

REPRESENTACIONES GRÁFICAS REALIZADAS POR MAESTROS EN FORMACIÓN AL REFORMULAR PROBLEMAS GEOMÉTRICOS

Graphic representations created by pre-service teachers when reformulating geometric problems

Sosa-Martín, D., García-Alonso, I. y Bruno, A.

Universidad de La Laguna

Resumen

Este trabajo se centra en el análisis de las representaciones gráficas realizadas por futuros docentes de Educación Primaria en dos tareas, una sin tecnología y otra con apoyo tecnológico, en las que se les proponía, en primer lugar, resolver un problema sobre áreas y, posteriormente, plantear dos reformulaciones de dicho problema. Se analizaron las representaciones gráficas de los 287 problemas reformulados por los 73 participantes atendiendo al rol que tienen en el enunciado, su relación con las representaciones gráficas del problema inicial y el rigor con que se incluyen longitudes en ellas. Los resultados indican que el uso de la tecnología fomenta la inclusión de representaciones gráficas en la reformulación, que contienen información necesaria para la resolución del problema, así como la creación de nuevas representaciones compuestas diferentes a las dadas. Además, en caso de incluir longitudes en las representaciones gráficas, se observa un mayor rigor al indicarlo con la utilización de la tecnología.

Palabras clave: representación gráfica, formulación de problemas, reformular problemas, futuros docentes de Educación Primaria.

Abstract

This study focuses on the analysis of the graphical representations considered by pre-service primary school teachers in two tasks, one without technology and the other with technological support, in which they were asked, first, to solve a given problem and, subsequently, to carry out two reformulations of that problem. The graphical representations of the 287 problems reformulated by the 73 participants were analyzed, considering the role they play in the statement, their relationship with the graphical representations of the initial problem, and the rigor with which lengths are included in them. The results indicate that the use of technology encourages the inclusion of graphical representations in the reformulation, which also contains information necessary for solving the problem, as well as the creation of new composite representations different from those given. Furthermore, if lengths are included in the graphical representations, greater rigor is observed when indicating them with the use of technology.

Keywords: graphic representation, problem posing, problem reformulation, pre-service primary school teachers.

INTRODUCCIÓN

En la educación matemática, la formulación de problemas (FP) o *problem posing* hace referencia a varios tipos de actividades en las que profesores y/o estudiantes crean y expresan (o modifican) un problema o tarea basándose en una información particular (Cai y Hwang, 2020). En los últimos años, la formulación de problemas como tópico de estudio ha suscitado el interés de numerosos investigadores. Este hecho, ha propiciado el desarrollo de trabajos que exploran, entre otros aspectos,

su naturaleza, su papel en la enseñanza de matemáticas o las variables de las tareas (Cai et al., 2022; Cai y Hwang, 2020; Singer et al., 2015).

En la literatura, pueden encontrarse varias clasificaciones de las tareas de FP. Baumanns y Rott (2021) distinguen entre tareas no estructuradas (se basan en la creación de un problema a partir de una información inicial, pero sin apoyarse en uno dado) y estructuradas (basadas en la creación de un problema a partir de otro ya mostrado). Por su parte, Cai et al. (2022) proponen un formato de tarea con dos partes: la situación (información inicial) y el requerimiento o *prompt* (tipo de formulación solicitada). Por tanto, consideramos la reformulación de un problema dado como una tarea estructurada, cuya situación será el problema y el requerimiento lo que se deba realizar con él.

Los estudios relacionados con la FP, tanto con alumnado de primaria y secundaria como con docentes en formación y en activo (Cai y Hwang, 2020; Ellerton, 1986), han mostrado que formular problemas es un proceso que permite, no solo de aprender matemáticas, sino también evaluar la comprensión de los conceptos matemáticos adquiridos. En particular, Savin y Orbay (2024) observaron una escasa competencia en FP para problemas de medida por futuros maestros. Y, en el contexto de la FP de medida de áreas, Vargas et al. (2023) identificaron tareas geométricas con bajo nivel cognitivo, centradas en cálculos aritméticos en lugar de procesos geométricos clave. Estas características identificadas junto a la escasez de estudios relacionados con áreas y su medida desde el enfoque de la FP, justifica el desarrollo del presente trabajo.

El currículo español de matemáticas (Real decreto, 157/2022) pone de relieve la importancia de la FP y de las representaciones matemáticas a través de dos competencias específicas en la educación primaria: CE1 y CE6. Además, señala que una “buena representación o visualización del problema ayuda a su interpretación, así como a la identificación de los datos y las relaciones más relevantes” (p. 94). En geometría, las representaciones gráficas creadas por los estudiantes apoyan la comprensión de conceptos, el razonamiento espacial y la resolución de problemas (Crespo y Kyriakides, 2007). Así, por ejemplo, las tareas de replicar formas y completar imágenes de estructuración espacial son un medio habitual para evaluar la comprensión geométrica (Mulligan y Mitchelmore, 2009). De este modo, se pone de manifiesto que las representaciones de los objetos geométricos 2D y 3D son fundamentales en el aprendizaje de la geometría, por lo que los futuros docentes de primaria deberían utilizarlas de forma rigurosa. Por otro lado, el uso de herramientas tecnológicas digitales puede motivar y apoyar las actividades de FP (Abramovich y Cho, 2015).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es analizar las representaciones gráficas (figuras geométricas) propuestas por futuros docentes de primaria, al reformular problemas de geometría vinculados al concepto de área. Previamente, resolvieron un problema basado en la representación gráfica de dos figuras planas, haciendo uso de tecnología y sin ella.

De manera más detallada, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es el rol que tienen las representaciones gráficas en el enunciado del problema reformulado? ¿Y qué papel juega la tecnología?
2. ¿Cómo influyen las representaciones gráficas de un problema resuelto previamente en la reformulación del mismo respecto a la creación de nuevas representaciones hechas con y sin tecnología?
3. ¿Cómo se reflejan los datos asociados a la medida en los problemas o en las representaciones gráficas de nueva creación respecto a su rigor, con y sin tecnología?

MARCO CONCEPTUAL

La actividad matemática necesita disponer de diferentes sistemas de representación semiótica que puedan utilizarse libremente en función de la tarea que se vaya a realizar, o según la pregunta que se formule (Duval, 1999). La enseñanza de la geometría está relacionada directamente con la

representación de objetos a los que alude, tales como figuras y cuerpos. Por ello, indica Duval (2006) que en geometría es necesario combinar el uso de al menos dos sistemas de representación semióticos, uno para la expresión verbal de las propiedades o para la expresión numérica de la magnitud y el otro de tipo figurativo o gráfico para la visualización. Las figuras son importantes porque a través de ellas se observan conexiones y relaciones que serían difíciles de realizar a través de otras representaciones semióticas como el discurso verbal o simbólico. No es posible enseñar geometría sin utilizar representaciones figurativas o gráficas. Este trabajo analiza la construcción de representaciones gráficas realizada por futuros docentes cuando reformulan problemas, estudiando su rigor y precisión con tecnología (Abramovich y Cho, 2015).

El uso de representaciones gráficas realizadas en papel o con medios tecnológicos constituyen una herramienta cognitiva clave en el aprendizaje de la geometría (Csíkos et al., 2012; Ott, 2020). Investigaciones recientes señalan que la combinación de herramientas tecnológicas para la representación gráfica fomenta el proceso de visualización y el razonamiento espacial y geométrico, fundamental en la resolución de este tipo de problemas matemáticos (Žakelj y Klančar, 2022). Ott (2017, 2020) analiza las representaciones gráficas o dibujos generados por estudiantes de primaria al resolver problemas distinguiendo en sus resultados entre:

- No hay gráficas: sólo consta de cálculos o texto escrito.
- Externa al texto: no hay ningún vínculo de la representación con el texto en cuanto al contenido.
- Ilustrativa: existe un vínculo de la representación con el texto, pero no se representan objetos estructuralmente relevantes desde la matemática.
- Relacionada con el objeto: existe un vínculo con el texto y se representan objetos estructuralmente relevantes aunque las relaciones entre ellos no son identificables.
- Diagrama implícito: existen elementos gráficos con un enlace al texto, se representan objetos estructuralmente relevantes y las relaciones entre ellos se pueden identificar, pero no se enfatizan explícitamente (por lo tanto, es necesario deducirlas).
- Diagrama explícito: si posee elementos gráficos con un vínculo al texto, se representan objetos estructuralmente relevantes y las relaciones entre ellos se pueden identificar y se destacan explícitamente.

Cuando los estudiantes generan una representación gráfica para resolver un problema, deben comprender qué objetos intervienen en la tarea y cómo se relacionan entre sí. Una representación gráfica es útil si refleja correctamente la estructura del problema matemático y los datos numéricos o relaciones relevantes (Larkin y Simon, 1987). Estos mismos principios pueden aplicarse al utilizar representaciones gráficas en el proceso de formular o reformular problemas y, en especial, cuando se plantean problemas cuyo enunciado incorpora información con una representación gráfica. En el caso que nos ocupa esta representación gráfica son figuras geométricas planas irregulares.

METODOLOGÍA

Participantes e instrumento

Se ha realizado un estudio con una muestra formada por 73 estudiantes de tercer curso del Grado en Maestro en Educación Primaria en la Universidad de La Laguna (España), elegidos mediante muestreo aleatorio simple entre los 199 estudiantes matriculados en la asignatura de Didáctica de la Medida y de la Geometría (DMG). Estos estudiantes, con formación disciplinar y didáctica en matemáticas, pero sin instrucción previa en FP, respondieron dos cuestionarios elaborados al efecto, uno con lápiz y papel (ST) y otro con apoyo digital (CT). Cada cuestionario incluyó tres actividades: dos no estructuradas (con un número y un contexto) y una estructurada (FP basada en un problema

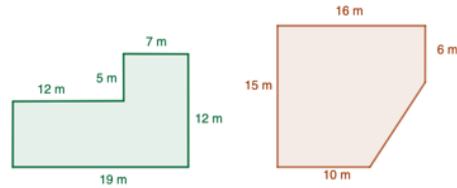
dado con representaciones gráficas). En el CT tenían la oportunidad de utilizar un Geoplano online (Geoboard) como soporte para resolver o elaborar los nuevos problemas, herramienta con la que habían trabajado la medición de áreas de figuras planas compuestas en la asignatura DMG. La Figura 1 muestra la actividad 3 realizada, sobre la que realizaremos el estudio.

Figura 1

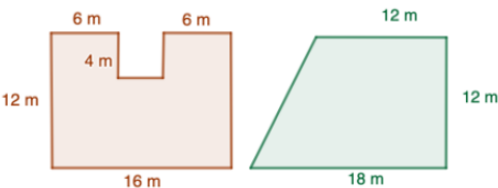
Actividad 3 propuesta a los estudiantes, sin tecnología (izda.) y con tecnología (dcha.)

Requerimiento: Resolver el siguiente problema y, a partir de él, formula dos nuevos problemas.

Las siguientes imágenes son fotografías aéreas de las huertas de Tino y María. Sabemos que la superficie de la huerta de María es mayor que la de Tino. ¿Cuál es la huerta de cada uno?



Las siguientes imágenes son fotografías aéreas de dos aparcamientos, A y B. Sabemos que la superficie del aparcamiento A es mayor que la del B. ¿Qué imagen corresponde a cada aparcamiento?



Proceso de análisis

Los 73 participantes seleccionados realizaron 131 resoluciones de los problemas propuestos (69 ST y 62 CT) y reformularon 287 problemas. En la Tabla 1 se muestra su desempeño en la actividad 3.

Tabla 1

Número de resoluciones y reformulaciones realizadas en la actividad 3.

Actividad	Resolución			Reformulación		Total
	C*	NC*	NR*	1 Prob*	2 Prob*	
Sin Tecnología (ST)	30	39	4	1	72	145
Con Tecnología (CT)	34	28	11	4	69	142

*C=Correcto, NC=No correcto, NR=No resuelto; 1 Prob= reformula 1 problema, 2 Prob= reformula 2 problemas

Se ha seguido una metodología mixta, descriptiva y exploratoria (McMillan y Schumacher, 2005), basada en un análisis del contenido de tipo convencional (Hsieh y Shannon, 2005). Se desarrolló un análisis interpretativo de las representaciones presentes en los problemas reformulados, que constituyen las unidades de análisis del estudio. Cada problema se codificó con un proceso múltiple ciego con tres codificadores atendiendo a tres aspectos de la representación gráfica: Rol de la representación, Relación y complejidad (figura simple/básica o compuesta) de la representación en comparación con la dada en el problema inicial, y Coherencia de las longitudes dadas en la representación. Las discrepancias se resolvieron por triangulación entre los investigadores. Para el primer aspecto se siguen las categorías adaptadas de la reformulación de Ott (2017) (Tabla 2).

Tabla 2

Categorías del rol de la representación. Fuente: adaptación de Ott (2017).

Ilustrativa o solución		La representación es prescindible o es solución
Imprescindible	Implícita	Representación imprescindible con información deducible
	Explícita	Representación imprescindible con toda la información
Sin representación		No contiene representación

Para los otros dos aspectos las categorías de codificación fueron definidas directamente a partir de los datos, ya que no se encontraron categorías en la literatura analizada. Este enfoque permite obtener información directa sin imponer categorías preconcebidas o perspectivas teóricas (Hsieh y Shannon, 2005). Las categorías resultantes se centraron, por un lado, en la relación de la representación con la imagen de la actividad 3 (Figura 1), y en la complejidad de las nuevas representaciones

proporcionadas. Y, por otro, en observar la corrección y el rigor de las cantidades numéricas de las longitudes respecto a las representaciones, atendiendo a si son deducibles, erróneas matemáticamente o no proporcionales. Los problemas siguen un código XXXA/B-ST/CT, indicando el primer (A) o segundo (B) problema reformulado y si fue ST o CT.

RESULTADOS

A. Rol de la representación en el problema reformulado

En el análisis del rol de la representación en el problema (Tabla 3) destaca que, la mayoría de los problemas reformulados ST no posee representaciones gráficas (51,7%) mientras que, en los problemas reformulados CT predominan las representaciones con información necesaria e implícita (54,9%). Esto último indica que las representaciones realizadas no explicitan toda la información, sino que se debe deducir a partir de sus relaciones geométricas. También se observa que muy pocas representaciones gráficas son ilustrativas o forman parte de la resolución del problema.

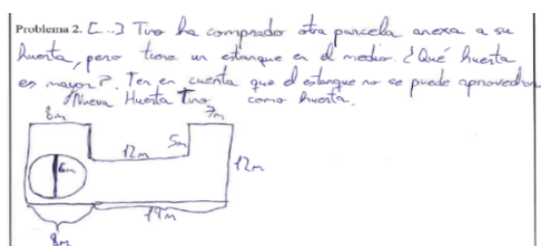
Tabla 3
Número (%) de problemas por categorías de representación gráfica

Rol de la representación	ST	CT
Ilustrativa o solución	4 (2,8)	2 (1,4)
Imprescindible Implícita	47 (32,4)	78 (54,9)
Explícita	19 (13,1)	20 (14,1)
Sin representación	75 (51,7)	42 (29,6)
Total	145	142

A modo de ejemplo de representación gráfica explícita, la reformulación 197B-ST (Figura 2) contiene toda la información necesaria para el cálculo del área.

Figura 2

Ejemplo de representación gráfica imprescindible y explícita. Fuente: problema 197B-ST.



[...] Tino ha comprado otra parcela nueva a su huerta, pero tiene un estanque en el medio. ¿Qué huerta es mayor? Ten en cuenta que el estanque no se puede aprovechar como huerta.

Figura 3

Ejemplo de representación imprescindible implícita. Fuente: problema 12A-CT.

Calcular el área de las siguientes figuras:

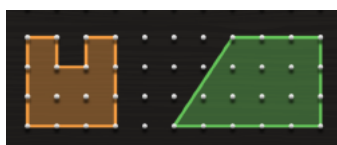
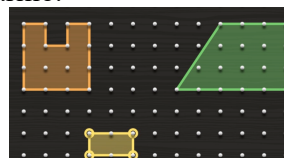


Figura 4

Ejemplo de representación imprescindible explícita. Fuente: problema 12B-CT.

Calcula el área de las siguientes figuras, incluido el rectángulo, tomando como unidad de medida el rectángulo amarillo.



En cambio, en las reformulaciones del mismo estudiante, 12A-CT y 12B-CT (Figuras 3 y 4, respectivamente), se observa que la primera no indica las unidades y las sobreentiende dadas por el propio geoplano, por lo que se considera implícita. Mientras que la segunda sí señala cuál será la unidad de área, y está dentro de la categoría explícita.

B. Influencia de las representaciones gráficas dadas

En cuanto al tipo de representación gráfica utilizada (Tabla 4) en relación con la dada (Figura 1), se observa que la mayoría de los problemas ST no añaden una nueva representación (59,4%) y, de estos, prefieren referenciar de manera verbal las del problema resuelto. En cambio, en los problemas reformulados CT, la mayoría añaden una nueva representación (51,1%) y, además, lo hacen principalmente con una figura compuesta, sin relación con la del problema inicial (25,4%).

Tabla 4
Número (%) de problemas por categorías de representación gráfica.

Tipos de representación		ST	CT
Sin representación		13 (9,0)	13 (9,2)
Utiliza la representación propuesta	con referencia verbal en el enunciado replicándola	62 (42,8)	29 (20,4)
Utiliza una representación nueva con un/una	triángulo, rectángulo o cuadrado	11 (7,6)	28 (19,7)
	figura compuesta, inspiradas en la propuesta	12 (8,3)	14 (9,9)
	figura compuesta, sin relación con la propuesta	18 (12,4)	22 (15,5)
Total		29 (20,0)	36 (25,4)
		145	142

Como ejemplo podemos ver el problema 197B-ST (Figura 2) cuya representación es compuesta y sin relación con la propuesta. En cambio, los problemas 12A-CT y 12B-CT (Figuras 3 y 4, respectivamente) son ejemplos que utilizan la representación propuesta, replicándola.

C. Coherencia entre la representación gráfica con las longitudes asignadas

Finalmente, seleccionamos los 104 problemas reformulados (55 ST y 49 CT) cuyas representaciones gráficas poseen medidas de longitud en sus lados. Se observa que (Tabla 5) cerca de un 60% de los problemas CT poseen una información correcta, pero en los problemas ST es solo un 34.5%. Además, en los problemas ST las longitudes con errores y no proporcionales son muy frecuentes (58,2%), mientras que en los problemas CT son solo el 32,7%.

Tabla 5

Número (porcentaje) de problemas según la coherencia de la representación con las longitudes asignadas.

Categorías de coherencia	ST	CT
Longitudes correctas	19 (34,5)	29 (59,2)
Longitudes no deducibles	4 (7,3)	4 (8,2)
Longitudes erróneas	11 (20,0)	2 (4,1)
Longitudes no proporcionales	21 (38,2)	14 (28,6)
Total	55	49

Figura 5

Ejemplo de representación con longitudes no proporcionales. Fuente: problema 231B-ST.

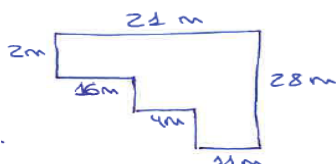
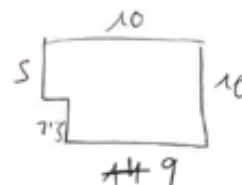


Figura 6

Ejemplo de representación con longitudes erróneas. Fuente: problema 76A-ST.



El problema 231B-ST (Figura 5) es un ejemplo de representación gráfica con longitudes no proporcionales, pues las longitudes 2, 16, 4, 11 se representan de forma similar. El problema 76A-ST

(Figura 6) es un ejemplo de una representación con medidas imposibles, dado que el lado derecho mide 10 unidades y en el derecho habría un total de 7.5 unidades (5+2.5 unidades).

CONCLUSIONES

En este estudio se han analizado las representaciones gráficas en la reformulación de problemas de áreas llevada a cabo por 73 docentes en formación de Educación Primaria, y en concreto, la influencia de la representación gráfica del problema resuelto previamente y de la tecnología.

Se ha podido observar que en la actividad CT los futuros docentes incluyen una representación gráfica en mayor proporción que ST. De hecho, en más de la mitad de los problemas ST, los futuros docentes no incluyen una representación gráfica, mientras que en CT predominan las representaciones gráficas necesarias con información implícita (Larking y Simon, 1987). Según Žakelj y Klančar (2022), el uso de tecnología en el aprendizaje de la geometría fomenta la comprensión de los conceptos matemáticos, la exploración de relaciones así como las representaciones gráficas precisas. Por otra parte, queda abierto investigar si en los problemas con información implícita, los futuros docentes han sido conscientes de ello, analizando la posibilidad de resolución con los datos aportados.

En cuanto a la relación entre la representación gráfica del problema inicial con el reformulado, se ha observado que la herramienta tecnológica ha favorecido que los problemas reformulados cuenten con nuevas representaciones, principalmente compuestas y diferentes a las del problema dado (Abramovich y Cho, 2015). Por su parte, la reformulación ST suele referenciar o copiar la imagen facilitada en el problema resuelto, aunque, cuando agregan una representación gráfica nueva, esta también suele ser compuesta y diferente a la proporcionada.

Finalmente, un tercer hallazgo se relaciona con el uso de las longitudes de medida en las representaciones utilizadas. En este caso, también se observan diferencias entre las representaciones en problemas CT, que la mayoría incorpora estas unidades de forma correcta, mientras que los problemas ST suelen presentar representaciones no proporcionadas, poniendo de relieve poco rigor en ellas cuando agrega la información numérica necesaria para resolver el problema. Este resultado concuerda con lo señalado por Žakelj y Klančar (2022) quienes abogan por el uso de tecnologías y recursos digitales por su precisión en las representaciones gráficas.

La presente investigación revela la importancia de dedicar más atención al estudio de la representación de figuras geométricas y la relación con sus longitudes en la formación docente, de forma que se combinen correctamente estos dos sistemas de representación (Duval, 2006). Si bien, el tamaño de la muestra puede constituir una limitación, los hallazgos iniciales subrayan la necesidad de profundizar en estos conocimientos para mejorar la formación de los futuros docentes. Quedará para futuros estudios cómo integrar de manera efectiva estos hallazgos en los programas de formación inicial de docentes.

Agradecimiento

Trabajo financiado por PID2022-139007NB-I00, MCIN/AEI.

Referencias

- Abramovich, S. y Cho, E. K. (2015). Using digital technology for mathematical problem posing. En F.M. Singer, N. F. Ellerton y J. Cai (Eds.), *Mathematical problem posing, Research in mathematics education* (pp. 71-102). Springer. http://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_4
- Baumanns, L. y 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. y Hwang, S. (2020). Learning to teach mathematics through problem posing: Theoretical considerations, methodology, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 102, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.01.001>

- Cai, J., Koichu, B., Rott, B., Zazkis, R. y Jiang, C. (2022). Mathematical problem posing: Task variables, processes and products. En C. Fernández, S. Llinares, A. Gutiérrez y N. Planas (Eds.), *Proceedings of the 45th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 119-145). PME.
- Crespo, S. M. y Kyriakides, A. O. (2007). To draw or not to draw: Exploring children's drawings for solving mathematics problems. *Teaching Children Mathematics*, 14(2), 118-125. <https://doi.org/10.5951/TCM.14.2.0118>
- Csikós, C., Sztányi, J. y Kelemen, R. (2012). The effects of using drawings in developing young children's mathematical word problem solving: A design experiment with third-grade Hungarian students. *Educational Studies in Mathematics*, 81(1), 47-65. <http://doi.org/10.1007/s10649-011-9360-z>
- Duval, R. (1999). Representation, vision and visualization: cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning. En F. Hitt y M. Santos (Eds.), *Proceedings of the 21st annual meeting of the North American chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 3-26). ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Duval, R. (2006). A Cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103-131. <http://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Ellerton, N. F. (1986). Children's made-up mathematics problems—A new perspective on talented mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, 17, 261-271. <https://doi.org/10.1007/BF00305073>
- Hsieh, H. F. y Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Larkin, J. H. y Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11, 65-99. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6708.1987.tb00863.x>
- McMillan, J. H. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Prentice-Hall.
- Mulligan, J. T. y Mitchelmore, M. C. (2009). Awareness of pattern and structure in early mathematical development. *Mathematics Education Research Journal*, 21(2), 33-49. <https://doi.org/10.1007/BF03217544>
- Ott, B. (2017). Children's drawings for word problems-design of a theory and an analysis tool. *Proceedings of the CERME 10*. Dublin. <hal-01950540>
- Ott, B. (2020). Learner-generated graphic representations for word problems: an intervention and evaluation study in grade 3. *Educational Studies in Mathematics*, 105, 91-113. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09978-9>
- Real Decreto, 157/2022, 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, de 02 de marzo de 2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- Savin, V. y Orbay, K. (2024). Examining the Problem-Posing Skills of Prospective Classroom Teachers. *Participatory Educational Research* (PER), 11(5), 1-23. <http://dx.doi.org/10.17275/per.24.61.11.5>
- Singer, F. M., Ellerton, N. y Cai, J. (2015). *Mathematical Problem Posing. From Research to Effective Practice*. Springer.
- Vargas, J. P., Vanegas, Y. y Giménez, J. (2023). Diseño de tareas geométricas en la formación de futuros profesores de primaria. En C. Jiménez-Gestal, Á. A. Magreñán, E. Badillo y P. Ivars (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVI* (pp. 531-538). SEIEM.
- Žakelj, A. y Klančar, A. (2022). The role of visual representations in geometry learning. *European Journal of Educational Research*, 11(3), 1393-1411. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.3.1393>