www.cdmat.es/>
- [66] <https://thales.cica.es/>
- [67] <https://www.crue.org/>
- [68] <https://portal.edu.gva.es/cefireambitctm/va/inici>
- [69] <https://serveiseducatiu.xtec.cat/cesire/category/matematiques>,
- [70] <https://www.fundacionareces.es/recursos/doc/portal/2020/10/14/libro-blanco-de-las-matematicas.pdf>
- [71] <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2021-1-ES01-KA220-SCH-000024455>
- [72] <https://educationendowmentfoundation.org.uk>
- [73] <https://educationendowmentfoundation.org.uk/education-evidence/early-years-toolkit/early-numeracy-approaches>, https://d2tic4wvo1iusb.cloudfront.net/production/eef-guidance-reports/early-maths/EEF_Maths_EY_KS1_Guidance_Report.pdf?v=1708944459
- [74] <https://educationendowmentfoundation.org.uk/education-evidence/guidance-reports/maths-ks-2-3>
<https://d2tic4wvo1iusb.cloudfront.net/production/eef-guidance-reports/maths-ks-2-3/EEF-Improving-Mathematics-in-Key-Stages-2-and-3-2022>
https://d2tic4wvo1iusb.cloudfront.net/production/eef-guidance-reports/maths-ks-2-3/5660_EEF_-_Maths_Guidance_RAG_v5.pdf?v=1708938344
- [75] <https://educationendowmentfoundation.org.uk/education-evidence/teaching-learning-toolkit>
- [76] <https://www.nuffieldfoundation.org>
- [77] <https://www.ideo-education.org/projetssoutenus/bien-jou%C3%A9>
- [78] Pour enseigner les nombres, le calcul et la résolution de problèmes au CP (1^o de primaria) <https://eduscol.education.fr/document/3738/download?attachment>
Résolution de problèmes Cours moyen (2^o/3^o ciclo de primaria)

<https://eduscol.education.fr/document/32206/download?attachment>
 Résolution de problèmes mathématiques au collège (ESO)
<https://eduscol.education.fr/document/13132/download?attachment>

[79] <https://serveiseducatius.xtec.cat/cesire/recurs-eco2/aramat>
<https://serveiseducatius.xtec.cat/cesire/aramat-a-primaria>
<https://serveiseducatius.xtec.cat/cesire/category/matematiques>

[80] <https://bocyl.jcyl.es/boletines/2021/08/03/pdf/BOCYL-D-03082021-1.pdf>
<https://www.educa.jcyl.es/es/temas/calidad-evaluacion/evaluaciones-educativas/evaluaciones-autonomicas/evaluacion-programa-experimental-mejora-razonamiento-ensenanza>

[81] Bunlang, S., Inprasitha, M. y Changsri, N. (2024). Students' mathematization in mathematics classrooms using the Thailand lesson study incorporated open approach model. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 13(1), 14–27. <https://www.emerald.com/insight/publication/issn/2046-8253>,

[82] https://www.gobiernodecanarias.org/cmsweb/export/sites/educacion/web/galerias/descargas/otros/anexo_I_r_769_12052023_matematicas_newton_canrias_23_24.pdf

[83] Rodríguez-Muñiz, L. J., Aguilar-González, A., Alonso-Castaño, M., García-Honrado, I., Lorenzo-Fernández, M. E., & Muñoz-Rodríguez, L. (2023). Explorando nuevas estrategias de formación del profesorado de matemáticas: un enfoque ampliado del Lesson Study para el desarrollo profesional en la Escuela Andorrana. *RIFOP: Revista interuniversitaria de formación del profesorado: continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales*, 37(98), 35-54.

[84] <http://www.meyeproject.com>

[85] http://www.meyeproject.com/wp-content/uploads/2022/08/Spanish_MEYE-CURRICULAR-DESIGN.pdf

[86] <https://aules.edu.gva.es/autoformacio/course/view.php?id=90>

[87] <https://excellenceinmath.eu/es/inicio>

[88] <https://www.mathforamerica.org>

[89] <https://ezw.uni-freiburg.de/en/research/teaching-learning-and-motivation/coactiv-research-programme>

[90] <https://www.resolve.edu.au/champions>

[91] Shimizu, Y. y Vithal, R. (Eds.) (2023). *Mathematics curriculum reforms around the world. The 24th ICMI Study*. Springer.

[92] https://www.tei.or.th/en/ourwork_project_detail.php?pid=171&aid=19

[93] <https://assets.gov.ie/24637/ec517c86c4cd4792b29adda2d6326d17.pdf>

<https://www.projectmaths.ie/for-teachers>

[94] Niss, M. A., Bruder, R., Planas, N., Turner, R. y Villa-Ochoa, J. A. (2016). Survey team on: Conceptualisations of the role of competencies, knowing and knowledge in mathematics education research. *ZDM-Mathematics Education*, 48(5), 611–632.

[95] https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/recomendacoes_para_a_melhoria_das_aprendizagens_dos_alunos_em_matematica.pdf

[96] <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Position-Statements/The-Effective-and-Appropriate-Use-of-Large-Scale-Assessments-in-Mathematics-Education-to-Guide-Systemic-Improvement-and-Equitable-Student-Learning>

[97] Boylan, M., Wolstenholme, C., Bronwen, M., Jay, T., Stevens, A. y Demack, S. (2017). Longitudinal evaluation of the Maths. Teacher Exchange. China, England. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/666450/MTE_third_interim_report_121217.pdf

[98] <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/37360/978-981-15-2137-9.pdf?sequence=1#page=37>

[99] https://intef.es/wp-content/uploads/2020/04/STEM_PD_Net_Gu%C3%ADa-4.pdf

[100] <https://www.ncetm.org.uk>

[101] https://www.ncetm.org.uk/news/maths-cpd-leadership-programmes-now-recruiting/?fbclid=IwAR3t0GZ_HKeQ9e8GFXyChPsrD5BZeeTavMTsE3SbNQ7h33IV3CYmh8-5umU

[102] <https://www.dzlm.de>

[103] <https://www.dzlm.de/en/what-we-do>

[104] <https://ncm.gu.se/om-ncm>

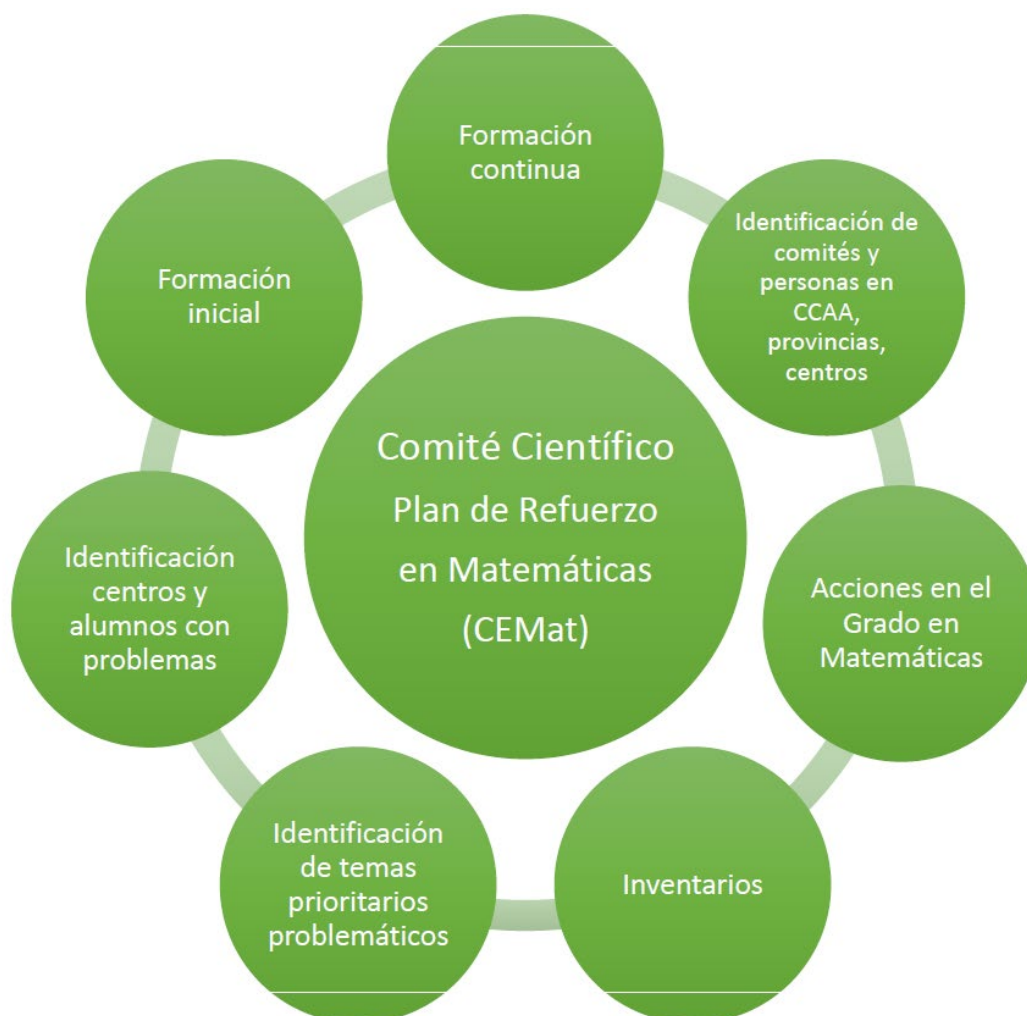
[105] <https://ncm.gu.se/2024/03/nationell-konferens-om-sarskilda-utbildningsbehov-i-matematik-2024>

ANEXO I: TABLA DE CORRESPONDENCIA ENTRE LA PARTE I Y LA PARTE II

PARTE I. Signos y Síntomas de las dificultades del sistema educativo actual para el desarrollo de la competencia matemática.	PARTE II. PROPUESTAS ORIENTADAS A MEJORAR EL RENDIMIENTO MATEMÁTICO ESCOLAR
1. El desarrollo de la competencia matemática del alumnado	Se corresponde a las secciones 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 de la Parte II: “Acciones de mejora de la competencia matemática del alumnado y de apoyo a colectivos específicos”
1.1. Descenso de los resultados en competencia matemática del alumnado según PISA - Información publicada sobre los datos de PISA - Explotación de los datos de PISA: más allá de lo publicado - Desajuste entre la actividad matemática solicitada en PISA y las matemáticas escolares	Se corresponde con las acciones en la sección 7 de la Parte II: “Programas de evaluación de políticas y actuaciones educativas y curriculares en matemáticas.” Las sugerencias de acciones y medidas que se pueden proponer en la recolección y análisis de datos acompañan al propio análisis de esta sección de la Parte I. Poner en valor como primera medida tras las pruebas PISA 2022, la puesta en marcha de un nuevo currículo en la línea de lo propuesto por el Comité Español de Matemáticas (en principio, más ajustado). Correspondencia con las secciones 5.1 y 5.2 de la Parte II.
1.2. Descenso de los resultados en competencia matemática del alumnado según otros indicadores	Las sugerencias de acciones y medidas que se pueden proponer en la recolección y análisis de datos acompañan al propio análisis de esta sección de la Parte I.
1.3. Brecha social y de género	Para la brecha de género, la 4.7 Programas para combatir los sesgos de género . No se determinan medidas concretas en cuanto a la brecha social porque no implican sólo el ámbito de la educación matemática.
1.4. Falta de recursos contrastados de apoyo al estudiantado	Se corresponde a las secciones 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6 de la Parte II: “Acciones de mejora de la competencia matemática del alumnado y de apoyo a colectivos específicos”

2. Formación y recursos del profesorado para el desarrollo de la competencia matemática	En la segunda parte, la Sección 5 trata sobre la formación inicial y la Sección 6 sobre la continua.
2.1 Limitaciones de la formación inicial del profesorado y retos para su reforma	Se sugieren acciones en las secciones 5.1, para Educación Primaria y 5.2, para Educación Secundaria, de la Parte II
2.2 Debilidades del sistema en el acceso a la función docente	Se sugieren acciones en las secciones 5.1, para Educación Primaria y 5.2, para Educación Secundaria, de la Parte II
2.3 Síntomas relativos a la formación continua del profesorado	6.1. Crear centros de formación del profesorado del ámbito matemático y STEM 6.2. Elaborar y distribuir informes y guías para el profesorado de matemáticas 6.3. Diseñar e implementar programas de investigación aplicada sobre intervenciones de enseñanza de las matemáticas 6.4. Diseñar e implementar programas híbridos (presencial, virtual) de desarrollo profesional del profesorado con componentes de autoestudio 6.5. Diseñar e implementar programas de desarrollo profesional del profesorado con enfoques cíclicos de 'Lesson Study' 6.6. Programas experimentales de desarrollo profesional en consorcios europeos con participación española.
3. Apoyo de las administraciones en el desarrollo de la competencia matemática.	7. Programas de evaluación de políticas y actuaciones educativas y curriculares en matemáticas 7.1 Impulsar programas de análisis y evaluación de actuaciones educativas y de competencia profesional del profesorado 7.2 Impulsar programas de análisis y evaluación de políticas educativas en contextos de reforma curricular en matemáticas 7.3 Impulsar programas de análisis y evaluación de políticas educativas en matemáticas sostenibles en períodos entre reformas

ANEXO II: GRUPOS DE TRABAJO A DESPLEGAR



MIEMBROS DEL GRUPO DE TRABAJO

Berta Barquero Farràs
Alfonso Carriazo Rubio
Manuel de León Rodríguez
Antonio Javier Moreno Verdejo
Juan José Muñoz Muñoz
Nuria Planas Raig
Luis José Rodríguez Muñiz