

ARAMAT: descripción y análisis del impacto de un programa de formación continua del profesorado de matemáticas

Enric CASTELLÀ CARLOS
Sílvia MARGELÍ VÖLP
Montserrat TORRA BITLLOCH

Datos de contacto:

Enric Castellà Carlos
CREAMAT. Dept. d'Educació.
Generalitat de Catalunya
ecaste56@xtec.cat

Sílvia Margelí Völp
CREAMAT. Dept. d'Educació.
Generalitat de Catalunya
smargeli@xtec.cat

Montserrat Torra Bitlloch
CREAMAT. Dept. d'Educació.
Generalitat de Catalunya
mtorra12@xtec.cat

Recibido: 07/04/2023
Aceptado: 23/06/2023

RESUMEN

En el entorno público, las Administraciones educativas son responsables de facilitar programas de formación continua del profesorado. Desde este punto de vista, el objetivo de este artículo es describir y evaluar el impacto del programa de formación ARAMAT, que el *Departament d'Educació* de la *Generalitat de Catalunya* encargó al Centro de Recursos Específico para la Enseñanza y Aprendizaje de las MATemáticas, CREAMAT, para mejorar la enseñanza de las matemáticas de los docentes de primaria. Para el diseño del programa, se tuvieron en cuenta los criterios siguientes: 1) ofrecer conocimientos matemáticos sobre contenidos y procesos; 2) promover la participación activa de los docentes en la práctica y la gestión del aula a través de actividades diseñadas específicamente; 3) reflexionar sobre la propia práctica y métodos de enseñanza. ARAMAT se ha implementado en Catalunya a 3828 docentes desde 2015 a 2020. Para el análisis del impacto, se han administrado cuestionarios después de cada curso de formación y en 2022, para obtener datos adicionales sobre la formación recibida y las necesidades de formación futura. Los resultados muestran una alta satisfacción general de los docentes con el programa ARAMAT, con una puntuación promedio de 4.68 sobre 5. Los participantes reconocen la importancia de abordar aspectos prácticos y de gestión del aula para promover su desarrollo profesional. Se concluye que es necesario formar a todo el profesorado ofreciendo una enseñanza basada en competencias a nivel de centro, para lograr un impacto más eficaz en la enseñanza de las matemáticas.

PALABRAS CLAVE: desarrollo profesional del profesorado de matemáticas; formación continua; programa de formación; enseñanza basada en competencias; procesos matemáticos.

ARAMAT: description and analysis of the impact of an in-service training program for mathematics teachers

ABSTRACT

In the public sector, education administrations are responsible for providing continuous teacher training programs. From this point of view, the aim of this article is to describe and evaluate the impact of the ARAMAT training program, which the *Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya* commissioned the *CREMAT* to improve the mathematics teaching of primary school teachers. In designing the program, the following criteria were considered: 1) to provide mathematical knowledge about content and processes; 2) to promote teachers' active participation in classroom practice and management through specifically designed activities; 3) to reflect on one's own teaching practice and methods. ARAMAT has been implemented in Catalonia to 3828 teachers from 2015 to 2020. For impact analysis, questionnaires have been administered after each training course and in 2022, to obtain additional data on the training received and future training needs. The results show a high overall satisfaction of teachers with the ARAMAT program, with an average score of 4.68 out of 5. Participants recognize the importance of addressing practical and classroom management issues to promote their professional development. It is concluded that there is a need to train all teachers by offering competency-based teaching at school level in order to achieve a more effective impact on mathematics teaching.

KEYWORDS: professional development of mathematics teachers; in-service training; training program; competence-based teaching; mathematical processes.

Introducción

Diversos estudios sobre la formación inicial en matemáticas y su didáctica que se imparte en los grados de maestro en España como, por ejemplo, el informe TEDS-M (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012), han puesto de manifiesto que dicha formación es claramente insuficiente para ejercer la profesión de manera eficaz. La situación de la formación continua tampoco deja entrever una situación optimista, pues son muy pocas las comunidades autónomas que tienen un plan de formación específico de matemáticas (López Beltrán et al., 2020), dejando en manos de iniciativas privadas y a menudo con ánimo de lucro la formación continua del profesorado de matemáticas.

Este panorama ha ido dejando un vacío que en unos años ha derivado en carencias a nivel de formación especializada en la escuela (Blanco, 2001). Consecuentemente, el cambio de modelo hacia una matemática más competencial, basada en el desarrollo de procesos matemáticos como la resolución de problemas, razonamiento y prueba, conexiones, comunicación y representación (NCTM, 2000), ha evidenciado la inseguridad de los docentes para planificar y gestionar las prácticas de enseñanza de

las matemáticas cuando ya no es suficiente reproducir el esquema ejercicio-respuesta en el que, si era conveniente, se podía contar con la ayuda de un solucionario. Alsina, et al. (2021), por ejemplo, han aportado datos que confirman las dificultades del profesorado de primaria para enseñar matemáticas a través de los procesos matemáticos indicados.

Este enfoque competencial, en la que se requiere que el profesorado guíe las aportaciones del alumnado para ayudarle a construir conocimiento matemático, ha sido asumido por la LOMLOE (MEFP, 2022). En este nuevo marco curricular, el desarrollo de las competencias específicas está claramente influido por los procesos del NCTM (Santaengracia et al., 2023). De acuerdo con Santaengracia et al. (2023) existe una correspondencia clara, con la única excepción de aquellas relacionadas con el sentido socioafectivo (competencias específicas 7 y 8) y el pensamiento computacional (competencia específica 4).

En este artículo se asume que es necesario dar un impulso a la formación continua de los docentes en matemáticas, tanto para subsanar las lagunas de conocimiento como para promover esta nueva manera de plantear la educación matemática (López Beltrán et al., 2020). Para atender esta demanda, el curso escolar 2014/15 el *Departament d'Educació* de la *Generalitat de Catalunya* planteó la necesidad de ofrecer más formación en matemáticas a los docentes de primaria, y encargó el proyecto a CREAMAT, Centro de Recursos específicos para la Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas del CESIRE. Aunque la demanda inicial insistía en la formación en contenidos matemáticos de los docentes de primaria, desde el CREAMAT se consideró que no debía limitarse a un curso centrado en los saberes, sino que era muy importante la forma en que se presentaban, modelizando dinámicas de gestión de aula para ayudar a desarrollar la competencia matemática. Desde este punto de vista, se consideró que la principal finalidad del programa debía ser profundizar tanto en la formación matemática como didáctica de los docentes, la necesaria para promover una mejor enseñanza-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 a los docentes la elección de actividades a proponer a los alumnos. Partiendo de esta base, se diseñó la formación ARAMAT contando con la colaboración de toda la estructura y experiencia de los formadores y formadoras en educación matemática de la *Federació d'Entitats per a l'Ensenyament de les Matemàtiques a Catalunya*, FEEMCAT, y de personas vinculadas a la formación inicial de algunas universidades públicas catalanas.

Con base en estos antecedentes, el objetivo de este artículo es describir los principales elementos que definen este programa de formación continua y evaluar su impacto a través de la valoración global de los participantes, la percepción de la transferencia al aula y el papel de las personas formadoras (Tejada & Ferrández, 2012).

Marco teórico

Se En España, tal como se señala en el Libro Blanco de las Matemáticas (López Beltrán et al., 2020), existe la amenaza que en la formación continua del profesorado

de matemáticas se priorice “la formación en metodologías generales y la inclusión de las TIC, en detrimento de la formación en cuestiones pedagógicas relacionadas con el contenido o con el currículo” (p. 63).

En este sentido, y aun siendo conscientes de la gran diversidad de formas de interpretar y llevar a cabo la formación continua de los docentes, podríamos decir que el momento actual se caracteriza por cuestionar el planteamiento deductivo tan extendido (Esteve & Alsina, 2020). Esta afirmación, lejos de ser gratuita, es el resultado de múltiples evidencias obtenidas, en las que se ha podido comprobar de primera mano que son muchos los formadores que, tanto a nivel individual como en el seno de distintas instituciones (departamentos o incluso facultades, asesores de centros de profesorado, etc.), buscan maneras más eficaces de abordar el desarrollo profesional de los docentes de matemáticas. Y así han surgido (y resurgido) propuestas de formación de docentes más constructivas y que se engloban dentro de la denominada *Inquiry-Based Education*, un tipo de educación que se basa en el aprendizaje por indagación, con un apoyo del formador (Artigue & Blomhøj, 2013), dejando atrás modelos de formación del profesorado centrados en la instrucción directa y la transmisión (Boghossian, 2006; Mayer, 2004). De forma sintética,

la indagación matemática parte de una pregunta o un problema, y las respuestas se buscan a través de la observación y la exploración; se realizan experimentos mentales, materiales o virtuales; se buscan conexiones con preguntas ya respondidas y que tienen analogías relevantes para la pregunta que se está investigando; se ponen en juego técnicas matemáticas conocidas y se adaptan cuando es necesario. Este proceso de indagación está dirigido por, o conduce a, respuestas hipotéticas, a conjeturas que requieren una validación. Éste no suele ser un proceso lineal (Artigue, 2017, p. 594).

Adicionalmente, se asume también que el desarrollo profesional docente debe ser concebido como una actividad transformadora (Stetsenko, 2017). Pero, ¿qué se entiende por actividad transformadora? Teniendo en cuenta que el desarrollo profesional docente es un proceso integral de la misma persona, en el que entran en interacción los propios esquemas mentales y las propias representaciones con perspectivas que ‘vienen de fuera’, toda intervención formativa debería propiciar una reestructuración o un reajuste de las representaciones iniciales de los docentes en formación (Esteve, 2018; Pozo et al., 2006). Esta reestructuración, que es a la vez cognitiva y socioafectiva, no es posible si los docentes en formación no dotan de un significado propio a los conceptos subyacentes a las prácticas educativas de calidad, siempre en concordancia con su persona y con el contexto en el que desarrollen su actividad docente. Aquí se esconde la esencia del concepto de transformación: la transformación implica que los docentes en formación no solo se den cuenta de las nuevas prácticas que amplían su horizonte de conocimiento, sino que también deben ver desafiados sus pre-conocimientos y sus prácticas iniciales y, por lo tanto, reconceptualizarlas (Alsina, 2019).

Materializar estos principios en la formación continua del profesorado de matemáticas implica concebir y diseñar las prácticas formativas desde una perspectiva distinta a la convencional. En términos generales, estas prácticas reúnen las siguientes características (Esteve & Alsina, en prensa):

- Sitúan al docente en formación en el centro del proceso de aprendizaje y lo

consideran como agente de cambio por excelencia. En esta concepción, la agencia del docente emerge como el elemento clave para su desarrollo.

- La reflexión crítica en torno a la práctica conforma la piedra angular para promover el desarrollo profesional docente. Al respecto, adoptar una mirada investigadora como docente implica convertir elementos de la actuación docente, propia o ajena, en objeto de estudio.
- La introducción de conceptos teóricos se resitúa porque parte de las necesidades que se derivan del proceso reflexivo y no a la inversa. Así, el aprendizaje se basa primordialmente en la conexión entre las experiencias de los docentes en formación en la práctica, el análisis de las necesidades de formación y el conocimiento teórico.
- Finalmente, se enfatiza la interacción entre iguales, así como con personas más expertas como herramienta para promover la reflexión y el aprendizaje.

Con base en estos fundamentos teórico-metodológicos, a continuación, se describen las principales características del programa ARAMAT.

Descripción del Programa ARAMAT: estructura y diseño de la formación

Estructura y desarrollo cronológico del programa ARAMAT

La propuesta parte de un diseño inicial que se hizo desde el CREAMAT con la colaboración de diversos expertos en educación matemática, tal como se describe en CREAMAT (2016). El primer año (2015-2016) se ofreció el primer módulo del programa, denominado ARAMAT1, en el que se trataron los bloques de:

- Operaciones. Multiplicación y división.
- Geometría del espacio.
- Geometría plana.
- Patrones y relaciones.
- Sentido numérico.

Con la intención de ofrecer una formación que llegase a todo el territorio catalán, se contactó con dos personas de cada uno de los diez Servicios Territoriales en que se organiza el *Departament d'Educació*, que tuvieran experiencia en formación del profesorado en matemáticas. Trabajando en equipos de cuatro (dos parejas), se elaboraron los materiales para realizar el pilotaje del primer módulo. El procedimiento que se siguió fue el siguiente: a cada uno de los grupos se les adjudicó la redacción del material de uno de los bloques y, una vez puestos en común y revisados, todos usaron y compartieron los materiales para valorarlos y mejorarlos.

El primer año ya se ofreció la formación en los diez Servicios Territoriales, y debido a la buena acogida de la formación, el segundo año (2016-2017) se amplió el programa con el módulo 2, denominado ARAMAT2, que abordaba temas distintos:

- Probabilidad.
- Fracciones y decimales.

- Medida y transformaciones.
- Estadística.
- Suma y resta.

Junto con los dos primeros módulos centrados en bloques de contenidos (ARAMAT 1 y ARAMAT 2), el curso 2017-2018 se diseñó e implementó un tercer módulo denominado ARAMAT 3, centrado en los procesos matemáticos (resolución de problemas, conexiones, razonamiento y argumentación, representación y comunicación). Adicionalmente, en el curso 2019-2020 se diseñaron también dos extensiones:

- **ARAMAT 0-8**, dirigido a docentes de educación infantil (0-6 años) y ciclo inicial de primaria (6-8 años), que da respuesta a la demanda de una formación específica para estos niveles. Este curso se pilotó en 2018 y se inició con diez cursos en 2019, contando con la participación de asistentes y personas formadoras del primer ciclo (0-3 años) y segundo ciclo de infantil (3-6 años), y el primer ciclo de primaria (6-8 años).
- **ARAMAT Referentes de Centro**, para complementar la formación a docentes que buscan cómo incidir más en su centro, y que aporta ideas para ayudar a los participantes a transferir el aprendizaje a sus escuelas y acompañar a los equipos docentes.

En la Tabla 1 se muestra una síntesis de la estructura del programa ARAMAT tal como se describe en CREAMAT (2022):

Tabla 1

Estructura del programa ARAMAT

Módulo	Año de inicio	Horas de formación	Contenidos
ARAMAT1	2015-2016	30h	Operaciones. Multiplicación y división Geometría del espacio Geometría plana Patrones y relaciones Sentido numérico
ARAMAT2	2016-2017	30h	Probabilidad Fracciones y decimales Medida y transformaciones Estadística Suma y resta
ARAMAT3	2017-2018	30h	Resolución de problemas Razonamiento y prueba Comunicación y representación Conexiones
ARAMAT 0-8	2018-2019	20h	Visión longitudinal del aprendizaje de las matemáticas de 0 a 8 años
ARAMAT Referentes de centro	2018-2019	20h	Transferencia del aprendizaje a centros Acompañamiento a los equipos docentes

Cabe señalar que el material de apoyo para las formaciones ha quedado publicado en la plataforma ATENEU del *Departament d'Educació* y, a menudo, se incluyen en las “campañas del CREAMAT”, un repositorio de actividades, ideas y páginas web que proporcionan ejemplos en la línea de trabajo que se promueve en el programa.

Diseño de los cursos

El enfoque de los cursos se concretó a partir de los siguientes criterios:

1. Durante el curso, el profesorado participante se situaba en el papel del alumnado que aprende matemáticas y las personas formadoras en el del docente que conduce la clase.
2. Los conocimientos a trabajar debían tener cierta dificultad para las personas asistentes y ser conocimientos clave, es decir, importantes en el currículo de primaria.

Considerando estos criterios, la metodología propuesta en los cursos ARAMAT se ha caracterizado, básicamente, por promover el desarrollo profesional a partir del aprendizaje por indagación (Artigue & Blomhøj, 2013) y, a la vez, se pretende que sea una formación transformadora, en el sentido planteado por Esteve y Alsina, (en prensa). Considerando estos fundamentos, descritos en el marco teórico, se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

a) Procurar experiencias matemáticas que convenzan a los docentes que son capaces de pensar matemáticamente. Por ejemplo, proponer una situación a su nivel (no de primaria), dar herramientas como materiales, representaciones, preguntas, herramientas tecnológicas... y ofrecer apoyo y andamios sin dar información de antemano; promover el intercambio de cómo abordar un reto y sin prisas; hacer ver cómo la experimentación y la investigación juegan un papel en hacer conjeturas y el descubrimiento de patrones, además de aportar elementos para utilizar en la argumentación, en particular el descubrimiento de contra-ejemplos. En este sentido, se asume que la primera persona que debe creer que puede aprender matemáticas debe ser el docente, ya que es una forma de convencerlo de que todos los alumnos también pueden.

b) Ante una actividad pensada para el alumnado, primero deben resolverla los docentes de todas las formas posibles y poniéndolas en común, discutiendo los contenidos y los procesos implicados. De acuerdo con Esteve y Alsina (en prensa), experimentar que la interacción entre iguales promueve el aprendizaje se convertirá en motor para el trabajo matemático en grupo de los niños. Después, se les invita invitarles a pensar cómo creen que la resolverían sus alumnos y mostrarles resoluciones de alumnos que analizaremos detalladamente.

c) En las discusiones sobre enfoques y soluciones, aprovechar para hacer explícitas las conexiones intramatemáticas y la gestión del error, que son dos aspectos muy importantes en la educación matemática y que difícilmente se pueden analizar si no es a partir de la práctica y la observación directa.

d) No separando a los maestros por cursos o ciclos escolares. Se ejemplifican

actividades de los diferentes ciclos, haciendo evidentes los niveles de madurez de las respuestas. A menudo se analiza la misma actividad propuesta a alumnos de dos o tres ciclos diferentes.

e) Si la sesión está dedicada a un grupo de conceptos, se trabajan los más relevantes y se evidencian los procesos implicados. Especialmente, las conexiones entre conceptos, entre representaciones diversas de un concepto o situación (viendo formas de provocar la aparición de tablas, de representaciones sobre la recta), usando los patrones para resolver problemas.

f) El ambiente general, que es el que se quiere promover en sus aulas, es el de resolución de problemas. Si la comprensión del problema tiene un sentido amplio, afrontar la búsqueda de respuestas de algo para lo que no se dispone de una receta. Tomándose el tiempo necesario, recogiendo las cuestiones que planteen ellos y ellas e incorporándolas a la discusión general.

g) La resolución de los retos incorpora siempre la comunicación y la representación del proceso seguido para su respuesta. La representación en primaria es primordial, porque es en esta etapa que los niños empiezan a utilizar el lenguaje matemático, y debemos garantizar que lo hagan siempre con sentido y sin prisas. En este sentido, el uso de materiales, dibujos, conversaciones, diagramas se convierten en un camino de aproximación al lenguaje simbólico.

Análisis del Programa ARAMAT: valoración global e impacto

Para indagar en torno a la valoración del programa y su impacto, los participantes han respondido tres cuestionarios online:

- Cuestionario 1: se trata de un formulario online base de todos los cursos de formación que se proponen desde el *Departament d'Educació*, que incluye 25 ítems sobre datos descriptivos de los participantes y valoración de la actividad formativa. Este formulario es anónimo y se administra de manera automática inmediatamente después de haber participado en el curso.
- Cuestionarios 2 y 3 diseñados por el CREAMAT con motivo de este estudio y enviados a los participantes online. Las respuestas se enviaron de forma anónima. Incluyen preguntas para indagar en torno al impacto del programa y las necesidades de formación matemática y didáctica, y se administraron durante el año 2022.

El análisis de datos fue a cargo del CREAMAT. En base en los datos obtenidos en estos cuestionarios, en los subapartados que siguen se analiza la valoración global y el impacto del programa ARAMAT.

Valoración global del programa

En la tabla 2 se detalla el número de participantes por años.

Tabla 2

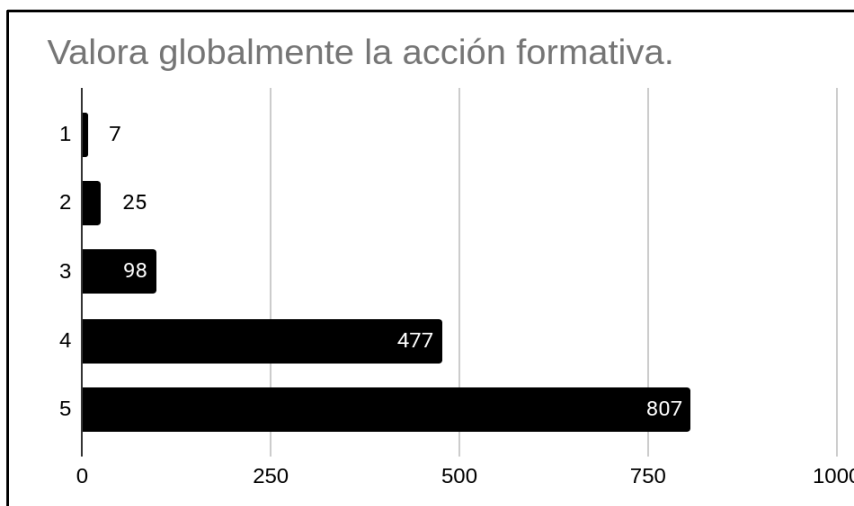
Cursos y participantes en la formación AraMat (2015-2020)

Año	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	TOTAL
Cursos	13	22	35	30	48	148
Inscritos	454	620	799	725	1230	3828
Certificados	356	491	639	606	1020	3112
Porcentaje certificados	78,41%	79,19%	79,97%	83,59%	82,93%	80,82%
Tipo de curso	AMP1	AMP1 AMP2 AMF	AMP1 AMP2 AMP3	AMP1 AMP2 AMP3 AMP4 AMP5	AMP1 AMP2 AMP3 AMP4 AMP5	

Todos ellos recibieron el cuestionario 1 al finalizar el curso, y en total se obtuvieron respuestas de 1455 participantes (CREAMAT, 2023). En la Figura 2 se muestran los datos correspondientes al ítem “Valora globalmente la acción formativa” del cuestionario 1, en el que se obtiene un alto grado de satisfacción, con un valor medio de 4.45.

Figura 2

Valoración de la acción formativa



Para obtener datos complementarios sobre la valoración del programa, se han analizado también otros ítems del cuestionario 1 (Tabla 3).

Tabla 3

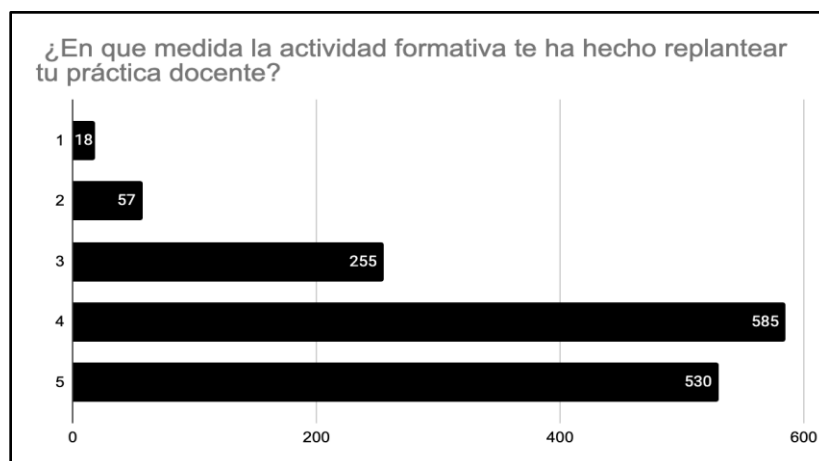
Valoraciones generales de los cursos ARAMAT

	Promedio
Grado de consecución de los objetivos del curso	4.26
Adecuación de las estrategias metodológicas	4.42
Adecuación del material de apoyo	4.51
Valoración de la persona formadora	4.57
Satisfacción respecto al ambiente de trabajo	4.58

Adicionalmente, se analiza el ítem del cuestionario 1 referente a la transferencia en el aula: ¿en qué medida la actividad formativa hará replantear tu práctica docente? (Figura 3)

Figura 3

Transferencia en el aula



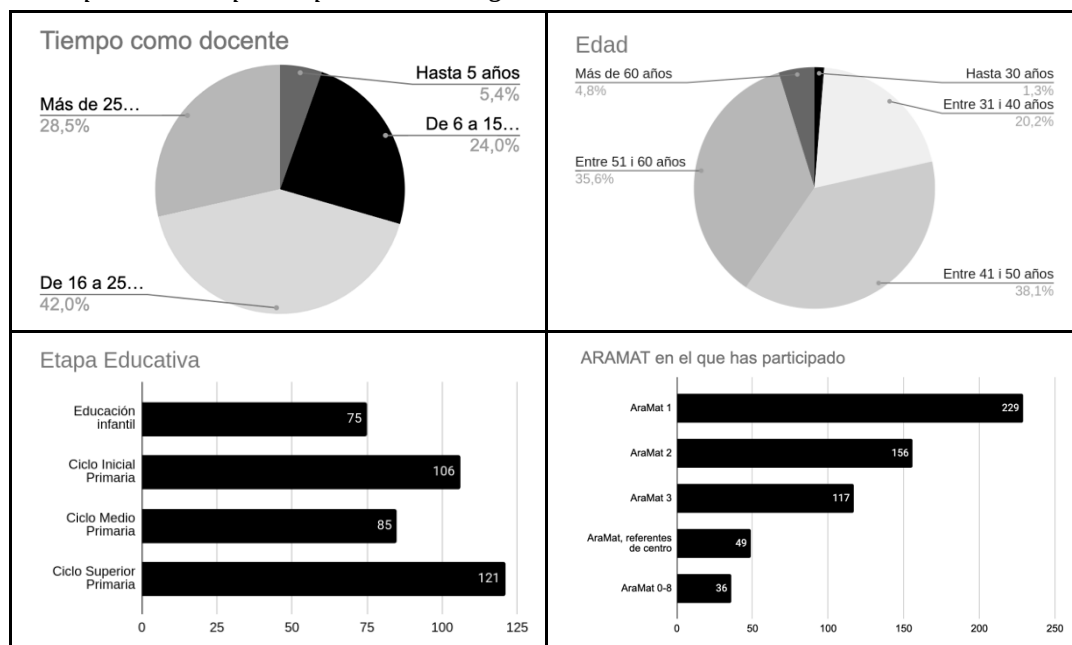
A pesar del alto grado de satisfacción de los participantes, los docentes puntúan este ítem con 4.07 sobre 5, mientras que el resto de ítems se valoran con 4.47 de media. Es pues, con bastante diferencia, el aspecto menos valorado.

Impacto del programa

Para analizar el impacto del programa a medio plazo, en marzo de 2022 se envió un segundo cuestionario online a todos los participantes de las diferentes ediciones de ARAMAT, obteniendo 312 respuestas en total. En la Figura 4 se detallan las características de los participantes en este segundo cuestionario.

Figura 4

Descripción de los participantes en el segundo cuestionario



En el segundo cuestionario, se pide a los participantes si la formación ARAMAT les ha aportado conocimiento matemático y didáctico, junto con otros datos de satisfacción e impacto en el aula y en el centro (Tabla 4).

Tabla 4

Valoraciones sobre el conocimiento matemático y didáctico

	Promedio
Satisfacción global	4.58
Aportación de conocimiento matemático	4.40
Aportación de herramientas metodológicas	4.45
Impacto en el aula	4.16
Modificación del enfoque en educación matemática del centro	3.12

En la Tabla 4 se observa que los participantes tienen una valoración alta del conocimiento tanto matemático como didáctico que les ha proporcionado el programa, quedando por debajo la valoración del impacto en el lugar de trabajo y la posibilidad de repercutir en el centro.

En este segundo cuestionario se pregunta qué tipo de formación interesaría en matemáticas. De los 312 participantes, se obtienen 222 respuestas que se categorizan con base en las necesidades expresadas (Tabla 5).

Tabla 5

Necesidades de formación

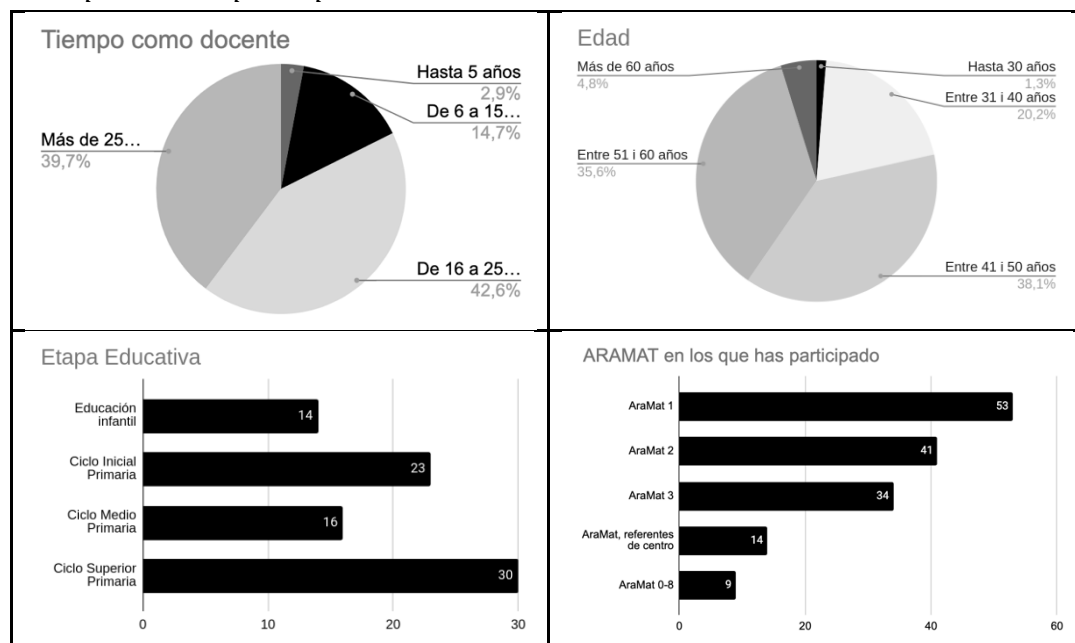
Más formación como la que ofrece ARAMAT	64
Formación en currículum y competencias	36
En uso de materiales	30
Formación en centro y para todo el claustro	29
Aprendizaje globalizado y uso de contextos	13
Formación en evaluación	10
Formación específica para educación infantil	8
Atención a la diversidad	8
Recursos, talleres	8
Observación en el aula	8
Problemas y retos	6

En la Tabla 5 se observa que, mientras una tercera parte de los participantes optan por continuar con más formación tal y como se está haciendo, otros añaden la necesidad de profundizar en aspectos competenciales y de currículum, el uso de materiales, llegar a todos los docentes o todo el centro, y aspectos que aparecen en menor medida, como el trabajo específico en infantil, recopilaciones de recursos, problemas, retos, trabajo globalizado y por proyectos.

Finalmente, se administra el tercer cuestionario para profundizar en la importancia que los docentes dan a la formación en matemáticas y cómo mejorarla. Este tercer cuestionario lo responden 68 docentes (Figura 5).

Figura 5

Descripción de los participantes en el tercer cuestionario



Sobre la formación en matemáticas (Tabla 6), no se muestran diferencias destacables entre las necesidades de los participantes. A la pregunta de “¿Qué bloque de contenido necesita más formación?” evaluada con una escala Likert 1-5, se obtienen resultados similares en promedio, y solo se destaca una pequeña diferencia en el sentido numérico, bloque en el que los docentes consideran que necesitan menos formación.

Tabla 6

Necesidades de formación sobre contenidos

	Promedio
Sentido Numérico	3.12
Sentido de la Medida	3.43
Sentido Estocástico	3.63
Sentido Espacial	3.65
Sentido Algebraico	3.72

En relación a la forma de mejorar la formación sobre matemáticas y su didáctica, queda claro que los docentes dan más importancia a la formación en centro y a la voluntad de los equipos directivos que a la formación individual o a otros recursos (Tabla 7).

Tabla 7

Necesidades para mejorar la formación sobre matemáticas y su didáctica

	Promedio
Para mejorar la enseñanza-aprendizaje de matemáticas es necesario que todos los maestros se formen de manera individual	3.52
Para mejorar.... es necesario ofrecer formación matemática al centro (formación en centro)	4.42
Para mejorar.... es necesario que una o más docentes del centro puedan ser referentes en matemáticas	4.21
Para mejorar... se necesita de la figura de asesores externos al centro (como los hay en TIC o lenguas)	3.94
Para mejorar... se necesita la voluntad y la implicación de los equipos directivos de los centros	4.63

Intentando buscar más concreción en esta cuestión, se pidió a los participantes que indicaran qué tipo de formación sería más necesaria, proponiendo que escogieran entre temas como las matemáticas en proyectos, atención a la diversidad, uso de material manipulativo, etc. En la Tabla 8 se ve que la diferencia en promedio de las demandas es mínima, pero se observa cómo la mayor necesidad es la atención a la

diversidad, seguida de la evaluación y, por último, se muestra menos interés en la formación TIC.

Tabla 8

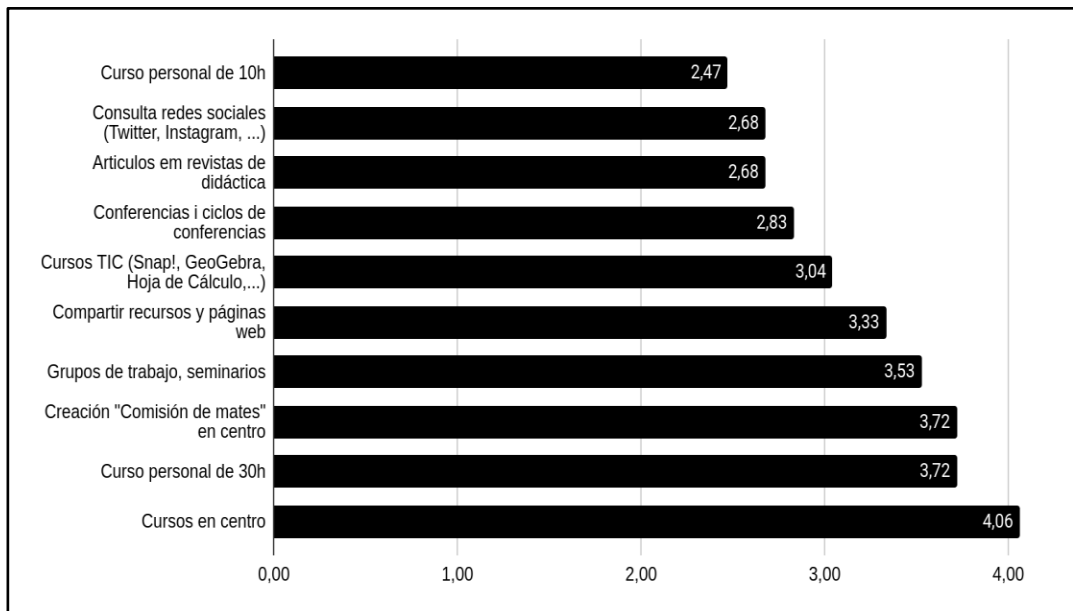
Tipo de formación

	Promedio
Cursos TIC (Snap!, GeoGebra, Hoja de cálculo, ...)	3.64
Las matemáticas en los proyectos	3.86
Uso de materiales en el aula	3.95
Evaluación	4.01
Inclusión/Atención a la diversidad	4.06

En relación al tipo de formación que se considera más efectiva (Figura 6), las respuestas de los participantes evidencian que las formaciones en centro y la creación de una “Comisión de Matemáticas”, o algún tipo de organización en centro, como personas referentes de matemáticas, grupos de trabajo o seminarios se valora más que otras opciones. También se observa que hace falta formación personal e intensa, ya que se priorizan más cursos de 30h en vez de acciones formativas más cortas, de 10h.

Figura 6

Tipo de formación que se considera más efectiva



Discusión y conclusiones

En este artículo se ha descrito y analizado el impacto del programa de formación ARAMAT, un programa de formación continua del *Departament d'Educació* de la *Generalitat de Catalunya*.

A grandes rasgos, como se ha indicado, el programa ha sido diseñado a partir de los planteamientos del aprendizaje por indagación (Artigue & Blomhøj, 2013) y, adicionalmente, se ha tenido en cuenta también que sea una formación transformadora, en el sentido planteado por Alsina (2019) y Esteve y Alsina (en prensa), entre otros. Desde este marco teórico-metodológico, se pretendía que los docentes que han participado en el programa mejoraran tanto su conocimiento matemático (contenidos y procesos) como didáctico, considerando también la reflexión sistemática sobre la práctica. Para lograr este propósito, el modelo de formación del programa ARAMAT se ha ido revisando y afinando y, progresivamente, se ha ido integrando en la forma de ofrecer formaciones del CREAMAT. A grandes rasgos, las principales características son las siguientes: equilibrio entre formación matemática y didáctica; foco en los procesos; cursos conducidos por parejas de formadores, decidiendo y creando los contenidos conjuntamente; o bien, como señalan Esteve y Alsina, Á. (en prensa), partir de la práctica, reflexionar sistemáticamente sobre ella y reaprender poniendo al docente en el lugar del que aprende y experimenta.

De forma más concreta, cabe señalar que a partir de los datos que se han obtenido en los distintos cuestionarios, algunos docentes han manifestado que los primeros ARAMAT les resultaron “difíciles”, pero que a medida que han trabajado de este modo con sus alumnos han ido aprendiendo también ellos. Por tanto, han ido trasladando al aula la manera de hacer y han incorporado una manera de aprender que es diferente y mejor a la que vivieron ellos como alumnos en la escuela. Este es un dato muy relevante, que incide directamente en la transformación tanto del conocimiento matemático como didáctico de los docentes (Alsina, 2019). De acuerdo con este autor, a menudo la formación (inicial o continua) es rasa, de manera que después de la formación recibida, se siguen reproduciendo los mismos modelos con lo que aprendieron de pequeños. Parece, pues, que aprender haciendo se ha revelado como una forma eficaz de transformar el conocimiento profesional.

Otro aspecto relevante del programa ARAMAT ha sido la alta valoración de los formadores del programa. Como se ha señalado, uno de los aspectos exitosos del modelo formativo del programa ha sido que los cursos se han llevado a cabo por parejas de formadores para facilitar la observación y la experiencia. Sin embargo, cabe señalar que se necesita la implicación y complicidad de los formadores, por lo que desde el CREAMAT se asume que un papel importante es el acompañamiento y formación de los formadores, a la vez que es necesario también abrir esta formación a otros formadores de matemáticas que son externos al programa.

Respecto al impacto del programa en el centro y en el aula, todos los ítems han sido en general bien valorados, observándose una puntuación inferior en la percepción que tienen los docentes sobre la incorporación en el aula de lo aprendido. En los tres cuestionarios se ha seguido indagando en este aspecto, detectándose una cierta

evolución en las percepciones del profesorado. En concreto, se ha ido pasando de la conciencia de necesitar una formación personal a valorar la necesidad de un cambio a nivel de claustro, solicitando formación en centros e incluso dándose casos en que en las escuelas se ha creado una comisión de matemáticas, aspecto que se interpreta como un paso importante para que los cambios sean efectivos (Alsina, 2021). En este punto, cabe señalar que la demanda que hacen los docentes de que habría que extender la formación a todo el profesorado o al centro, contando con la implicación y participación de los equipos directivos, sigue siendo un tema conflictivo y no resuelto en la literatura, puesto que algunos autores manifiestan explícitamente que la formación continua se debería ofrecer únicamente al profesorado de matemáticas abierto a mejorar su tarea y dispuesto a implementar cambios (Alsina et al., 2019).

Una de las principales limitaciones del estudio realizado ha sido que los datos obtenidos únicamente se basan en la percepción de cambio en la propia manera de hacer en el aula por parte del profesorado y de la comparación de esta percepción respecto a las puntuaciones obtenidas en los cuestionarios. Para poder obtener resultados más objetivos, se debería ofrecer una formación determinada a gran escala como la que, por ejemplo, se ha propuesto en Francia con la implementación de la formación para todos los docentes de primaria en el plazo de tres años (Villani et al., 2018).

Como perspectivas de futuro, cabe señalar que, en los últimos tres cursos, algunos Servicios Territoriales en los que el programa ARAMAT se ha detenido a causa, en primer lugar, de la pandemia y, en segundo lugar, por estar a la espera de programas de formación de la *Subdirecció General de Currículum* alineados con la LOMLOE, los equipos de formadores han ofrecido formaciones de 5-6 sesiones a claustros de diferentes centros. Ofrecer este tipo de formación, aunque tal vez sería el más efectivo, precisa de la disponibilidad de amplios equipos de formadores en todo el territorio, tarea que no es fácil de conseguir porque resulta complejo llegar a todo el territorio y, al tratarse de docentes en activo, no siempre tienen disponibilidad para dedicarse a ello. En este sentido, será necesario seguir trabajando para conseguir una apuesta clara de las Administraciones educativas que permita diseñar e implementar planes de formación continua del profesorado de matemáticas que lleguen a todo el territorio y profesorado que lo requiera.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Alsina, Á. (2019). Hacia una formación transformadora de futuros maestros de matemáticas: avances de investigación desde el modelo realista-reflexivo. *Unipluriversidad*, 19(2), 60–79. <https://doi.org/10.17533/udea.uniopluri.19.2.05>
- Alsina, Á. (2021). ¿Cómo definir una línea metodológica en el área de matemáticas?: Tomando decisiones en la escuela. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 4(2), 21–39.
- Alsina, Á., Maurandi-Lopez, A., Ferre, E., y Coronata, C. (2021). Validating an Instrument

- to Evaluate the Teaching of Mathematics Through Processes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 559–577. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10064-y>
- Alsina, C., Aubanell, A. y Burgués, C. (2019). *Tres professors de matemàtiques. Com fer estimar i aprendre bé les matemàtiques*. Rosa Sensat.
- Artigue, M. (2017). ¿Qué es la educación matemática basada en la indagación? *La Gaceta de la RSME*, 20(3), 593–609.
- Artigue, M., y Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45, 797–810. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0506-6>
- Blanco, L. J. (2001). La formación inicial del profesorado de primaria desde la educación matemática. Retos actuales y desde siempre. *Campo Abierto. Revista Educación*, 19(1), 145–161.
- Boghossian, P. (2006). Behaviorism, constructivism, and Socratic pedagogy. *Educational Philosophy and Theory*, 38(6), 713–722. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2006.00226.x>
- CREMAT (2016). Saber matemàtiques. Ensenyar matemàtiques. *Revista NouBiax*, 39, 116–121.
- CREMAT (2022). AraMat. Saber-ne més per ensenyar-les millor. *Web CESIRE*. <https://serveiseducatius.xtec.cat/cesire/panoramica/formacio-del-professorat-de-matematiques/>
- CREMAT (2023). Valoracions de les formacions ARAMAT. *Web CESIRE*. <https://serveiseducatius.xtec.cat/cesire/recurs-eco2/valoracions-de-les-formacions-aramat-2013-20120/>
- Esteve, O. (2018). Concept-based instruction in teacher education programs in Spain as illustrated by the SCOPA-mediated Barcelona formative model. En J. P. Lantolf, M. E. Poehner, y M. Swain (Eds.), *The Routledge handbook of sociocultural theory and second language development* (pp. 487–504). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315624747>
- Esteve, O y Alsina, Á. (2020). Más allá del PowerPoint: promoviendo el aprendizaje activo en la formación de maestros no presencial. *Papeles de Trabajo sobre Cultura, Educación y Desarrollo Humano*, 16(3), 1–14.
- Esteve, O., y Alsina, Á. (en prensa). ¿Cómo hay que replantear el binomio teoría-práctica? En O. Esteve y Á. Alsina (Eds.), *Hacia una formación inicial y continua de docentes transformadora: estrategias metodológicas para los formadores*. Narcea.
- López Beltrán, M. (Coord.), Albarracín, L., Ferrando, I., Montejo-Gámez, J., Ramos, P., Serradó, A., Thibaut, E., y Mallavibarrena, R. (Coord. de los dos bloques de educación) (2020). La educación matemática en las enseñanzas obligatorias y el bachillerato, en D. Martín (Coord. General) y T. Chacón, F.G. Curbera, F. Marcellán y M. Siles (Coord.), *El Libro Blanco de las Matemáticas* (pp. 1–94). Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*,

- 59(1), 14–19. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.59.1.14>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP) (2022). *Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria*. MEFP. <https://bit.ly/3MWOjuA>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2012). *TEDS-M. Estudio internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros. Informe español*. https://sede.educacion.gob.es/publivena/descarga.action?f_codigo_agc=15408
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM
- Pozo, J.I., Scheuer, N., Pérez Echeverría, M.P., y Martín (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Graó.
- Santaengracia, J. J., Rodríguez-Muñiz, L. J., y Palop, B. (2023). Una situación de aprendizaje para el desarrollo del sentido estocástico en Educación Primaria. *Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas* 113, 63–80.
- Stetsenko, A. (2017). *The transformative mind: Expanding Vygotsky's approach to development and education*. Cambridge University Press.
- Tejada, J., y Ferrández, E. (2012). El impacto de la formación continua: claves y problemáticas. *Revista Iberoamericana de Formación*, 58(3), 1–14.
- Villani, C., Torossian, C., y Dias, T. (2018). *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. <http://hdl.handle.net/20.500.12162/1695>