

ESTRATEGIAS Y ERRORES DE FUTUROS MAESTROS EN LA RESOLUCIÓN DE UN PROBLEMA DE MEDIDA INDIRECTA

Prospective primary teachers' strategies and errors in solving an indirect measurement problem

Mengual, E., Arias, M., Lascorz-Lozano, L., López, A. A. y Rodríguez-Crespo, M.

Universidad de Zaragoza

Resumen

Este estudio analiza las estrategias y errores de estudiantes del grado de Educación Primaria al resolver una tarea PISA de medida indirecta que consiste en estimar el área de la superficie de la Antártida a partir de un mapa con escala. Participaron 101 futuros maestros de la Universidad de Zaragoza. Las producciones se sometieron a un análisis de contenido para identificar las estrategias utilizadas y los errores asociados. Los resultados muestran un predominio de estrategias de modelización geométrica y descomposición de superficies, así como errores frecuentes relacionados con el uso de la escala y de las unidades de área, lo que evidencia dificultades en la coordinación de las magnitudes implicadas en la medición indirecta.

Palabras clave: medida indirecta, área, estrategias de resolución, formación de maestros, errores.

Abstract

This study analyses the strategies and errors exhibited by Primary Education students when solving a PISA indirect measurement task that involves estimating the area of Antarctica from a scaled map. A total of 101 prospective teachers from the University of Zaragoza participated in the study. The written responses were analysed through content analysis to identify the strategies employed and the associated errors. The results show a predominance of strategies based on geometric modelling and surface decomposition, as well as frequent errors related to the use of the scale and area units, revealing difficulties in coordinating the magnitudes involved in indirect measurement.

Keywords: indirect measurement, area, problem-solving strategies, teacher education, errors.

INTRODUCCIÓN

En determinadas situaciones no es posible obtener una medida directamente, por lo que es necesario establecer relaciones entre magnitudes para estimar una cantidad. Estas situaciones dan lugar a tareas de medida indirecta, en las que se han identificado dificultades relacionadas con el uso de escalas, la estimación y el cálculo de áreas (Chamorro, 2001; Montejo-Gámez et al., 2023; Smith et al., 2011).

Para el presente estudio se ha seleccionado el problema “Superficie de un continente”, liberado del Programme for International Student Assessment (PISA) 2000, donde se requiere estimar el área de una superficie a partir de un mapa con escala. Los resultados obtenidos en esta prueba evidencian la complejidad de la tarea, ya que únicamente el 10,9 % del alumnado español respondió correctamente, frente al 19,3 % de media de la OCDE (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, s. f.; OECD, 2009).

Esta tarea permite analizar los conocimientos y estrategias que los futuros maestros ponen en juego en una situación de medida indirecta antes de recibir formación específica, lo que puede aportar información relevante para orientar procesos de formación sobre la enseñanza de la medida. Por ello, este trabajo tiene como objetivos: (1) analizar las estrategias de resolución utilizadas por los

estudiantes del grado de Educación Primaria para estimar el área de una superficie irregular a partir de una representación cartográfica con escala, (2) caracterizar los errores que emergen durante la resolución y (3) analizar el grado de éxito asociado a las distintas estrategias empleadas.

MARCO TEÓRICO

La medida indirecta

La medida indirecta se refiere a situaciones en las que el valor de una magnitud no puede obtenerse mediante medición directa, por lo que es necesario establecer relaciones con otras magnitudes medibles (Albarracín et al., 2026; Pizarro et al., 2016). Este proceso implica construir un modelo que permita deducir el valor buscado a partir de otras medidas. Un ejemplo habitual aparece en mapas o maquetas, donde la escala establece una relación de proporcionalidad entre las longitudes representadas y las reales (Fiol y Fortuny, 1990). En el caso del área, este proceso suele implicar la construcción de un modelo geométrico basado en mediciones auxiliares y en el uso de relaciones matemáticas o fórmulas para estimar el área de una superficie (Rojas y Albarracín, 2024; Albarracín et al., 2026).

La medida del área

La medición del área implica comprender el área como una magnitud bidimensional y coordinar conocimientos relacionados con la conservación del área, la estructuración espacial, el uso de unidades de área y las relaciones multiplicativas presentes en las fórmulas de área (Clements y Sarama, 2015; Smith et al., 2016; Caviedes et al., 2024). Sin embargo, en la práctica escolar suele predominar la memorización de equivalencias entre unidades y la aplicación de fórmulas, prestándose menor atención a los procesos de medición y estimación (Chamorro, 2001). Este enfoque, relacionado con la aritmetización de la medida (Chamorro y Belmonte, 1988; Mengual et al., 2016, 2017), puede reducir los problemas de área a cálculos mecánicos desvinculados de la comprensión de la superficie como magnitud.

Estrategias de medición y estimación de un área

Medir un área plantea diversos desafíos para los estudiantes. Entre ellos destacan la comprensión de la conservación del área, el significado de las unidades de medida, la estructuración del espacio, la comprensión de las fórmulas de área y la distinción entre área y perímetro (Smith et al., 2016). El área se conserva bajo muchas transformaciones geométricas, lo que implica reconocer que el espacio ocupado por una región no cambia, aunque su forma se modifique mediante desplazamientos, particiones o recomposiciones (Clements y Sarama, 2015; Smith et al., 2016).

Una estrategia fundamental para desarrollar la comprensión del área consiste en el uso de pavimentaciones o recubrimientos mediante unidades cuadradas, que permiten cubrir una superficie sin huecos ni superposiciones y posteriormente realizar un conteo de unidades. Este tipo de actividades favorece la comprensión de las relaciones multiplicativas que subyacen a las fórmulas del área (Smith et al., 2016).

Olmo et al. (1989) identifican distintas estrategias para estimar el área de figuras irregulares. Entre ellas se encuentra la adición repetida, basada en iterar unidades de área para cubrir la superficie; la estrategia de longitud por anchura, que consiste en estimar dimensiones lineales y aplicar una fórmula de área; y la reestructuración, que implica transformar la figura mediante procesos de descomposición y recomposición para facilitar el cálculo de su área. En el caso de superficies irregulares, la medición del área suele implicar procesos de aproximación, lo que introduce la noción de error asociada a la estimación de medidas. La relevancia del error depende del contexto de la tarea y del grado de precisión requerido en la medición (Olmo et al., 1989).

Dificultades detectadas en tareas de medida del área

En el caso específico de la medición del área, se han identificado dificultades relacionadas con el uso de escalas, la interpretación de la relación entre longitudes y áreas, así como con la aplicación incorrecta o el desconocimiento de fórmulas para calcular áreas (Alguacil et al., 2016). Asimismo, en tareas de estimación y medida de magnitudes con futuros maestros se han descrito errores conceptuales, de medición, de uso de instrumentos, de unidades y de cálculo, además de dificultades en la comprensión de los resultados obtenidos (López-Serentill, 2022; Nortes y Nortes, 2023). También se han identificado dificultades específicas relacionadas con el uso y la interpretación de las unidades de área. Sosa-Martín et al. (2024) muestran que muchos futuros docentes omiten las unidades de medida o las utilizan de forma imprecisa al formular problemas de área, tratándolas en ocasiones como etiquetas desvinculadas del significado de la magnitud. Estas dificultades se relacionan, en parte, con el tratamiento escolar de la medida, en el que suele predominar la memorización de equivalencias entre unidades y la aplicación de fórmulas frente a los procesos de medición y estimación (Chamorro, 2001; Zacharos, 2006). En conjunto, estos errores reflejan problemas más profundos en la comprensión del área como magnitud bidimensional y en la coordinación entre las magnitudes implicadas.

El problema de la “Superficie de un continente” presenta dos dificultades que han sido señaladas en otros estudios: el uso de la escala y el carácter abierto de la tarea. En relación con la primera, Montejo-Gámez et al. (2023) señalan que el trabajo con representaciones a escala puede generar dificultades, especialmente cuando el alumnado debe relacionar las unidades del dibujo con las unidades correspondientes en la realidad. Por otra parte, el carácter abierto de las tareas de estimación puede generar tanto oportunidades de aprendizaje como obstáculos para los estudiantes, ya que les exige tomar decisiones sobre los procedimientos de resolución (Smith et al., 2011).

METODOLOGÍA Y ANÁLISIS

Este estudio adopta un diseño exploratorio-descriptivo basado en el análisis de las producciones de 101 estudiantes del grado de Educación Primaria de la Universidad de Zaragoza, que aún no habían cursado asignaturas relacionadas con la didáctica de las matemáticas. La tarea utilizada fue el problema “Superficie de un continente”, liberado por PISA 2000 (Figura 1). Los estudiantes resolvieron el problema de forma individual y explicaron el procedimiento seguido, pudiendo realizar anotaciones, cálculos o dibujos sobre el mapa. Las respuestas escritas constituyeron el corpus de análisis. Las producciones se sometieron a un análisis de contenido (Krippendorff, 2004) dentro de un enfoque de métodos mixtos (Creswell, 2014). La unidad de análisis estuvo formada por segmentos de las producciones escritas —expresiones matemáticas, cálculos o dibujos— que evidenciaban el procedimiento utilizado.

Las estrategias de resolución empleadas por los estudiantes se identificaron a partir de las producciones escritas. El sistema de categorías se construyó mediante la revisión de la literatura sobre medición y estimación de áreas (Clements y Sarama, 2015; Olmo et al., 1989; Smith et al., 2016) y un análisis exploratorio de las respuestas. A continuación, se llevó a cabo un proceso de triangulación entre investigadores para consensuar la codificación de las estrategias. Paralelamente, los investigadores identificaron errores presentes en las producciones de los estudiantes. A partir de este análisis exploratorio se elaboró un sistema de categorías de error, consensuado posteriormente por el equipo investigador. Seguidamente, se realizó un segundo proceso de triangulación entre investigadores para categorizar los errores identificados en cada producción de acuerdo con el sistema establecido.

Finalmente, se realizó un análisis cuantitativo calculando la frecuencia de cada estrategia y error, así como el porcentaje de éxito de las distintas estrategias de resolución. Se consideraron correctas las estimaciones comprendidas entre 12.000.000 y 18.000.000 km², siguiendo los criterios de corrección establecidos por PISA 2000 (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, s. f.).

Figura 1

Problema “Superficie de un continente” (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, s. f.)

A continuación, se presenta un mapa de La Antártida.



Pregunta 1

21 22 23 24 25 11 12 13 14 01 02 99

Estima el área de la Antártida utilizando la escala que acompaña al mapa.

Muestra cómo has hecho los cálculos y explica cómo has hecho tu estimación (Puedes dibujar sobre el mapa, si te es útil para hacer la estimación.)

RESULTADOS

Estrategias de resolución identificadas

- *A. Modelización geométrica mediante un círculo.* El estudiante aproxima el área de la Antártida mediante un círculo que cubre la mayor parte del continente. Para ello identifica una distancia máxima en el mapa o traza un círculo sobre la representación, mide el radio o el diámetro y utiliza la escala para transformar la medida a kilómetros. A partir de esta longitud calcula el área aplicando la fórmula del área del círculo.
- *B. Recubrimiento mediante figuras planas.* Los estudiantes estiman el área descomponiendo o recubriendo la superficie con figuras geométricas simples, como rectángulos, triángulos o cuadrados. Tras medir sus dimensiones sobre el mapa, calculan el área de cada figura y utilizan la escala —antes o después del cálculo— para estimar el área real de cada una. Finalmente suman las áreas de todas las figuras para aproximar el área de la Antártida.
- *C. Modelización mediante producto bidimensional.* En esta estrategia el área de la Antártida se aproxima a partir de dimensiones principales perpendiculares mostrando implícita o explícitamente un rectángulo. Los estudiantes miden estas longitudes en el mapa y calculan el área mediante el producto de ambas, aplicando la escala antes o después del cálculo para estimar el área real.
- *D. Inscripción en una figura plana y sustracción de áreas.* Los estudiantes inscriben la Antártida dentro de una figura plana mayor cuya área resulta fácil de calcular. Posteriormente identifican las regiones de dicha figura que no pertenecen al continente, calculan sus áreas y las restan del área total.
- *E. Mallado de la superficie.* Los estudiantes superponen una cuadrícula sobre el mapa y cuentan los cuadrados que cubren total o parcialmente la superficie del continente. Tras determinar el área real correspondiente a cada unidad mediante la escala, multiplican este valor por el número de cuadrados para estimar el área total.

Las estrategias identificadas pueden agruparse en tres formas de estimación del área de superficies irregulares: aproximación mediante figuras geométricas simples (A y C), descomposición de superficies (B y D) y pavimentación mediante unidades de área (E), en consonancia con procesos descritos en la literatura sobre enseñanza de la medida y del área (Clements y Sarama, 2015; Olmo et al., 1989; Smith et al., 2016).

De las 101 respuestas analizadas, 3 estudiantes dejaron la tarea en blanco, 2 calcularon únicamente una longitud y otros 2 calcularon el perímetro de la figura. En estos casos no se llegó a realizar una estimación del área. Entre las 94 respuestas en las que se intentó estimar el área de la superficie del continente, 23 (24,5 %) utilizaron la estrategia A, 29 (30,8 %) la estrategia B, 25 (26,6 %) la estrategia C, 9 (9,6 %) la estrategia D y 8 (8,5 %) la estrategia E. La mayoría de los estudiantes recurrió a estrategias de modelización geométrica o descomposición de la superficie: las estrategias A, B y C concentran 77 de las 94 respuestas (81,9 %). En cambio, la inscripción en un rectángulo y sustracción de áreas (D) y el mallado (E) fueron poco frecuentes.

Errores identificados

- *Er1. Error por no utilizar la escala.* El estudiante realiza cálculos sobre el mapa sin transformar las medidas del plano a las medidas reales. Por ejemplo, algunos estudiantes calculan el área directamente sobre el mapa y expresan el resultado en km^2 sin aplicar la escala para transformar las medidas del plano en medidas reales.
- *Er2. Error en el cambio de unidades longitudinales al utilizar la escala.* El estudiante aplica incorrectamente la relación entre las unidades de longitud del plano y las unidades correspondientes en la realidad. Por ejemplo, se asume que 1 cm del mapa equivale directamente a 200 km porque la escala está dividida en intervalos de 200 km, sin considerar la longitud real del segmento representado en la escala gráfica.
- *Er3. Error en el cambio de unidades de área al utilizar la escala.* El estudiante no coordina adecuadamente la relación cuadrática entre las unidades de longitud y las unidades de área. Por ejemplo, algunos estudiantes transforman el área obtenida en cm^2 a km^2 aplicando la escala de manera lineal, sin considerar que la conversión entre unidades de área implica una relación cuadrática.
- *Er4. Error en el recubrimiento con más de una figura geométrica.* El estudiante aproxima el área utilizando varias figuras planas, pero el recubrimiento obtenido presenta huecos o solapamientos entre las figuras empleadas que alteran la estimación del área.
- *Er5. Error en la obtención de una medida directa auxiliar.* El estudiante comete errores al calcular alguna de las medidas necesarias para estimar el área. Por ejemplo, se realizan mediciones poco precisas sobre el mapa —desviaciones de apenas un milímetro— que, al aplicar la escala, generan diferencias considerables en la estimación final del área.
- *Er6. Error en el uso de unidades de medida de área.* El estudiante utiliza unidades incorrectas o las omite al expresar el resultado del área. Por ejemplo, algunos estudiantes obtienen una estimación numéricamente razonable, pero expresan el resultado en km o sin indicar unidades, en lugar de utilizar km^2 .
- *Er7. Error en el uso de una fórmula de área.* El estudiante selecciona incorrectamente una fórmula para calcular el área de una figura plana. Por ejemplo, se utilizan expresiones como $\text{base} + \text{altura}$ en lugar de fórmulas multiplicativas para calcular áreas, o aplican fórmulas correspondientes a otras figuras geométricas.
- *Er8. Error de cálculo.* El estudiante comete errores aritméticos (de suma, resta, multiplicación o división) durante el proceso de resolución.

Estas categorías permiten distinguir entre errores vinculados al uso de la escala (Er1–Er3), errores relacionados con el proceso de medición (Er4–Er6), errores relativos al uso de fórmulas de área (Er7) y errores de cálculo aritmético (Er8). Esta distinción permite analizar no solo si la estimación obtenida se sitúa dentro del intervalo considerado correcto, sino también los distintos tipos de errores presentes durante el proceso de medida indirecta.

Relación entre estrategias, errores y éxito

Los resultados obtenidos para cada estrategia se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

Distribución de los errores identificados y porcentaje de aciertos según la estrategia utilizada.

Estrategia	Errores									Aciertos (%)
	Er1.	Er2.	Er3.	Er4.	Er5.	Er6.	Er7.	Er8.	TOTAL	
A	2	4	0	0	0	7	3	6	22	34,8 %
B	1	0	8	1	1	5	4	1	21	30,4 %
C	2	0	1	2	5	1	3	3	17	8,7 %
D	3	0	1	0	0	7	1	0	12	21,7 %
E	1	0	0	0	0	1	0	0	2	4,3 %
TOTAL	9	4	10	3	6	21	11	10	74	34,0 %

En total se registraron 74 errores en las 94 respuestas analizadas. El análisis de estos errores permite identificar cuatro grandes tipos de dificultades en la resolución del problema. En primer lugar, aparecen errores relacionados con el uso de la escala (Er1–Er3), que incluyen la no utilización de la escala o la conversión incorrecta de unidades lineales o de área. En total se registran 23 casos. En segundo lugar, se observan errores relacionados con el proceso de medición (Er4–Er6), que incluyen el recubrimiento de superficies, el cálculo de medidas auxiliares y el uso de unidades de área. Este grupo es el más numeroso, con 30 casos, destacando especialmente el uso incorrecto de unidades de área (Er6), con 21 casos. En tercer lugar, se identifican errores relacionados con el uso de fórmulas de área (Er7), con 11 apariciones, en las que los estudiantes seleccionan una fórmula inadecuada. Finalmente, aparecen errores de cálculo aritmético (Er8), con 10 casos, correspondientes a errores en operaciones necesarias para obtener la estimación final del área.

En relación con las estrategias utilizadas, se observa que las estrategias A, B y C concentran también la mayor parte de los errores, lo cual es esperable dado que son las estrategias más utilizadas por los estudiantes. No obstante, el análisis conjunto de estrategias y resultados muestra diferencias importantes en términos de éxito. La estrategia A (modelización mediante un círculo) presenta el mayor porcentaje de estimaciones correctas (34,8 %), seguida de la estrategia B (30,4 %) y de la estrategia D (21,7 %). Por el contrario, las estrategias C (8,7 %) y E (4,3 %) presentan porcentajes de éxito considerablemente menores.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados muestran que los futuros maestros recurren principalmente a estrategias de modelización geométrica y descomposición de superficies para estimar áreas irregulares, en consonancia con investigaciones previas sobre resolución de tareas de área (Caviades et al., 2024; Olmo et al., 1989). Asimismo, aunque en la práctica escolar suele predominar la aplicación de fórmulas y procedimientos algorítmicos (Chamorro, 2001), las estrategias identificadas muestran que muchos estudiantes son capaces de desarrollar procesos de estimación, descomposición y reorganización geométrica de superficies irregulares, aunque las dificultades aparecen posteriormente en la ejecución de cálculos, el uso de escalas o la expresión de unidades.

El análisis de los errores permite identificar dificultades relacionadas con el uso de la escala, la interpretación de la relación entre longitudes y áreas y el uso de unidades y fórmulas de área, aspectos que ya han sido señalados en investigaciones previas sobre medición del área (Alguacil et al., 2016; López-Serentill, 2022; Nortes y Nortes, 2023). En particular, los errores asociados al uso de la escala evidencian dificultades para coordinar las relaciones de proporcionalidad implicadas en la interpretación de representaciones a escala, en línea con lo señalado por Montejo-Gámez et al. (2023). Asimismo, la elevada frecuencia de errores en el uso de unidades de área sugiere una comprensión limitada del significado de la unidad de medida, que en muchos casos parece interpretarse como una etiqueta añadida al resultado numérico (Barrett et al., 2011). Este resultado coincide con lo señalado por Sosa-Martín et al. (2024), quienes identifican omisiones y usos imprecisos de las unidades de área en problemas formulados por futuros maestros.

Las diferencias de éxito entre estrategias podrían relacionarse con la complejidad de los procesos matemáticos implicados en cada aproximación. La estrategia A presenta el mayor porcentaje de aciertos, posiblemente porque requiere coordinar un número reducido de medidas y cálculos. Del mismo modo, las estrategias B y D podrían verse favorecidas por el predominio escolar de procedimientos vinculados al uso de fórmulas de área y la descomposición de superficies (Chamorro, 2001; Zacharos, 2006). Por el contrario, la estrategia C presenta porcentajes de éxito considerablemente menores, posiblemente debido a la dificultad de aproximar el área de una superficie irregular mediante un producto bidimensional cuando la forma del continente no se ajusta claramente a un rectángulo. Finalmente, la escasa frecuencia y el bajo porcentaje de éxito de la estrategia E sugieren que los procedimientos de pavimentación o mallado (Clements y Sarama, 2015; Smith et al., 2016) podrían tener una menor presencia en la experiencia escolar previa de los estudiantes (Mengual et al., 2016, 2017).

Finalmente, los resultados evidencian la necesidad de reforzar en la formación inicial del profesorado la comprensión de los procesos implicados en la medida indirecta, especialmente aquellos relacionados con la estimación, el uso de escalas y la coordinación entre magnitudes lineales y superficiales.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado dentro del grupo de investigación S60_26R "Investigación en Educación Matemática" financiado por el Gobierno de Aragón.

Referencias

- Albarracín, L., Rojas, F. y Torregrosa, A. (2026). Estrategias de medida indirecta: un enfoque de trabajo colaborativo en el terreno. *Enseñanza de las Ciencias*, 44(1), 165-182. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6474>
- Alguacil, M., Boqué, M. C. y Pañellas, M. (2016). Dificultades y errores en conceptos matemáticos básicos de los estudiantes para maestro. *Revista INFAD De Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1 (1), 419-430. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2016.n1.v1.162>
- Barret, K.E., Cullen, C., Sarama, J., Clements, D.H.; Klanderma, D., Miller, A. y Rumsey, C. (2011). Children's unit concepts in measurement: a teaching experiment spanning grades 2 through 5. *ZDM Mathematics Education*, 43, 637–650. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0368-8>
- Caviedes, S., De Gamboa, G. y Badillo, E. (2024). Mathematical connections involved in area measurement processes. *Research in Mathematics Education*, 26(2), 237-257. <https://doi.org/10.1080/14794802.2024.2370333>
- Chamorro, M. C. (2001). Las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de las magnitudes en educación primaria y ESO. En M. C. Chamorro (Coord.), *Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas* (pp. 79-122). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

- Chamorro, M. C. y Belmonte, J. M. (1988). *El problema de la medida: Didáctica de las magnitudes lineales*. Síntesis.
- Clements, D. H. y Sarama, J. (2015). *El aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas a temprana edad: el enfoque de las trayectorias de aprendizaje*. Learning Tools.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage.
- Fiol, M. L. y Fortuny, J. M. (1990). *Proporcionalidad directa. La forma y el número*. Síntesis.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (s. f.). *Superficie de un continente* [Recurso didáctico]. Educablab. <http://educablab.es/inee/evaluaciones-internacionales/preguntas-liberadas-pisa-piaac/preguntas-pisa-matematicas/geometria>
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology* (2nd ed.). Sage.
- López-Serentill, P. (2022). Categorización de los errores de los estudiantes para maestro de primaria en tareas de medida de magnitudes. En T. F. Blanco, C. Núñez-García, M. C. Cañadas y J. A. González-Calero (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXV* (pp. 363-371). SEIEM.
- Mengual, E., Gorgorió, N. y Albarracín, L. (2016). Las actividades de medida en el libro de texto: un estudio de caso. En J. A. Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 345-354). SEIEM.
- Mengual, E., Gorgorió, N. y Albarracín, L. (2017). Análisis de las actividades propuestas por un libro de texto: El caso de la medida. *REDIMAT*, 6(2), 136-163. <https://doi.org/10.17583/redimat.2017.2415>
- Montejo-Gámez, J., Fernández-Ahumada, E., Martínez-Jiménez, E. y Adamuz-Povedano, N. (2023). Análisis de modelos para la estimación de cantidades irregularmente distribuidas. En C. Jiménez-Gestal, Á. A. Magreñán, E. Badillo y P. Ivars (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVI* (pp. 387-394). SEIEM.
- Nortes, M. R. y Nortes, A. (2023). Medida de tiempos: un estudio con maestros en formación. *Números*, 113, 9-24.
- OECD. (2009). *Take the Test: Sample Questions from OECD's PISA Assessments*. OECD Publishing.
- Olmo, M. A., Moreno, F. y Gil, F. (1989). *Superficie y volumen: ¿algo más que el trabajo con fórmulas?* Síntesis.
- Pizarro, N., Albarracín, L. y Gorgorió, N. (2016). Caracterización de las tareas de estimación y medición de magnitudes. *Números*, 91, 91-103.
- Rojas, F. y Albarracín, L. (2024). Uso de actividades de medidas indirectas en la formación de maestros. *Números*, 116, 23-42.
- Smith, J. P., van den Heuvel-Panhuizen, M. y Teppo, A. R. (2011). Learning, teaching, and using measurement: introduction to the issue. *ZDM Mathematics Education*, 43, 617-620. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0369-7>
- Smith, J. P., Males, L. M. y Gonulates, F. (2016). Conceptual limitations in curricular presentations of area measurement: One nation's challenges. *Mathematical Thinking and Learning*, 18(4), 239-270. <https://doi.org/10.1080/10986065.2016.1219930>
- Sosa-Martín, D., García-Alonso, I. y Bruno, A. (2024). Uso de las unidades de área en problemas formulados por futuros profesores de primaria. En N. Adamuz-Povedano, E. Fernández-Ahumada, N. Climent y C. Jiménez-Gestal (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVII* (pp. 505-512). SEIEM.
- Zacharos, K. (2006). Prevailing educational practices for area measurement and students' failure in measuring areas. *The Journal of Mathematical Behavior*, 25(3), 224-239. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2006.09.003>