

USO DE LAS UNIDADES DE ÁREA EN PROBLEMAS FORMULADOS POR FUTUROS PROFESORES DE PRIMARIA

Use of area units in posed problems by prospective primary teachers

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

Universidad de La Laguna

Resumen

Se presenta un estudio sobre el uso de las unidades de medida de área por parte de futuros docentes de educación primaria cuando formulan problemas sobre dicha magnitud. Se consideran 220 problemas, formulados por 75 futuros docentes, en los que se analiza la tipología de unidades (no convencionales o convencionales) y los errores en su uso y descripción, en función de la plausibilidad (es decir, resolubilidad) de los problemas. Los resultados indican que los problemas formulados son mayoritariamente resolubles con un alto porcentaje de ellos en los que no se indican las unidades de medida, lo que los convierte en problemas con información insuficiente. Los errores encontrados se corresponden con descripciones incompletas o incorrectas de las unidades no convencionales que muestran la necesidad de un abordaje de las mismas en las asignaturas de didáctica de la matemática.

Palabras clave: *unidades de medida de área, formulación de problemas, futuros docentes de primaria.*

Abstract

This study presents an analysis of the use of area measurement units by future primary school teachers when pose problems about this magnitude. A total of 220 problems posed by 75 future teachers were analysed. The study examined the type of units used (conventional or no conventional) and the errors made, in terms of the plausibility (solvability) of the problems. The results indicate that the majority of the problems posed were solvable, with a high percentage lacking any indication of measurement units, making them problems with insufficient data. The errors found corresponded to incomplete or incorrect descriptions of non-conventional units, highlighting the need to address these issues in mathematics education courses.

Keywords: *area measurement units, problem posing, future primary school teachers.*

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de la medida produce dificultades en estudiantes de diferentes edades que han sido señaladas en la investigación desde hace varias décadas (Baturó y Nason, 1996). Para muchos estudiantes la comprensión de la medición se queda rezagada respecto a otras ideas matemáticas debido a que su instrucción suele enfocarse en aprender procedimientos para medir de forma directa (Stephan y Clements, 2003) o en aplicar fórmulas, sin comprensión de las ideas que subyacen a las magnitudes (Simon y Blume 1994). En concreto, el área se ha mostrado como una de las magnitudes más complejas para los estudiantes (Baturó y Nason, 1996; Yuberta et al., 2011), a pesar de que se usa con frecuencia en la vida cotidiana y sirve de modelo para explicar otros conceptos matemáticos, como el significado de fracción o la multiplicación numérica o algebraica. Diferentes trabajos han analizado la comprensión del área por parte de futuros docentes mostrando ciertas debilidades, entre las que se señalan las relacionadas con las unidades de medida (Caviedes et al., 2019; Chamberlin, 2022; Livy et al., 2012).

Para desarrollar los conceptos asociados a la medición de área en las aulas de primaria, los docentes deben buscar y crear problemas desde diferentes perspectivas y con diversos materiales. Por ello, el proceso de creación o formulación de problemas es una habilidad a desarrollar en los futuros docentes (Silver, 1994). Además, la investigación ha mostrado que formular problemas es un modo de aprender matemáticas y al mismo tiempo, un medio adecuado para evaluar la comprensión de los conceptos matemáticos adquiridos. Esto se ha señalado para alumnado de primaria y secundaria, así como para docentes en formación y en activo (Cai y Hwang, 2022; Ellerton, 2013).

Hay pocos estudios que aborden cómo formulan problemas de medida de área los futuros profesores. Una excepción es el estudio de Vargas et al. (2023) quienes analizan las tareas geométricas propuestas por futuros maestros a partir de unas ciertas imágenes que evocan diferentes contextos. Como resultado principal destaca el bajo nivel cognitivo de las tareas, centradas en su mayoría en la determinación de cuestiones aritméticas, como cálculo de áreas, perímetros, etc., sin implicar otros procesos clave de la actividad geométrica, como la visualización o la representación. En esta misma línea, la contribución que presentamos aborda el papel que otorgan los futuros docentes de educación primaria a las unidades de medida de área en los problemas que formulan. En concreto, el objeto del estudio es:

1. Conocer los tipos de unidades (convencionales y no convencionales) más empleados cuando formulan problemas de áreas, según la plausibilidad (o resolubilidad) del problema.
2. Analizar los principales errores en la expresión de las unidades de área en los enunciados de los problemas formulados.

MARCO TEÓRICO

La investigación sobre la enseñanza del concepto de área y su medición en la educación primaria lleva vigente varias décadas (e.g. Bofferding et al., 2023; Huang et al., 2013; Stephan y Clements, 2003). El aprendizaje inicial implica observar la particularidad de esta magnitud, reconocer las unidades adecuadas y seguir un procedimiento de medición directo (reiterando la unidad de medida sobre la superficie a medir) o indirecto (a través de las fórmulas). En ambos casos se pueden utilizar unidades de medida no convencionales (por ejemplo, número de figuras planas iguales dentro de la superficie) o convencionales (por ejemplo, del Sistema Internacional, SI). Es usual que en la enseñanza inicial se comience con la comparación y la ordenación de áreas de distintas figuras de forma directa y, posteriormente, se traten las mediciones indirectas a través de sus fórmulas. La investigación ha informado de diferentes errores por parte de los estudiantes en el aprendizaje del área, tales como no entender cómo se produce la unidad de área a partir de la unidad de longitud, no comprender situaciones de conservación del área o la estructura de rejilla en relación al área, o confundir el área y el perímetro incluidas sus fórmulas (Tan Sisman y Aksu, 2016). Si bien existe consenso sobre la importancia de la instrucción conceptual para una enseñanza eficaz del área, aún son necesarias investigaciones que examinen en profundidad su comprensión (Idrus et al., 2022). La enseñanza del área presenta a priori una dificultad de tipo didáctico, pues para medir un área no hay un instrumento conocido por los estudiantes, como puede ser la regla para el caso de la longitud o la balanza para la masa; además, en ocasiones se produce un abordaje rápido hacia la aplicación de fórmulas, antes de que los estudiantes hayan interiorizado el sentido de esta magnitud.

Para que los docentes puedan ofrecer una instrucción significativa en la medición de áreas a sus estudiantes, es fundamental que ellos mismos posean una comprensión sólida de este concepto. Sin embargo, este conocimiento por parte de muchos docentes de primaria se ha mostrado insuficiente (Livy et al., 2012). En este último estudio se muestra cómo docentes en activo manifiestan errores similares a los de estudiantes de primaria y tienen habilidades limitadas para encontrar ejemplos necesarios para enseñar este tópico. Las dificultades de los futuros docentes en la medición de áreas pueden organizarse en torno a una dependencia excesiva en enfoques basados en fórmulas y dificultades con las unidades de área. En este sentido, se ha constatado una clara tendencia a asociar

el área con el uso de fórmulas (Caviades et al., 2021) priorizando métodos numéricos y fórmulas frente a métodos geométricos e intuitivos que facilitarían la medición (Caviedes Barrera, 2019). En esta población también se han identificado muchas dificultades para estimar el área de superficies y para hacer mediciones sin la utilización de fórmulas (López-Serentill, 2022). Barrett et al. (2011) y Stephan y Clements (2003) señalan que el uso adecuado de las unidades de medida en el proceso de medición implica realizar determinadas acciones: identificar las unidades, abstraer, iterar, coordinar unidades anidadas (sin dejar espacios y sin solaparse) y usarlas para establecer la razón de la medición. Estas acciones están relacionadas entre sí, así la iteración de la unidad implica contar con una comprensión adecuada de la propia unidad establecida. En este sentido, distintos investigadores han indicado que a pesar de la importancia del concepto de unidad de medida, rara vez se ha analizado su uso más allá de las unidades de longitud (Barrett et al., 2011). Estos mismos autores señalan que, en ocasiones, el concepto de unidad no suele estar bien desarrollado en los estudiantes y utilizan las unidades como “etiquetas para nombrar una cantidad que, con frecuencia, lo hacen sin ser capaces de mostrar el significado de la unidad correspondiente” (p. 638). En el caso de los futuros docentes, encontramos que Chamberlin y Candelaria (2014) comprobaron que un número significativo de los futuros maestros de primaria participantes en su estudio tenía una comprensión limitada del área, de cómo se mide y de sus unidades métricas. En otros trabajos con futuros docentes se ha observado que presentan errores pues utilizan unidades lineales en lugar de unidades cuadradas para medir el área (Simon y Blume, 1994; Tierney et al., 1990). También Chamberlin (2022) detecta confusiones sobre las unidades de área y una falta de apreciación de las ventajas de usar cuadrados unitarios como unidades de área. En línea con estos trabajos, en este estudio se pone el foco en la acción de cómo los futuros docentes identifican las unidades de medida de área al formular problemas, observando cómo de precisos son en su expresión.

METODOLOGÍA

Participantes e instrumento

Se realizó un estudio con una muestra de 75 estudiantes, seleccionados mediante un muestreo aleatorio simple entre 199 estudiantes matriculados en la asignatura de Didáctica de la Medida y la Geometría, del tercer curso del grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de La Laguna. Estos estudiantes no recibieron formación previa sobre formulación de problemas y resolvieron un cuestionario digital, elaborado al efecto, compuesto por tres actividades, en el que se les ofrecía la oportunidad de utilizar un Geoplano online (Geoboard) como soporte para elaborar los problemas. La primera actividad, objeto de análisis en este trabajo, se plantea con el siguiente enunciado:

Actividad 1. Formula tres problemas sobre áreas, de diferente dificultad, donde aparezca el número 36. Este número puede ser un dato o una solución. Recuerda que puedes añadir cualquier tipo de información (numérica, de contexto, ...).

Proceso de análisis de los datos

Los 75 participantes seleccionados formularon un total de 220 problemas, puesto que algunos solo presentaron uno o dos problemas. Para su análisis se ha seguido una metodología cualitativa (Cohen et al., 2018), en la que se han establecido categorías de respuestas atendiendo al análisis del contenido (Krippendorff, 2013). Cada problema se codificó con un proceso múltiple ciego con tres codificadores. Para ello, se siguieron las categorías de análisis descritas en la Tabla 1, observando la resolubilidad o plausibilidad de cada problema. Así, Grundmeier (2015) distingue entre problema: a) no plausible si contiene afirmaciones no válidas y no es resoluble aun cuando se añada más información; b) plausible con información insuficiente, si puede resolverse aunque el enunciado sobreentiende (o no hace explícita) parte de la información; c) plausible con información suficiente de una tarea o varias tareas matemáticas. También se han categorizado aquellos que no hacen referencia a las áreas, a pesar de ser un requisito de la tarea.

Tabla 1. Categorías de análisis de la plausibilidad de los problemas formulados

Categorías	Descripción
NP	No es plausible por contener errores matemáticos
PIn	Plausible con información insuficiente (explícita o no) para resolverlo
P	Plausible con información suficiente, de una o varias tareas matemáticas

Posteriormente, se profundizó en el estudio de las unidades de medida implicadas en los problemas formulados, observando si no se indican (NI), o se indican siguiendo el *Sistema Internacional* o *No Convencionales*. Cuando se indican las unidades, se ha analizado el tratamiento dado a la definición. Así, se ha podido observar que, o bien se ha indicado la definición *correcta* (Corr), o bien incorrecta, ya sea porque se *omite la definición* o explicación de la unidad (Omis), o se hace una *descripción incorrecta de la unidad* (Desc). Finalmente, se han categorizado como *otros* el resto de errores (Otro) en el uso de las unidades.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los problemas que enunciaron los futuros profesores fueron muy semejantes en cuanto a su estructura, en el sentido de que eran problemas directos que pedían calcular el área de figuras simples (cuadrados, rectángulos, o figuras irregulares). El primer análisis de los problemas formulados atendió a las categorías de la Tabla 1. Es necesario señalar que no todos los problemas formulados van acompañados de una imagen o representación en el geoplano. Se analizan 215 problemas formulados por futuros maestros. De estos, plantearon 21 (9.5%) problemas que no son plausibles (NP), es decir, con errores matemáticos que impiden su resolución. Cuatro de estos problemas manifiestan errores relacionados con las unidades de medida utilizadas (Figura 1).

A continuación, en la Tabla 2 se presenta el análisis de las unidades de medida utilizadas en los 194 problemas plausibles. De ellos el 34.5% fueron plausibles con información insuficiente (PIn) y el 65.5% plausibles con información suficiente (P). Si los observamos desde las tipologías de unidades encontramos un 21.7% del SI y un 19.1% no convencionales que están descritas de forma correcta.

Tabla 2. Número (porcentaje) de problemas según plausibilidad y tipología de unidades

Cat.	NI	Sistema Internacional		No Convencional				Total
		Corr	Desc	Corr	Omis	Desc	Otro	
PIn	58 (29.9)	2 (1.0)	2 (1.0)	0	0	3 (1.5)	2 (1.0)	67 (34.5)
P	0 (0)	40 (20.7)	0	37 (19.1)	34 (17.5)	12 (6.2)	4 (2.1)	127 (65.5)
Total	58 (29.9)	42 (21.7)	2 (1.0)	37 (19.1)	34 (17.5)	15 (7.7)	6 (3.1)	194 (100)

Se explica, a continuación, el análisis realizado que ha dado lugar a los resultados anteriores. Los ejemplos mostrados se enumeran con el código asignado a cada estudiante y el número del problema.

A. No indican las unidades

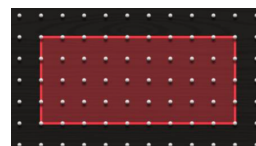
Los futuros maestros y maestras han formulado 58 problemas (29.9%) en los que no se especifica la unidad de medida a utilizar, los cuales se consideran en la categoría PIn, puesto que ello implicaría no poseer toda la información necesaria. En esta categoría se incluyen problemas como el 015-1 (Figura 1) que es un problema resoluble con información insuficiente pues, para indicar el área es necesario conocer cuál es la unidad de medida.

Figura 1. Ejemplos de problemas formulados en las categorías NP y NI. Fuente: elaboración propia

113-2: Sabemos que la cama de Luis tiene forma de rectángulo, si queremos calcular su área y podemos medirlo con el rectángulo siguiente: ¿de cuántos rectángulos está formada la cama?



015-1: Indica el área de la siguiente figura.

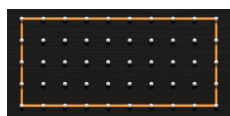


B. Unidades del Sistema Internacional

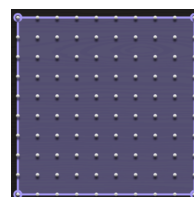
Se han formulado 44 problemas en los que se utilizan unidades del SI (22.7%). Es relevante que, en su mayoría, presentan toda la información necesaria para su resolución. Solo dos de ellos son PIn debido a que no especifican una de las dimensiones de la figura necesaria para su resolución, como ocurre en el ejemplo 0243-2 (Figura 2). Además, en este problema se expresa una longitud con unidades del SI, mientras que la unidad de superficie no se concreta. Por esta razón, es uno de los problemas que se han categorizado como *error en la descripción de la unidad* (Desc). Por su parte, el problema 052-2 (Figura 2) contiene toda la información necesaria para su resolución y, por tanto, es de categoría P, y además, utiliza las unidades del SI de forma correcta. Cabe destacar que la imagen que representa en el geoplano no es parte del enunciado del problema sino de la resolución, que puede considerarse correcta si se hace la correspondencia de 1 cm con la longitud entre dos clavos consecutivos en horizontal o en vertical, conversión que no ha indicado el estudiante.

Figura 2. Ejemplos de problemas formulados en la categoría SI. Fuente: elaboración propia

0243-2: Mi madre ha decidido comprarme una alfombra para mi habitación, sabiendo que mi cuarto tiene un metro de ancho en total, me ha dicho que la superficie total de dicha alfombra es de 36 unidades. ¿Qué medidas tendrá de largo y de ancho dicha alfombra?



052-2: Si tenemos un cuadrado cuyos lados miden entre los cuatro 36 cm. ¿Cuánto medirá cada lado? ¿Cuánto medirá su superficie? Representalo en el geoplano para dar la solución.



C. Unidades no convencionales

Un total de 92 problemas, que representan casi la mitad de todos los formulados (47.4%), utilizan unidades de medida no convencionales. En esta categoría se encuentran solo 5 problemas cuyo enunciado no contiene información suficiente para su resolución, como por ejemplo el problema 205-1 (Figura 3), que señala las unidades, pero cuando formula la pregunta pretende que se responda a “cuánto mide” la figura, sin indicar a qué hace referencia esa medida (área, perímetro, lado, ...). Por esta razón, este problema se categoriza dentro de los problemas PIn. Un ejemplo de un problema formulado plausible usando unidades no convencionales es el 070-2 (Figura 3).

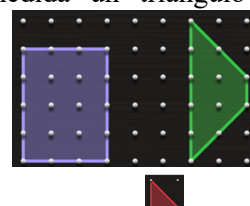
Un análisis en detalle de los problemas formulados que utilizan unidades no convencionales ha dado lugar a observar las tipologías descritas. Así, en solo 37 problemas se indican correctamente las unidades de medida, mientras que en 55 problemas (28.4%), es decir, más de la mitad de los problemas que utilizan unidades no convencionales, se cometen errores al expresar las unidades no convencionales, bien por *omisión de la explicación de la unidad* no convencional (Omis), por *errores en la descripción de la unidad* (Desc) o por otros errores (Otro) (Tabla 2).

Figura 3. Ejemplos de problemas de la categoría unidad no convencional. Fuente: elaboración propia.

205-1. Considerando como unidad de medida el cuadrado formado por 4 clavos consecutivos, averigua cuánto mide la figura de la imagen.



070-2: Tomando como unidad de medida un triángulo compuesto por tres pivotes contiguos, ¿cuál de las siguientes figuras tiene una superficie mayor? ¿Cuál es la suma de las dos áreas? La unidad de medida que se emplea es la siguiente:



C.1. Omisión de la explicación de la unidad no convencional

En este caso, los problemas incluyen las unidades no convencionales, pero no se señala cómo se construye la unidad no convencional. Se trata de un error por falta de precisión matemática. En este caso los estudiantes cuando formulan los problemas de áreas introducen las unidades no convencionales sin concretarla, es decir, indican unidades (u) o unidades cuadradas (u^2) sin explicar a qué se refiere exactamente en el contexto del problema. Se incluyeron 34 problemas (17.5%) en esta categoría, siendo la más frecuente entre los errores detectados con unidades no convencionales. Debemos señalar que esta omisión no se consideró una falta de información para la resolución del problema pues, como se puede observar en los ejemplos (Figura 4), los problemas se pueden resolver sin necesidad de más información. Así, en los problemas 130-3 y 037-2 (Figura 4) se pide construir una figura para un área predeterminada, sin explicar la unidad de medida.

Figura 4. Ejemplos de problemas que omiten explicar la unidad no convencional. Fuente: elaboración propia

130-3: Utilizando geoplano construye un polígono irregular cuya área sea 36 unidades cuadradas.

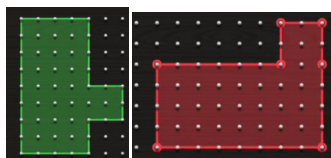
037-2: Ayudándote del geoplano, realiza figuras geométricas (en este caso, triángulos) en las que la suma de todas sus áreas de 36 u^2 .

C.2. Error en la descripción de la unidad no convencional

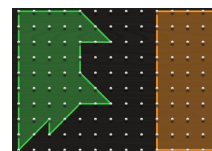
En esta categoría de error se sitúan 15 (7.7%) problemas que presentan una descripción de la unidad no convencional con errores. Como por ejemplo el problema 016-1 (Figura 5) en el que se señala que “el área estará representada por el número de cuadrados que contenga la figura”, sin identificar cómo se construyen dichos cuadrados. O el problema 102-3 (Figura 5), en el cual se señala que “la unidad de medida de uno de los cuadrados formado por 4 clavos”, de forma que no se trata de una descripción precisa, por lo que puede conducir a diferentes respuestas según cómo se interprete esta unidad (4 clavos consecutivos, 4 clavos en cada lado, 4 clavos interiores,...).

Figura 5. Ejemplos de problemas con error en la descripción de la unidad no convencional. Fuente: elaboración propia

016-1: Utiliza el Geoplano y dibuja 2 figuras que tengan área 36 u^2 , teniendo en cuenta que el área estará representada por el número de cuadrados que tenga la figura. Al tener el mismo área, ¿tienen el mismo perímetro?



102-3. A continuación tienes dos figuras de distinto área, teniendo en cuenta la unidad de medida de uno de los cuadrados formado por 4 clavos. ¿Qué figura tiene mayor superficie y cuál menos?



C.3. Otros errores

En esta categoría se identificaron solo 6 problemas. Un ejemplo de estos errores es cuando confunden unidades no convencionales de longitud y de superficie. Así, el problema 050-1 recoge en su enunciado “unidades cuadradas de longitud” (Figura 6).

Figura 6. Ejemplo de problema con otros errores (unidades no convencionales). Fuente: elaboración propia.

050-1: Carla quiere ponerle césped artificial a su patio, sabiendo que su área tiene 4 unidades cuadradas de ancho y 9 unidades cuadradas de largo. ¿Cuántas unidades cuadradas tiene el patio de Carla?



CONCLUSIONES

Analizar los problemas que formulan los futuros docentes es una estrategia útil para evaluar su conocimiento matemático, como ya se ha observado en trabajos previos (Cai y Hwang, 2020). El resultado más llamativo de este estudio es el alto número de problemas (casi un tercio de los

problemas analizados) que se enuncian sin señalar las unidades de medida. Esto los convierte en problemas plausibles con información incompleta, atendiendo a las categorías empleadas en la investigación (Grundmeier, 2015). Por un lado, los resultados han sido positivos, pues los futuros profesores han formulado mayoritariamente problemas resolubles, pero la ausencia de unidades los hacen incompletos. En este sentido, muchos de los futuros docentes de este estudio han planteado problemas de áreas inmediatos (“calcula el área de la figura representada en el geoplano”) sin otorgar importancia a la primera acción indicada por Barret et al. (2011) relacionada con la identificación de la unidad. Los resultados coinciden con lo indicado por estos autores con alumnado de primaria, al indicar que muchas veces los estudiantes utilizan las unidades de medida como etiquetas, sin reparar en su significado e importancia. Los problemas que han planteado hacen que la reflexión sobre la unidad de medida no sea compleja. Por ejemplo, hay ausencia de problemas en los que plantee una reflexión sobre cómo influye el tamaño de la unidad en el resultado de la medición, aspecto bien interesante para el alumnado de primaria. Casi la mitad de los problemas se proponen con unidades no convencionales (muy probablemente motivado por darles la oportunidad de utilizar un geoplano online), mientras que son menos los problemas con unidades del SI. El hecho de que se utilicen las unidades no convencionales ha revelado las principales causas de errores de las unidades, asociadas a descripciones incompletas y poco precisas. Por otra parte, las unidades del SI se utilizan con corrección, sin confundir las unidades de área con las de longitud. En general, se observa que los futuros maestros comprenden la iteración de la unidad pero, cuando deben describirla o definirla suelen cometer errores, ya sea porque dan por entendidas determinadas características que posee la unidad o por falta de rigor en la definición. Este trabajo pone en evidencia la necesidad de incidir en el estudio de las unidades de medida en la formación académica de los futuros docentes que muy probablemente sea extensible a otras magnitudes.

Agradecimiento.

Trabajo financiado por el proyecto PID2022-139007NB-I00 y PID2020-113601GB-I00, MCIN/AEI.

Referencias

- Baturo, A. y Nason, R. (1996). Student Teachers' Subject Matter Knowledge within the Domain of Area Measurement. *Educational Studies in Mathematics*, 31(3), 235–268.
- 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>
- Bofferding, L., Haiduc, A.M., Aquaze, M., Chen, L. y Kocabas, S. (2023). Using Incorrect Worked Examples to Investigate the Consistency of First and Third Graders' Measurement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21, 1913–1934. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10334-x>
- 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.
- Caviedes, S., De Gamboa, G. y Badillo, E. (2021). Una aproximación al conocimiento especializado sobre área en estudiantes para maestro. En P. D. Diago, D. F. Yáñez, M. T. González-Astudillo y D. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (pp. 213–220). SEIEM.
- Caviedes, S., Gamboa, G. y Badillo, E. (2019). Conexiones matemáticas que establecen maestros en formación al resolver tareas de medida y comparación de áreas. *Praxis*, 15(1), 69–87.
- Chamberlin, M. (2022). Lesson Experiment Cycles: Examining Factors that Affect Prospective Teachers' Learning of Area Measurement. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(1), em0665. <https://doi.org/10.29333/iejme/11469>
- Chamberlin, M. T., y Candelaria, M. S. (2014). Learning from teaching teachers: a lesson experiment in area and volume with prospective teachers. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 9(2), 113–134.

- Cohen, L, Manion, L. y Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8ª edición). Routledge.
- Ellerton, N. (2013). Engaging pre-service middle-school teacher-education students in mathematical problem posing: development of an active learning framework. *Educational Studies in Mathematics*, 83, 87–101.
- Grundmeier, T. A. (2015). Developing the problem-posing abilities of prospective elementary and middle school teachers. En F. M. Singer, N. Ellerton y J. Cai (Eds.), *Mathematical problem posing* (pp. 411–431). Springer.
- Huang, H.M. y K.G. Witz (2013). Children's Conceptions of Area Measurement and Their Strategies for Solving Area Measurement Problems. *Journal of Curriculum and Teaching*, 2(1), 10–26.
- Idrus, H., Rahim, S. y Zulnaidi, H (2022). Conceptual knowledge in area measurement for primary school students: A systematic review. *STEM Education*, 2 (1), 47–58 <https://doi.org/10.3934/steme.2022003>
- Krippendorff, K. (2013). *Metodología de análisis de contenido: Teoría y práctica*. Paidós.
- Livy, S., Muir, T. y Maher, N. (2012). How Do They Measure Up? Primary Pre-service Teachers' Mathematical Knowledge of Area and Perimeter. *Mathematics Teacher Education and Development*, 14(2), 91–112.
- 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.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19–28.
- Simon, M. A. y Blume, G. W. (1994). Building and understanding multiplicative relationships: A study of prospective elementary teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25, 472–494.
- Stephan, M. y Clements, D. H. (2003). Linear and area measurement in prekindergarten to grade 2. In D. H. Clements y G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement* (pp. 3–16). National Council of Teachers of Mathematics.
- Tan Sisman, G. y Aksu, M. (2016). A Study on Sixth Grade Students' Misconceptions and Errors in Spatial Measurement: Length, Area, and Volume. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14 (7), 1293–1319.
- Tierney, C., Boyd, C. y Davis, G. (1990). Prospective primary teachers' conceptions of area. En G. Booker, P. Cobb y T. N. de Mendicutti (Eds), *Proceedings of the 14th PME Conference*, Vol. 2 (pp. 307–314). PME.
- 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, E. y P. Ivars (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVI* (pp. 531–538). SEIEM.
- Yuberta, K.R., Zulkardi, Hartono, Y. y van Galen, F. (2011). Developing student's notion of measurement unit for area. *Journal on Mathematics Education*, 2(2), 173–184. <https://doi.org/10.22342/jme.2.2.775.173-184>