

La importancia de la formulación de problemas en el desarrollo de conocimiento matemático

The Importance of Problem Formulation in the Development of Mathematical Knowledge

María Burgos @ ¹, Alicia Bruno @ ²

¹ Universidad de Granada, España

² Universidad de La Laguna, España

Resumen ∞ La invención de problemas en matemáticas ha sido considerada, durante varias décadas, una herramienta de investigación y una estrategia de enseñanza y aprendizaje, no solo con estudiantes de diferentes niveles educativos, sino también con profesores en formación y en ejercicio. A través de los artículos de este monográfico se pone de manifiesto que la investigación sobre la creación de problemas está adquiriendo un papel cada vez más relevante en la Educación Matemática. La diversidad de perspectivas y referentes teóricos que sostienen las investigaciones sobre formulación de problemas, así como los objetivos que se abordan, muestra una visión amplia que puede resultar de interés para la comunidad investigadora en un ámbito internacional, con un foco especial en estudios realizados en España.

Palabras clave ∞ Formulación de problemas; Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; Formación de profesores

Abstract ∞ Problem posing in mathematics has been regarded for several decades as both a research tool and a teaching and learning strategy, not only with students at different educational levels but also with pre-service and in-service teachers. The articles included in this special issue highlight that research on problem posing is gaining increasing importance in Mathematics Education. The diversity of perspectives and theoretical frameworks supporting studies on problem formulation, as well as the variety of objectives addressed, provides a broad view that may be of interest to the international research community, with particular emphasis on studies conducted in Spain.

Keywords ∞ Problem posing; Mathematics teaching and learning; Teacher education

Burgos, M., & Bruno, A. (2025). La importancia de la formulación de problemas en el desarrollo de conocimiento matemático. *AIEM - Avances de investigación en educación matemática*, 28, 1-10.

<https://doi.org/10.35763/aiem28.8495>

Formular problemas matemáticos es el proceso de creación de nuevos problemas o la reformulación de uno dado. Esta expresión, en inglés *problem posing*, admite expresiones equivalentes en las publicaciones realizadas en español, tales como *inventar*, *crear* o *plantear problemas*, lo que queda reflejado en los artículos de este monográfico. La formulación de problemas matemáticos ha alcanzado un lugar destacado en la agenda de investigación en Educación Matemática durante los últimos años (Cai et al., 2022). El interés que suscita queda reflejado en la diversidad de enfoques contemplados, en los objetivos de investigación y en los sujetos de estudio, principalmente Baumanns y Rott (2021), Cai y Hwang (2020), y Cai y Rott (2024). En este sentido, el presente monográfico quiere dar a conocer estudios recientes de la formulación de problemas en los que se reflejan dicha diversidad.

La revisión de investigaciones que presentan Ölmez y colaboradores, en este monográfico, plantea una reflexión sobre los avances realizados en la formulación de problemas de tres cuestiones abiertas a nivel internacional, a saber: ¿Se puede formar eficazmente a alumnos y profesores para que planteen problemas de alta calidad?; ¿Qué sabemos sobre los procesos cognitivos que intervienen en la formulación de problemas?; y ¿Cómo se incluyen las actividades de planteamiento de problemas en los currículos de matemáticas? Los autores muestran los avances en cada una de estas preguntas y al mismo tiempo señalan que la variedad de diseños y de sujetos utilizados en las investigaciones, limitando el consenso en los resultados. Respecto a la primera pregunta, es de interés observar cómo influyen las diferentes variables de estudio en la calidad de los problemas creados (por ejemplo, la muestra, el tipo de tarea de partida para plantear problemas, el tamaño del grupo de estudio, etc.). Entre los avances de la investigación, respecto a su segunda cuestión, los autores señalan el desarrollado de modelos teóricos que permite comprender el proceso de formulación de problemas por parte de los alumnos en una situación determinada. Así, destacan el enfoque de Cai y Rott (2024) quienes estructuran el proceso de formulación de problemas en cuatro fases: 1) *orientación*, supone el análisis de la situación, identificación de los requerimientos de la tarea de creación e identificación del contexto; 2) *conexión*, organización de la información recibida, búsqueda de relaciones o conexiones sobre la situación que permitan idear un problema; 3) *generación*, se plantea el problema a partir de las conexiones identificadas, de forma que lo puedan entender otros, se resuelve y se autoevalúa; y 4) *reflexión* sobre el producto obtenido y propuesta de mejoras. La última cuestión revisada por los autores observa la escasa inclusión de la formulación de problemas en los currículos de los distintos países y en los libros de texto. Todo ello facilita el observar hacia dónde puede enfocarse la investigación futura, lo cual creemos útil para la comunidad de educación matemática.

En conexión también con la primera cuestión analizada por Ölmez y colaboradores, numerosas investigaciones consideran la formulación de problemas como una herramienta o estrategia instruccional para la enseñanza de las matemáticas (Silber y Cai, 2021). Los estudios que analizan la formulación de problemas como objetivo de la enseñanza de las matemáticas se centran en el desarrollo de la capacidad para crear buenos problemas, cuando esto se realiza en el contexto de otras actividades matemáticas, en particular de la resolución de problemas (Guo et al.,

2021; Leikin y Elgrably, 2020). Estos trabajos destacan la relación y la complementariedad de la resolución y la invención de problemas como estrategia para mejorar las habilidades matemáticas de los estudiantes en diferentes etapas educativas. Por un lado, la invención de problemas estimula un alto nivel de abstracción, requiere un dominio sólido del contenido y un uso adecuado del lenguaje. La formulación de problemas fomenta las competencias, aptitudes matemáticas y autonomía de aprendizaje de los estudiantes (Mallart et al., 2018), les ayuda a explorar la naturaleza de los problemas, desarrollando un pensamiento crítico y una comprensión profunda de las matemáticas (Leavy y Hourigan, 2020). Por otro lado, reduce errores, aumenta la creatividad y la motivación, y disminuye la ansiedad de los estudiantes hacia las matemáticas (Ayllón et al., 2016; Fernández y Carrillo, 2020).

En este monográfico, Fernández y colaboradores estudian la relación entre la resolución y la formulación de problemas como estrategia de enseñanza de la geometría y la medida por parte del alumnado de tercer grado de primaria. El estudio analiza las características de los problemas creados y la relación entre los problemas planteados y los resueltos. La calidad de los problemas creados se estudia observando la complejidad matemática y lingüística. Sus resultados muestran los principales cambios al formular problema a lo largo de la instrucción; mientras, al principio, los alumnos replicaban problemas que limitaba su originalidad, y en las sesiones finales crearon problemas más originales con diferentes conceptos involucrados, distintos de los de clase o los libros de texto. Los autores lo justifican por la secuencia de repetición de resolución y planteamiento y concluyen la importancia de la práctica constante y prolongada para el desarrollo de las habilidades de formulación de problemas.

Según Hartmann et al. (2023), se sabe poco sobre las actividades implicadas en el planteamiento y resolución de problemas de modelización, así como sobre la conexión entre estas actividades. En este sentido, Rojas y colaboradores en este volumen plantean una relación bidireccional entre la creación de problemas y la modelización. Por un lado, la creación de problemas actúa como estímulo que favorece el estudio de los problemas de modelización. Por otro, la búsqueda de respuestas a una tarea de modelización implica de manera natural actividades de formulación y reformulación de problemas y cuestiones. En su estudio, fundamentado en el marco de la Teoría Antropológica de lo Didáctico, reflexionan sobre el potencial de los recorridos de estudio e investigación en una modalidad de estudio que, bajo el paradigma de la modelización matemática, fomente la integración de la formulación de problemas en la actividad matemática de los estudiantes. En su experimentación con un grupo de siete estudiantes de tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria, abordan el estudio de los sólidos geométricos por medio del diseño y construcción de envases con una capacidad o volumen determinado. Destacan el papel determinante de los mapas de cuestiones y respuestas para que los estudiantes formulen y resuelvan nuevos problemas (algunos de ellos abiertos o que no responden al formato al que los estudiantes están habituados) que surgen de manera coherente e interconectada cuando intentan elaborar una posible solución a la cuestión generatriz. Coincidimos con los autores en que el contexto de la modelización es especialmente interesante para potenciar las acciones que aparecen involucradas

en el proceso de creación de problemas. También en la necesidad de reconsiderar el lugar de la modelización en la matemática escolar, como punto de partida natural del trabajo matemático en el que los problemas deben ser identificados y planteados antes de poder ser resueltos (Hartmann et al., 2023).

Los investigadores han usado la formulación de problemas como instrumento de investigación en estudios focalizados en otros aspectos del aprendizaje, como el pensamiento matemático, el razonamiento, la creatividad o el desarrollo de afectos positivos en los estudiantes (Erdogan, 2020; Leikin y Elgrably, 2020; Zhang et al., 2024). Estos estudios tienen como objeto la comprensión de la naturaleza del planteamiento de problemas en sí, y analizan y evalúan la tipología, variedad y calidad de los problemas planteados (Guo et al., 2021), así como las destrezas, estrategias y otros factores que conducen a una formulación eficaz de problemas (Leikin y Elgrably, 2020). En esta línea, Pinto y colaboradores, en este volumen, estudian los conocimientos prealgebraicos de estudiantes de 9-10 años al solicitarles plantear sentencias numéricas e historias matemáticas. Tal y como indican los autores, inventar problemas algebraicos requiere el reconocimiento de estructuras matemáticas y estos estudios se han realizado en mayor medida en secundaria que en primaria (Wilkie, 2024). La investigación muestra una detallada caracterización de las estructuras matemáticas, los significados del signo igual y las formas de referirse a cantidades indeterminadas que manifiestan los estudiantes en esta tipología de tareas. Los resultados señalan la capacidad del alumnado de primaria para inventar sentencias que implican tanto números como cantidades desconocidas, utilizando propiedades de las operaciones. Al inventar historias, relacionaron las cantidades desconocidas con situaciones cotidianas y plantearon historias coherentes con la ecuación dada. Esto sugiere que puede ser una estrategia de enseñanza efectiva en la transición del pensamiento aritmético al algebraico a seguir desde los cursos de primaria.

En los últimos años, Malaspina y sus colaboradores han investigado la relación entre la creación de problemas y la invención de juegos con trasfondo matemático (Malaspina, 2021). De manera similar a lo que ocurre con la creación de problemas (Zhang et al., 2024), el juego brinda oportunidades para que los niños mejoren su pensamiento matemático, desarrollando su creatividad y flexibilidad, a la vez que fomenta el afecto y actitudes positivas hacia las matemáticas (van Oers, 2024). En el trabajo de Malaspina y colaboradores, incluido en este monográfico, se usa el marco de creación de problemas desarrollado por los autores en trabajos previos para orientar la invención de juegos que estimulen el pensamiento matemático de los niños. Así, de manera similar a los elementos que constituyen un problema matemático, los autores identifican tres elementos en los juegos: información (material y reglas del juego), requerimiento (objetivo del juego), contexto (concreto o abstracto) y el entorno matemático (las matemáticas que se pretenden abordar con el mismo). Similarmente, consideran como modalidades de invención de juegos por variación, cuando se parte de un juego dado modificando alguno de estos elementos, e invención de juegos por elaboración, cuando se parte de una situación o material dado. Finalmente, se identifican fases análogas a las que ocurren durante el proceso de creación de problemas: indagación (comprensión y ejecución

del juego dado, o de los materiales recibidos), propuesta (desarrollo de juegos tentativos), resolución (jugar el juego propuesto), y refinamiento (ajustar las reglas de los juegos previamente propuestos). En su artículo se utiliza el modelo propuesto para analizar el proceso de invención de juegos para estimular el pensamiento probabilístico en un grupo de niños de educación primaria. Se advierte la interacción entre las distintas fases como ocurre con la creación de problemas y las dificultades que estos encuentran para explicar la fundamentación de las reglas, en particular, para usar de manera apropiada el lenguaje probabilístico, de forma similar a como ocurre cuando formulan el enunciado de problemas.

Introducir la formulación de problemas en la planificación y las prácticas en el aula de matemáticas, no es posible si los docentes en formación y en ejercicio no están familiarizados con esta actividad (Malaspina et al., 2019). Los resultados de investigaciones indican que la formación inicial de los docentes influye en la habilidad para la creación de problemas y muchas veces no son de una alta calidad matemática (Cai et al., 2015). En todo caso, la creación de problemas en la formación de docentes no debe perseguir únicamente el desarrollo de la competencia para identificar y formular problemas, sino también debe verse como medio de instrucción “destinado a involucrarlos en actividades de aprendizaje genuinas que produzcan una comprensión profunda de los conceptos y procedimientos matemáticos” (Singer et al., 2013, p. 5). Así, el planteamiento de problemas permite a los futuros docentes explorar de manera profunda el contenido matemático y ser conscientes de sus posibles deficiencias (Yao et al., 2021), a la vez que mejora su capacidad de análisis didáctico (Malaspina et al., 2019). De hecho, la investigación sobre la creación de problemas matemáticos con fines didácticos señala su vínculo con las competencias docentes y destaca la importancia de investigar e incluir la creación de problemas en los programas de formación de profesores.

La falta de formación como formuladores de problemas motiva que muchos docentes recurran a los libros de texto como fuente de problemas bien formulados. En ellos, a pesar de que se están haciendo importantes esfuerzos por incluir la formulación de problemas, aún no se cubren todos los contenidos o los niveles educativos (Ölmez y colaboradores en este monográfico). Un desafío de la investigación actual es la contribución del uso de herramientas digitales (Santos-Trigo, 2024) y de la inteligencia artificial generativa como soporte en la creación de problemas (Embid y Perdomo-Díaz, 2024). En esta línea, el trabajo que vienen desarrollando investigadores de la Universidad de la Laguna, pone de manifiesto la utilidad del Sistema de Geometría Dinámica GeoGebra, en la búsqueda de relaciones, la exploración, conjetura y planteamiento de preguntas que se producen durante el proceso de resolución de problemas. Estas evidencias los han llevado a considerar su potencialidad a la hora de formular problemas matemáticos. En esta línea de investigación, el estudio de Hernández y colaboradores explora cómo el uso de GeoGebra en la de resolución de problemas contribuye y fortalece la capacidad de futuros docentes de secundaria para crear problemas matemáticos. Los resultados muestran que GeoGebra desempeñó un papel clave en las diferentes fases del proceso de creación (por reformulación de problemas), según Cai y Rott (2024). Esta evidencia es especialmente notable en la fase de conexión, pues GeoGebra facilitó la exploración de

conjeturas y la generación de nuevas preguntas y enfoques respecto del problema inicial. Las construcciones dinámicas actúan también como elemento de control durante la fase de generación, confirmando la resolubilidad de los problemas creados. El uso de GeoGebra tecnología facilitó la reformulación de los problemas con una intención didáctica por parte de los participantes, pues atendían a la adecuación del contenido para estudiantes de secundaria, procuraban facilitar la comprensión del enunciado o atender a diferentes niveles de complejidad. Así, el uso de la tecnología articula resolución y creación de problemas, permitiendo tanto el desarrollo de la comprensión matemática por parte de docentes en formación como el diseño de actividades ricas basadas en la indagación y exploración. Este resultado resalta nuevamente la importante conexión de la resolución y la formulación de problemas como actividades estrechamente relacionadas en su puesta en práctica.

Por otro lado, el uso de la inteligencia artificial, como herramienta para la mejora del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, es cada vez más habitual en el ámbito educativo y constituye un recurso emergente en la creación y modificación de problemas matemáticos (Einarsson et al., 2024; Embid y Perdomo-Díaz, 2024). Por este motivo, Embid y colaboradores consideran necesario investigar la influencia de las creencias motivacionales de los docentes, tanto en la formulación de problemas, como en el uso de la inteligencia artificial generativa. En su investigación, las autoras diseñan y aplican el cuestionario ForPro-IA, para evaluar las percepciones de docentes de primaria en formación como formuladores de problemas, con relación a la valoración de la utilidad (extrínseca o intrínseca), los costes percibidos (esfuerzo que puede afrontar el docente y relación con beneficios) y la autoeficacia (confianza del docente en sus habilidades) al formular problemas o usar *chatbots* basados en inteligencia artificial generativa. Los resultados muestran que los participantes tienen una percepción positiva sobre su autoeficacia en la formulación de problemas matemáticos, especialmente cuando el requisito se fija en el contexto (real o imaginario), perciben los costes de forma moderada, siendo más bajos los relacionados con el tiempo y el miedo al fracaso. La percepción de la utilidad de la formulación de problemas es especialmente positiva para desarrollar el razonamiento matemático de los estudiantes y la posibilidad de detectar dificultades, siendo menor en cuanto a atender a la diversidad se refería. Los maestros en formación consideran la formulación de problemas más útil y con menores costes asociados en comparación con el uso de IA. Además, la mayor percepción de autoeficacia en el uso de la IA tiene que ver con la formulación de problemas por encima de su resolución. Aunque se observa que, tanto en la formulación de problemas como en el uso de la IA, se incrementan los costes percibidos y la utilidad a medida que aumenta la percepción de eficacia, es necesaria una mayor investigación. En particular, las autoras consideran necesario indagar cómo evolucionan estas creencias cuando los futuros docentes reciben formación específica en formulación de problemas y uso profesional de la IA.

Como aprecian Guiadas y colaboradores, la literatura sobre creación de problemas en el ámbito de la estadística, tanto en estudiantes como en docentes en formación o ejercicio, es muy limitada. Atendiendo a la propia naturaleza de la disciplina, la incipiente investigación sobre creación de problemas en estadística se

centra en cómo se plantea el problema que motiva el estudio estocástico, la formulación de buenas preguntas estadísticas y la recogida de datos. En esta línea de trabajo, Guiadas y colaboradores desarrollan una investigación con 164 docentes de primaria en formación, en la que los participantes deben crear un problema estadístico empleando el recurso *Slow Reveal Graphs*, especialmente adecuado para desarrollar la comprensión e interpretación de gráficos estadísticos. Como finalidad didáctico-matemática, el problema debía contemplar los saberes y competencias específicas sobre el sentido estocástico e incluir preguntas que correspondieran a distintos niveles de lectura de gráficos (Arteaga et al., 2015), siendo al menos una de ellas del nivel superior. En su investigación, Guiadas y colaboradores emplean los indicadores de Leavy y Hourigan (2022) para valorar la adecuación de los problemas creados por los docentes de primaria en formación inicial. Según este marco, un buen problema recurre a un contexto motivador, emplea un lenguaje claro, es coherente con el currículo, atiende a la demanda cognitiva, son abiertos y permiten más de una respuesta correcta, garantizando la oportunidad de éxito en algunas partes de su resolución. Para valorar el nivel de complejidad usaron el modelo de Wilson (2016). Los resultados muestran que los futuros docentes plantearon problemas en un contexto adecuado (prioritariamente social) haciendo uso de un lenguaje y contexto cultural accesibles. La mayoría de los problemas fueron coherentes con el currículo y se destinaron al tercer ciclo. Con relación a la demanda cognitiva, aunque incorporaron preguntas de diferentes niveles de lectura, no siempre plantearon preguntas asociadas al nivel superior y no incluyeron niveles de complejidad como analizar y crear. Para los autores, combinar el *Slow Reveal Graphs* con los niveles de lectura de gráficos refuerza la conexión entre la información y el requerimiento en la creación de problemas estadísticos.

También en el ámbito estocástico, Álvarez Arroyo y colaboradores, en este monográfico, utilizaron el modelo de conocimiento didáctico-matemático del Enfoque ontosemiótico (Godino, 2024) para evaluar el conocimiento de futuros profesores de educación secundaria al crear problemas probabilísticos a partir de noticias. Observaron las características de los problemas de probabilidad basados en noticias creados por los futuros docentes y los conocimientos que emplearon al plantearlos y resolverlos. Por otra parte, desde un punto de vista didáctico, analizaron la capacidad que mostraron para predecir las dificultades que podrían tener sus estudiantes de secundaria al resolver dichos problemas creados. Los participantes en el estudio lograron un alto éxito al seleccionar una noticia de interés y, a partir de ella, plantear y resolver las cuestiones sobre probabilidad adecuadas para la educación de secundaria y bachillerato. El conocimiento de los futuros docentes de secundaria en la faceta cognitiva (Godino, 2024) fue más débil, pues se limitaron a predecir un pequeño número de dificultades de carácter procedimental. Los resultados obtenidos sugieren, por una parte, la necesidad de seguir indagando en esta temática, dada las limitaciones de la muestra y la escasez de estudios en esta temática y, por otra, destacan el potencial de usar este tipo de actividades en la formación de los profesores.

A modo de cierre, en el presente monográfico se han querido mostrar enfoques actuales de la investigación en formulación de problemas realizada en

diferentes ámbitos geográficos. Estos trabajos parten del interés de la formulación de problemas como propuesta para la mejora instruccional y como medio para conocer el pensamiento matemático de los estudiantes. Las investigaciones se abordan con diferentes sujetos de estudio, así como distintos contenidos matemáticos o metodologías de aula. Los autores de los trabajos que se presentan concluyen en la necesidad de ampliar la investigación, pues hay temáticas poco abordadas respecto a la invención de problemas. Es el caso del álgebra, la probabilidad o la estadística. En la misma línea en la que indican Olmöz y colaboradores, las visiones de estos trabajos pueden servir como punto de partida para futuras investigaciones que aborden las preguntas sin respuesta sobre la formulación de problemas.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a los proyectos de Generación de Conocimiento PID2022-139748NB-I00 y PID2022-139007NB-I00, financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (Agencia Estatal de Investigación) y FEDER, UE.

REFERENCIAS

- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J. M., & Cañadas, G. R. (2015). Statistical graphs complexity and reading levels: A study with prospective teachers. *Statistique et Enseignement*, 6(1), 3–23. <https://doi.org/10.3406/staso.2015.1301>
- Ayllón, M. F., Gallego, J. L., & Gómez, I. A. (2016). La actuación de estudiantes de educación primaria en un proceso de invención de problemas. *Perfiles Educativos*, 38(152), 51–67. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2016.152.57588>
- Baumanns, L., & Rott, B. (2021). Rethinking problem-posing situations: A review. *Investigations in Mathematics Learning*, 13(2), 59–76. <https://doi.org/10.1080/19477503.2020.1841501>
- Cai, J., & Hwang, S. (2020). Learning to teach through mathematical problem posing: Theoretical considerations, methodology, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 102, 101420. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.01.001>
- Cai, J., Hwang, S., Jiang, C., & Silber, S. (2015). Problem posing research in mathematics: Some answered and unanswered questions. En F. M. Singer, N. Ellerton & J. Cai (Eds.), *Problem posing: From research to effective practice* (pp. 3–34). Springer.
- Cai, J., Koichu, B., Rott, B., Zazkis, R., & Jiang, C. (2022). Mathematical problem posing: Tasks variables, processes, and products. En C. Fernández, S. Llinares, A. Gutiérrez, & N. Planas (Eds.), *Proceedings of the 45th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 119–145). PME.
- Cai, J., & Rott, B. (2024). On understanding mathematical problem-posing processes. *ZDM – Mathematics Education*, 56, 61–71. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01536-w>
- Einarsson, H., Lund, S. H., & Jónsdóttir, A. H. (2024). Application of ChatGPT for automated problem reframing across academic domains. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100194. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100194>

- Embid, S., & Perdomo-Díaz, J. (2024). Evaluación del potencial de distintos chatbots para la formulación de problemas matemáticos. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática*, 16, 41–58.
- Erdogan, F. (2020). Prospective middle school mathematics teacher's problem posing abilities in context of Van Hiele levels of geometric thinking. *International Online Journal of Educational Sciences*, 12(2), 132–152.
<https://doi.org/10.15345/iojes.2020.02.009>
- Fernández, M. E., & Carrillo, J. (2020). Un acercamiento a la forma en que los estudiantes de primaria formulan problemas. *Revista de Educação Matemática*, 17, 1–19. <https://doi.org/10.37001/remat25269062v17id257>
- Godino, J. D. (2024). *Enfoque ontosemiótico en educación matemática. Fundamentos, herramientas y aplicaciones*. Aula Magna.
- Guo, Y., Yan, J., & Men, T. (2021). Chinese junior high school students' mathematical problem-posing performance. *ZDM – Mathematics Education*, 53, 905–917.
<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01240-7>
- Hartmann, L. M., Krawitz, J., & Schukajlow, S. (2023). Posing and solving modelling problems—extending the modelling process from a problem posing perspective. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 44(2), 533–561.
<https://doi.org/10.1007/s13138-023-00223-3>
- Leavy, A., & Hourigan, M. (2022). The framework for posing elementary mathematics problems (F-PosE): Supporting teachers to evaluate and select problems for use in elementary mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 111, 147–176.
<https://doi.org/10.1007/s10649-022-10155-3>
- Leikin, R., & Elgrably, H. (2020). Problem posing through investigations for the development and evaluation of proof-related skills and creativity skills of prospective high school mathematics teachers. *International Journal of Educational Research*, 102, 101424. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.04.002>
- Malaspina, U. (2021). Creación de problemas y de juegos para el aprendizaje de las matemáticas. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 10(1), 1–17.
<https://doi.org/10.24197/edmain.1.2021.1-17>
- Malaspina, U., Torres, C., & Rubio, N. (2019). How to stimulate in-service teachers' didactic analysis competence by means of problem posing. En P. Liljedahl & L. Santos-Trigo (Eds.), *Mathematical Problem Solving* (pp. 133–151). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-10472-6_7
- Mallart, A., Font, V., & Diez, J. (2018). Case study on mathematics pre-service teachers' difficulties in problem posing. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1465–1481.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/83682>
- Santos-Trigo, M. (2024). Problem solving in mathematics education: tracing its foundations and current research-practice trends. *ZDM – Mathematics Education*, 56, 211–222. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01578-8>
- Silber, S., & Cai, J. (2021). Exploring underprepared undergraduate students' mathematical problem posing. *ZDM – Mathematics Education*, 53, 877–889.
<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01272-z>
- Singer, F., Ellerton, N., & Cai, J. (2013). Problem-posing research in mathematics education: New questions and directions. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9478-2>
- van Oers, B. (2024). The development of mathematical thinking in young children's play: The role of communicative tools. En H. Palmér, C. Björklund, E. Reikerås, &

J. Elofsson (Eds.), *Teaching Mathematics as to be Meaningful – Foregrounding Play and Children’s Perspectives*. Springer.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-37663-4_1

Wilkie, K. J. (2024). Creative thinking for learning algebra: Year 10 students’ problem solving and problem posing with quadratic figural patterns. *Thinking Skills and Creativity*, 52, 101550. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101550>

Wilson, L. O. (2016). Anderson and Krathwohl Bloom’s taxonomy revised: Understanding the new version of Bloom’s taxonomy. *The Second Principle*, 1(1), 1–8.

Yao, Y., Hwang, S., & Cai, J. (2021). Preservice teachers’ mathematical understanding exhibited in problem posing and problem solving. *ZDM – Mathematics Education*, 53, 937–949. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01277-8>

Zhang, C., Zhou, Y., Wijaya, T. T., Chen, J., & Ning, Y. (2024). Effects of a problem posing instructional interventions on student learning outcomes: A three-level meta-analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101587. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101587>

∞

María Burgos

Universidad de Granada, España

mariaburgos@ugr.es | <https://orcid.org/0000-0002-4598-7684>

Alicia Bruno

Universidad de La Laguna, España

abruno@ull.edu.es | <https://orcid.org/0000-0002-0154-8073>