

Prioridades e intencionalidades que anteponen los profesores de matemáticas al seleccionar y transformar un problema para implementarlo en el aula

Leticia Sosa Guerrero ¹ 

Miguel Ángel Montes Navarro ² 

Resumen

En este capítulo de libro presentamos las prioridades e intencionalidades expresadas por dos profesores de matemáticas de nivel secundaria en México, al poner en acción dos destrezas de la competencia profesional en formulación de problemas escolares: la selección y transformación de un problema para implementarlo en el aula. Es un estudio cualitativo de corte exploratorio, constituye una primera parte de un estudio de caso instrumental más amplio. Entre de los primeros resultados se identifican distintas intencionalidades ya reportadas en la literatura de investigación, así como tres nuevas: una vinculada a aspectos curriculares, otra ligada a fomentar la naturaleza social de la actividad matemática, y una última centrada en la incorporación de tecnología. Asimismo, se identifica la naturaleza compleja de las intencionalidades, que pueden combinarse entre ellas.

Palabras clave: Intencionalidad, formulación de problemas, selección de problemas, transformación de problemas, profesor de matemáticas, formación de profesores.

¹ lsosa@uaz.edu.mx

Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México

² miguel.montes@ddcc.uhu.es

Universidad de Huelva, Huelva, España

Introducción

La resolución de problemas es aceptada, en la amplia mayoría de estándares curriculares a lo largo del mundo, como un enfoque de la enseñanza de la matemática que, por un lado, permite el desarrollo de conocimiento y habilidades matemáticas, y por otro, una competencia a desarrollar en los alumnos, que les será de utilidad para desarrollarse como ciudadanos (Schoenfeld, 2016; National Council of Teachers of Mathematics, 2020; Orihuela De la Cruz, 2024).

En este trabajo continuamos con la línea de investigación vinculada a la competencia profesional en formulación de problemas escolares (Chico et al., 2022, 2023; Montes et al., 2024) en la que nos centramos en el profesor como agente clave de la gestión de la enseñanza de la matemática a través de la resolución de problemas. Así, el profesor ha de ser competente en la formulación de problemas escolares, esta competencia comprende la capacidad para seleccionar, transformar y crear problemas de cara a plantearlos a sus alumnos (Carrillo et al., 2021), para luego gestionar la situación de enseñanza y aprendizaje que se genere, y posteriormente evaluar todos los aspectos involucrados (e.g., el desempeño de los alumnos, el funcionamiento de los problemas, o su propio quehacer).

La formulación de problemas en la formación de profesorado ha recibido atención desde dos focos complementarios. En primer lugar, se asume su potencial para la formación puramente matemática de los profesores, en línea con el demostrado potencial de las dinámicas de formulación de problemas para el desarrollo de conocimiento y habilidades matemáticas (Montes et al., 2024; Cai et al., 2022). En segundo lugar, la formulación de problemas permite desarrollar conocimiento y habilidades profesionales, que apoya al profesorado, por ejemplo, en la construcción de conocimiento didáctico del contenido (Tichá & Hošpesová, 2013; Montes et al., 2024), desarrollar la capacidad de definir una intención didáctica para una acción vinculada a la formulación de problemas escolares (Montes et al., 2024). Asimismo, es conocido el potencial de las tareas de formulación de problemas, en contextos de formación de profesorado centradas en que los futuros docentes aprendan a seleccionar problemas adecuados de un libro de texto (Crespo, 2003). Estas tareas también tienen utilidad para la formación como herramientas para evaluar al futuro profesorado (Xie & Masingila, 2017; Leavy & Hourigan, 2020).

En general, formular problemas es una tarea de alta demanda cognitiva (Silver, 1994, 1997), y por ende, añadir a dicha formulación el propósito de ser problemas usables en un aula no hace sino complejizar la tarea, añadiendo variables como la idoneidad del problema a la intención desde la que se diseña (Montes et al., 2024). De este modo, coincidimos con la necesidad de profundizar en la comprensión de los procesos de formulación

(Cai et al., 2022; Leavy & Hourigan, 2022) y por tanto, con la necesidad de entender los motivos y fundamentaciones de los profesores al formular problemas escolares. Así, en este trabajo se pretende dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las prioridades e intencionalidades que antepone los profesores de matemáticas al seleccionar y transformar un problema para implementarlo en el aula? Para ello, se analizarán las respuestas de dos profesores mexicanos que forman parte de un estudio de caso instrumental a una tarea de diseño de sesiones basadas en la resolución de problemas.

Marco conceptual

La resolución de problemas ha sido una línea de investigación bastante reconocida en la comunidad de la educación matemática, en esta, el alumno juega un papel importante como resolutor en beneficio de su propio conocimiento matemático (Pólya, 1945; Schoenfeld, 1987; Callejo, 2000). Por ello, el futuro profesor o profesor en servicio ha de implicarse en la resolución de problemas (Ellerton, 2013; Tichá & Hošpesová, 2013; Malaspina, 2013); aun y cuando formular problemas no es fácil y a pesar de ser una línea de estudio desde hace varios años (e.g. Kilpatrick, 1987; Brown & Walter, 1990; Silver, 1994, 1997; Cai & Hwang, 2003; Montes et al., 2022b).

Carrillo et al. (2021) describen tres destrezas de la competencia profesional en formulación de problemas escolares: crear problemas, transformarlos y seleccionarlos. Las destrezas, aunque pueden ser codependientes, tienen ciertas particularidades. Crearlos significa proponer un problema desde cero o a partir de ciertos condicionantes como una situación o contexto matemático. Transformarlos consiste en realizar adaptaciones a un problema existente adaptaciones para implementarlo en el aula. Seleccionarlos se refiere a elegir problemas de diferentes fuentes que se adecúen al objetivo que tiene el profesor. En este documento reportamos elementos referentes a dos de las tres destrezas, la selección y la transformación de problemas.

La selección de problemas puede provenir de diversas fuentes, por ejemplo, de una situación en un contexto determinado o un problema ya establecido (Stoyanova & Ellerton, 1996). Además, puede provenir también de libros de texto (Crespo, 2003). O bien, puede provenir de diversos medios de comunicación por ejemplo de YouTube, plataformas, blogs, etc. La destreza de selección ha sido la menos explorada de las tres destrezas, posiblemente por ser la más propia del profesor, es decir, la mayoría de los estudios acerca de formulación de problemas se enfocan en el alumno (Crespo, 2003; Nicol & Crespo, 2006). En la transformación, los problemas se modifican a partir de otros (Kilpatrick, 1987; Stoyanova & Ellerton,

1996; Crespo, 2003; Milinkovic, 2015). En la transformación alguno o varios elementos cambian y otros permanecen (Milinkovic, 2015). A su vez, esos cambios podrían tener alto impacto en el proceso de resolución (Lavy & Bershadsky, 2003). En cuanto a las intenciones didácticas de la transformación de problemas se han reportado algunas vinculadas a: centrar el trabajo del alumno en determinados aspectos matemáticos; variar la complejidad; facilitar la comprensión del enunciado; y evaluar la comprensión (Montes et al., 2024). De hecho, desde el estudio de Chico et al. (2023) se mostraron cinco categorías que emergieron en su estudio: focalizar el contenido, variar la complejidad, facilitar la comprensión del enunciado, evaluar la comprensión y variar la orientación de la práctica matemática que promueve el problema.

Metodología

Este estudio cualitativo de tipo exploratorio constituye una primera parte de un estudio de caso instrumental (Stake, 2007) más amplio. Nos enfocamos en dos profesores de matemáticas de nivel secundaria en México. Ellos participan en un curso de formación de profesores al momento de hacer la investigación. Por razones éticas, los llamamos con el pseudónimo Jem y Lac. Ambos están preocupados por mejorar su práctica profesional. Son dos profesores interesados en prepararse continuamente, además ellos son reconocidos por sus alumnos y por sus pares.

En el curso de formación se les solicita a los profesores que busquen y seleccionen un problema de un contenido matemático de su agrado, luego se les pide que justifiquen la selección del problema y que además lo resuelvan. Posteriormente se les requiere que transformen el problema para implementarlo en el aula, de manera que expliquen su proceder hasta llegar a la transformación final, centrándose en sus prioridades e intencionalidades (en orden de importancia o preferencia e intención).

La fuente principal de recogida de información para esta primera parte del estudio consiste en las respuestas de los dos profesores. Después de identificar los elementos más relevantes en cuanto a sus prioridades e intencionalidades, se analizaron aquellas que expresaron al mejorar/transformar el problema y luego, al analizar sus respuestas en cuanto a la selección del problema, se observó que de ahí también se pueden deducir algunas prioridades e intencionalidades en cuanto a esa destreza. Por ello, en los resultados mostramos las prioridades e intencionalidades en cuanto a las dos destrezas de la competencia profesional en formulación de problemas escolares: la selección y transformación de un problema escolar. Cabe destacar que nuestro objetivo no es comparar las respuestas de ambos profesores sino, detectar en ellas elementos que puedan ir dando cuenta de las prioridades e intencionalidades de ambos.

Resultados

Presentamos las prioridades e intencionalidades de Jem y Lac primero, en cuanto a la selección del problema y posteriormente a la transformación del problema.

a) Selección del problema

Aprovechando que Jem expresa varias particularidades en sus respuestas en cuanto a la selección del problema, presentamos con mayor desglose cada parte.

Figura 1

Respuesta de Jem

Enunciado del problema:

Ana quiere comprar cuadernos y lápices. Cada cuaderno cuesta \$18 y cada lápiz \$6. Si tiene \$150, ¿cuántos cuadernos y lápices puede comprar si desea adquirir al menos un cuaderno y un lápiz, y gastar todo el dinero?

En cuanto a las prioridades expresadas por Jem en la selección del problema, él menciona que ha de ser un problema con un contexto significativo para los alumnos, con un nivel de complejidad adecuado, que sea accesible para el estudiante, que permita razonamiento lógico, que promueva soluciones múltiples y que sea accesible pero represente un reto para el estudiante.

Jem va justificando la selección del problema:

Figura 2

Fuente de selección del problema. Respuesta de Jem

Elegí este problema a partir de una revisión de situaciones comunes que se presentan en los libros de texto de matemáticas de secundaria que actualmente utilizamos, y también con base en mi experiencia en el aula.

Jem expresa en primer lugar, como fuente de selección del problema los libros de texto de matemáticas, sin embargo, nótese que él hace alusión a que busca situaciones comunes a las que actualmente utilizan en el aula y además lo hace con base en su experiencia en el aula.

Figura 3

Primera intención de selección del problema. Respuesta de Jem

Además, consideré importante que el problema permitiera trabajar con un contexto cercano a los alumnos, en este caso el manejo de dinero y la toma de decisiones en una compra.

Para Jem es muy importante el contexto, es decir, que el problema que seleccione le permita abordarlo en el aula en un contexto cercano a los

alumnos, es decir, que les represente significado a los alumnos, considerando elementos que pueden ser de interés a su entorno cotidiano.

Figura 4

Segunda intención de selección del problema. Respuesta de Jem

También pensé en que el problema tuviera un nivel de complejidad accesible, pero que al mismo tiempo exigiera el uso de habilidades clave: la traducción del lenguaje verbal al lenguaje algebraico, el planteamiento de ecuaciones y su resolución mediante procedimientos algebraicos. Además, que llevara a los alumnos a considerar distintas combinaciones posibles, promoviendo el razonamiento lógico y la búsqueda de soluciones múltiples.

A Jem le preocupa el nivel de complejidad del problema, que sea alcanzable para los alumnos, sin dejar de lado la importancia de que el problema les exija a los alumnos habilidades algebraicas en cuanto a la traducción del lenguaje verbal al algebraico, planteamiento y resolución del problema. A este respecto, podríamos destacar como un punto de interés en la respuesta del profesor Jem, la formulación (planteamiento) y resolución del problema, pero de sus alumnos, lo cual es muy importante si hablamos de la competencia del profesor en términos de fomentar a su vez la competencia en sus alumnos en cuanto a formulación y resolución de problemas. De hecho, Jem pretende que con el problema los alumnos consideren distintas combinaciones para promover en ellos el razonamiento lógico y búsqueda de soluciones múltiples, lo cual es muy relevante hablando en términos ya no solo algebraicos, sino también de pensamiento matemático.

Figura 5

Complemento de la segunda intención de selección del problema. Respuesta de Jem

Tomé en cuenta que el problema ofreciera un equilibrio entre accesibilidad y reto: que fuera sencillo de entender en términos de enunciado, pero que su resolución implicara un trabajo reflexivo en el análisis de diferentes posibilidades que cumplieran con las condiciones planteadas.

Consideramos que esa respuesta complementa a la anterior pues remarca lo de la accesibilidad del problema para los alumnos. Sin embargo, cabe destacar que a Jem no solo le interesa que el problema sea accesible sino que les represente un reto.

Es decir, en resolución de problemas, es importante que el problema represente un reto para los alumnos pero que este, a su vez, sea alcanzable para ellos, que exista la complejidad pero que no sea el obstáculo que impida a los alumnos resolver el problema. De esta manera, es muy importante el nivel de variación en la complejidad-accesibilidad-reto en la resolución de problemas.

Figura 6*Tercera intención de selección del problema. Respuesta de Jem*

Elegí este problema porque refleja de manera muy clara una de las principales dificultades que enfrentan los alumnos de secundaria al trabajar con el álgebra: traducir una situación de la vida cotidiana a un lenguaje algebraico formal y utilizarlo para tomar decisiones. Esta situación es común en muchos grupos, donde los alumnos comprenden el contexto general del problema, pero tienen problemas al momento de representar la información mediante ecuaciones lineales o organizar un procedimiento claro de resolución.

En esta respuesta podríamos considerar que hay elementos que complementan también a la segunda intención de selección del problema, pues remarca aspectos referentes a la traducción del lenguaje común al lenguaje algebraico, sin embargo, queremos resaltar de esta respuesta dos aspectos: la intención del profesor referente a que el problema refleje algunas dificultades que deben enfrentar los alumnos de secundaria y la importancia que Jem le da al problema en términos de que a los alumnos les sea de utilidad para tomar decisiones.

Figura 7*Cuarta intención de selección del problema. Respuesta de Jem*

Elegí este problema porque permite trabajar de manera articulada varias habilidades matemáticas: traducción algebraica, razonamiento lógico, ensayo y validación de soluciones, además de vincularse con situaciones cercanas al entorno de los alumnos. Es un ejemplo muy representativo del tipo de ejercicios que se necesita fortalecer en el aula para favorecer una comprensión más profunda del álgebra y su utilidad práctica.

En esta respuesta de Jem podríamos mencionar que hay elementos que complementan a la primera y segunda de las intenciones, en cuanto al contexto, la traducción algebraica y el razonamiento lógico, pero queremos hacer notar la intención de Jem en cuanto a que el problema les permita a los alumnos hacer ensayo y validación de las soluciones del problema. Este punto es relevante en la resolución de problemas, pues no solo se trata de solucionar el problema sino también ha de validarse esa solución e incluso valorar cuál o cuáles de ellas tienen o no sentido de acuerdo al problema.

En el caso de Lac, sus respuestas fueron más directas.

Figura 8*Respuesta de Lac*

Enunciado del problema:
María tiene una pizza dividida en 8 partes iguales. Se come 3 partes.
¿Qué fracción de la pizza queda?

En sus respuestas, a manera de síntesis, Lac menciona que su fuente principal para seleccionar el problema son los libros de texto y plataformas

digitales. Él da prioridad a problemas que le sirvan de apoyo para abordar contenidos posteriores. Selecciona el tema de fracciones porque lo considera un tema complejo para los alumnos a pesar de ser un tema que se aborda en el nivel primaria, pero que se preocupa por profundizar en nivel secundaria. Para Lac el contexto es importante y por ello considera que en el problema, el aspecto de la comida les puede resultar significativo a los alumnos.

Aunque nuestra intención no es comparar las respuestas de Jem y Lac, sí podemos identificar elementos comunes al seleccionar un problema.

b) Transformación del problema

La intención principal de Jem en la transformación del problema responde a que sus alumnos apliquen el problema en entornos que les sean cercanos y por tanto significativos para los estudiantes, además de que el problema sirva para fomentar más aprendizaje en ellos. También le interesa que sea un problema donde el estudiante pueda transitar entre distintos registros de representación, le interesa que sea un problema donde se use un pensamiento crítico y que se pueda trabajar colaborativamente entre sus alumnos. Para él es importante que el problema transformado sirva para enriquecer el tópico matemático que se aborde pero también que haya aspectos didácticos relacionados con la comprensión y el aprendizaje matemático de los alumnos. Así, en sus prioridades en la transformación del problema, para Jem es sumamente importante el contexto en términos de que les represente un aprendizaje significativo a los alumnos; el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo entre los alumnos; enriquecer aspectos matemáticos mediante preguntas abiertas adicionales y aspectos didácticos respecto a la comprensión y aprendizaje del contenido matemático por parte de los alumnos.

Figura 9

Respuesta de Jem

Problema transformado:

Ana quiere comprar cuadernos y lápices para preparar paquetes escolares. Cada cuaderno cuesta \$18 y cada lápiz cuesta \$6. Dispone de \$150. Quiere gastar todo el dinero y comprar al menos un cuaderno y un lápiz.

- ¿De cuántas maneras distintas puede hacer su compra?
- ¿Cuál es la combinación que le permite comprar la mayor cantidad total de artículos?
- ¿Y cuál la menor?
- Representa la situación en una tabla, en una gráfica y con una expresión algebraica.

Quando se le solicita a Lac que escriba sus prioridades e intencionalidades para transformar el problema, Lac expresa la intención de que el problema transformado sea contextualizado a través de situaciones reales que le representen significado a los alumnos y que sea un problema que favorezca el pensamiento crítico de éstos. Que sea un problema que vaya

aumentando la complejidad, y en el que se relacionen varios contenidos matemáticos. También le interesa que sea un problema que sirva para enriquecer la representación decimal y fraccionaria. En sus prioridades en el problema transformado Lac expresa que ha de ser un problema que provoque desafíos adicionales para alumnos avanzados, diferentes formas de demostrar comprensión, que permita observar el razonamiento durante la resolución, que le permita al estudiante una reflexión sobre su propio aprendizaje pero además una retroalimentación entre alumnos. Un elemento más que le interesa que contenga el problema es que permita la integración de tecnología como simuladores matemáticos para explorar diferentes escenarios o algún software para presentar y comunicar los resultados. Cabe destacar que ante estas prioridades e intencionalidades de Lac, y ver que era muy complicado que en un solo problema pusiera en juego todas esas prioridades e intencionalidades, se dio cuenta de la necesidad de conjuntar varios problemas.

Conclusiones

Ea la hora de seleccionar explorar las prioridades e intencionalidades didácticas de los dos profesores participantes en el estudio de caso al seleccionar y transformar problemas.

Si centramos la atención en las intencionalidades principales de los profesores durante la selección del problema, podemos identificar el abordaje del contexto, variar la complejidad, facilitar la comprensión del problema a la vez que supone un reto para el resolutor, y añadir características matemáticas como la promoción del razonamiento lógico, o poseer soluciones múltiples. Estas intencionalidades se alinean con lo ya identificado en el área (Montes et al., 2024; Chico et al., 2023), si bien, en la fundamentación de los profesores puede identificarse que estas intencionalidades se combinan, priorizando unas sobre otras durante el proceso. Asimismo, se identifica una intencionalidad anteriormente no reportada, como es la de tener en cuenta aspectos ligados a proveer al estudiante de un andamiaje para siguientes contenidos, aportando una intencionalidad basada en el currículo.

Por otro lado, a la hora de transformar problemas, los profesores aportan intenciones vinculadas a dotar de significatividad al contexto del problema, añadir registros de representación, fomentar el pensamiento crítico, enriquecer el trabajo matemático del alumno y, por ende, su aprendizaje, así como aumentar la complejidad a través de distintas estrategias, como añadir más contenidos matemáticos. A esto se suma una intención vinculada a variar la complejidad, centrada en atender a alumnos de alto rendimiento, fomentando que se muestren diferentes formas de demostrar comprensión, para así formar y evaluar a los alumnos al mismo tiempo. Estas

intencionalidades, vinculadas a las ya reportadas en distintos trabajos (e.g. Carrillo et al., 2021; Chico et al., 2022; 2023; Montes et al., 2024), se complementan con dos no identificadas en los antecedentes, una primera vinculada a variar la dinámica del aula, con base en el enunciado del problema, fomentando el trabajo colaborativo que refuerza la naturaleza social del aprendizaje de la matemática (Montes et al., 2022a). En segundo lugar, aparece una intencionalidad vinculada a la integración de tecnología en la tarea, que se relaciona con añadir retroalimentación entre alumnos, que se relaciona con la intencionalidad vinculada al trabajo grupal.

Asimismo, este tipo de trabajos, vinculados a la comprensión detallada de una habilidad profesional, como es la de generar situaciones de aprendizaje que promuevan la resolución de problemas, debe orientarse también a la formación docente. Así, trabajos como este pueden inspirar tareas y módulos de tareas de formación profesional docente, para, en última instancia, fortalecer el aprendizaje de los profesores y que tenga impacto a su vez en el aprendizaje de sus alumnos.

La formulación de problemas en la formación inicial y continua del profesor de matemáticas sigue siendo un asunto pendiente en la agenda de la formación de profesores. En México, al profesor de matemáticas de nivel secundaria, se le exige que siga la directriz curricular que esté en boga en ese momento, muchas veces el profesor ha de combinar su experiencia con las exigencias curriculares por parte de sus instituciones para seleccionar o transformar el problema matemático que ha de implementar en el aula, por ello conviene plantear la pregunta sobre ¿cuáles son las prioridades e intencionalidades que anteponen los profesores de matemáticas al seleccionar y transformar un problema para implementarlo en el aula? y también la pregunta acerca de ¿por qué esas son las prioridades e intencionalidades de esos profesores? o la pregunta, ¿cómo impactan las nuevas reformas curriculares o políticas educativas en torno a las prioridades e intencionalidades de los profesores de matemáticas, en este caso, de nivel secundaria? Consideramos que dar respuesta a todas esas preguntas representa una gran oportunidad de hacer investigaciones en esta línea de formulación de problemas.

Este trabajo tiene la limitación natural propia del estudio de caso, no busca generalizar, pero sí permite generar narrativas que integran distintas prioridades e intenciones de forma que dan sentido a las acciones de ambos profesores. Creemos que es necesario combinar este tipo de trabajos cualitativos, que permitan profundizar en la complejidad de las intenciones de los docentes cuando formulan problemas para sus alumnos, con trabajos de índole cuantitativa, con poblaciones más amplias, que permitan identificar intencionalidades nuevas, así como establecer posibles correlaciones entre intencionalidades. Inclusive, no solo en cuanto a las dos

destrezas de competencia profesional en formulación de problemas escolares expuestas por Carrillo et al. (2021), recordemos que son tres las destrezas: creación de problemas, transformación y selección y en este estudio sólo exploramos las dos últimas.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de los proyectos RTI2018-096547-B-I00 y PID2024-158877NB-I00 del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España, del proyecto ProyExcel_00297 de la Junta de Andalucía, del centro de investigación COIDESO, del Grupo de Investigación DESYM (HUM-168), y de la Red MTSK, auspiciada por la AUIP.

Referencias

- Brown, S. I., & Walter, M. I. (1990). *The art of problem posing*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Cai, J., & Hwang, S. (2003). A perspective for examining the link between problem solving and problem posing. En N. A. Pateman, B. J. Dougherty, & J. Zilliox (Eds.), *Proceedings of the 27th PME Conference* (Vol. 3, pp. 103–110). PME.
- Cai, J., Koichu, B., Rott, B., Zazkis, R., & Jiang, C. (2022). Mathematical problem posing: Task variables, processes, and products. En C. Fernández, S. Llinares, Á. 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.
- Callejo, M. L. (2000). El papel de los problemas en la educación matemática: Una mirada a través de la historia. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 3(2), 297–307.
- Carrillo, J., Montes, M., & Contreras, L. C. (2021). La competencia profesional en formulación de problemas escolares. En GIDIMAT-UA (Ed.), *Ideas para la educación matemática: Perspectivas desde el trabajo de M.^a Luz Callejo de la Vega* (pp. 163–182). Compobell.
- Chico, J., Martín-Díaz, J. P., Montes, M. A., & Badillo, E. (2023). ¿Qué intenciones didácticas muestran los futuros maestros cuando transforman problemas?. En C. Jiménez-Gestal, Á. A. Magreñán, E. Badillo, & P. Ivars (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVI* (pp. 203–210). SEIEM.
- Chico, J., Montes, M., & Badillo, E. (2022). Transformaciones de la información en la formulación de problemas: una mirada hacia los futuros maestros. En T. F. Blanco, C. Núñez-García, M. C. Cañadas, & J. A. González-Calero (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXV* (pp. 219–227). SEIEM.
- Crespo, S. (2003). Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 243–270. <https://doi.org/10.1023/A:1024364304664>

- Ellerton, N. F. (2013). Engaging pre-service middle-school teacher-education students in mathematical problem posing: development of an active learning framework. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 87–101. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9449-z>
- Kilpatrick, J. (1987). Problem formulating: Where do good problems come from? En A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 123–147). Lawrence Erlbaum Associates.
- Lavy, I., & Bershadsky, I. (2003). Problem posing via “what if not?” strategy in solid geometry: A case study. *Journal of Mathematical Behavior*, 22(4), 369–387. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2003.09.007>
- Leavy, A., & Hourigan, M. (2022). Balancing competing demands: Enhancing the mathematical problem posing skills of prospective teachers through a mathematical letter writing initiative. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 25(3), 293–320. <https://doi.org/10.1007/s10857-021-09490-8>
- Leavy, A., & Hourigan, M. (2020). Posing mathematically worthwhile problems: Developing the problem-posing skills of prospective teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 23(4), 341–361. <https://doi.org/10.1007/s10857-018-09425-w>
- Malaspina, U. (2013). Variaciones de un problema. El caso de un problema de R. Douady. UNION, *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 34, 141–149.
- Milinković, J. (2015). Conceptualizing problem posing via transformation. En F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Eds.), *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (pp. 47–70). Springer.
- Montes, M., Chico, J., Martín-Díaz, J. P., & Badillo, E. (2024). Mathematics teachers’ specialized knowledge mobilized through problem transformation. *Journal of Mathematical Behavior*, 73, Article 101132. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2024.101132>
- Montes, M., Codes, M., & Contreras, L. C. (2022a). Consideraciones acerca de la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. En L. Blanco, N. Climent, M. T. González, A. Moreno, G. Sánchez-Matamoros, C. de Castro, & C. Jiménez (Eds.), *Aportaciones al desarrollo del currículo desde la investigación en educación matemática* (pp. 37–54). Universidad de Granada.
- Montes, M., Pascual, I., Carrillo, J., & Martín-Díaz, J. P. (2022). Caracterización de problemas multiplicativos de números enteros propuestos por futuros maestros. *Educação e Pesquisa*, 48, Artículo e238551. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202248238551esp>
- National Council of Teachers of Mathematics (2020). *Catalyzing Change in Early Childhood and Elementary Mathematics: Initiating Critical Conversations*. NCTM.

- Nicol, C. C., & Crespo, S. M. (2006). Learning to teach with mathematics textbooks: How preservice teachers interpret and use curriculum materials. *Educational Studies in Mathematics*, 62(3), 331–355. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-5423-y>
- Orihuela De la Cruz, C. R. (2024). Estrategias de resolución de problemas matemáticos en estudiantes: Una revisión sistemática. *Revista InveCom*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12659918>
- Pólya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics (Reprint). *Journal of Education*, 196(2), 1–38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
- Schoenfeld, A. H. (Ed.). (1987). *Cognitive science and mathematics education*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19–28.
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM – Mathematics Education*, 29(3), 75–80. <https://doi.org/10.1007/s11858-997-0003-x>
- Stake, R. E. (2007). *Investigación con estudios de casos*. Ediciones Morata, S. L.
- Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing. En P. Clarkson (Ed.), *Technology in mathematics education* (pp. 518–525). Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Tichá, M., & Hošpesová, A. (2013). Developing teachers' subject didactic competence through problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 133–143. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9455-1>
- Xie, J., & Masingila, J. O. (2017). Examining interactions between problem posing and problem solving with prospective primary teachers: A case of using fractions. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 101–118. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9760-9>

