

CATEGORIZACIÓN DE LOS ERRORES DE LOS ESTUDIANTES PARA MAESTRO DE PRIMARIA EN TAREAS DE MEDIDA DE MAGNITUDES

Categorisation of pre-service teachers' errors in measurement tasks

López-Serentill, P.

Universitat de Girona

Resumen

Este estudio pretende analizar los errores que cometen un grupo de estudiantes para maestro cuando resuelven actividades que involucran tareas de medida, en particular se centra en las estimaciones que hacen sobre medidas de objetos reales, y en categorizar los errores cometidos al realizar mediciones de cantidades continuas y hacer cálculos de medidas. A partir de una actividad de aula, se analizan las justificaciones dadas y los procedimientos utilizados por los estudiantes para maestro durante la actividad. Los resultados indican que los estudiantes realizan mejores estimaciones de magnitudes de longitud y temperatura, pero muestran muchas dificultades en estimaciones de área de superficies, volúmenes y capacidad. Por otra parte, muestran dificultades para hacer mediciones sin la utilización de fórmulas y no son conscientes de los errores que cometen cuando realizan mediciones.

Palabras clave: *estudiantes para maestro, medida, estimación, educación primaria.*

Abstract

This study aims to analyse the errors made by a group of pre-service teachers when solving activities involving measurement tasks, in particular focusing on the estimations they make about measurements of real objects, and categorising the errors made when measuring continuous quantities and making measurement calculations. Based on a classroom activity, we analyse the justifications given and the procedures used by the pre-service teachers during the activity. The results indicate that students perform better estimations of length and temperature magnitudes but show many difficulties in estimations of surface area, volumes and capacity. On the other hand, they show difficulties in making measurements without the use of formulas and are not aware of the mistakes they make when making measurements.

Keywords: *pre-service teachers, measurement, estimation, primary education.*

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las matemáticas está relacionado con una enseñanza eficaz, y los profesores tienen un papel crucial en este proceso (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). En este sentido, los conocimientos del profesorado desempeñan un papel fundamental en la enseñanza adecuada de las matemáticas (Hill et al., 2005). Es por ello que se planteó el estudio TEDS-M (Teacher Education Study in Mathematics) de la IEA (INEE, 2012) que analizó el conocimiento matemático que han adquirido los estudiantes para maestro al terminar su formación. El conocimiento matemático del profesor aparece como la principal causa entre aquellas no relacionadas directamente con el

alumno, con una incidencia mayor que el contexto social o el tiempo dedicado a la enseñanza de las matemáticas (Rico et al., 2014). Para poder focalizar mejor la formación de futuros maestros, debemos comprender el conocimiento matemático de los estudiantes para maestro al inicio de su formación, y no solo al final.

Por otro lado, el concepto matemático de medida, entendido como el conocimiento de los diferentes atributos mesurables, las formas de medirlos y las unidades necesarias para expresar el resultado, es uno de los temas relevantes en la educación matemática. Tanto en los Principios y Estándares del NCTM (2000) como en el currículum español (Real Decreto 157/2022), la medida es uno de los bloques o estándares de contenido presentes, debiéndose trabajar en todos los cursos de la Educación Primaria y dentro de este bloque, la estimación, la utilización correcta de instrumentos de medida y la comprensión de las unidades de medida tienen una especial relevancia.

Según Godino et al. (2003) se entiende el concepto de magnitud como los atributos o rasgos que varían de manera cuantitativa y continua (longitud, peso, densidad, etc.). Al medir cantidades de magnitudes continuas cometemos errores por diversas causas que van desde el propio procedimiento hasta fallos de la persona que mide. Por tanto, los valores que obtenemos son aproximados. El error de una medida también puede estar motivado por los errores sistemáticos del instrumento, que pueden deberse a defectos de fabricación, variaciones de la presión, la temperatura o la humedad. Es necesario que los alumnos tomen conciencia de estos errores, de que no pueden eliminarse totalmente y cómo pueden minimizarse.

Por las razones descritas anteriormente, el objetivo de nuestra investigación se centra por un lado en determinar qué estrategias utilizan los estudiantes para maestro de educación primaria (EMP) cuando hacen estimaciones de medida y, por otro lado, categorizar los errores que cometen al hacer mediciones. Para ello, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son las dificultades y errores más comunes que hacen los futuros maestros de primaria en la estimación y cálculo de medidas?

MARCO TEÓRICO

El bloque de medida ha sido estudiado desde hace décadas por muchos investigadores desde diferentes puntos de vista y en las distintas etapas educativas (Baturó y Nason, 1996; Pizarro et al., 2014; Riera y Ruiz-Aguilera, 2015), destacando en muchos casos la importancia de trabajar la estimación dentro de este bloque (Hildreth, 1983; Segovia et al., 1989;) y de ir más allá de la utilización de fórmulas (Luelmo, 2001; Caviedes et al., 2019, entre muchos otros).

El desarrollo del sentido de la medida en los escolares supone un proceso complejo que se inicia con la percepción y comparación de cualidades medibles y se completa con técnicas de medición y estrategias de estimación en situaciones contextualizadas y significativas (Moreno et al., 2015). Pero en muchos casos, se centra la enseñanza de la medida en las unidades del sistema métrico decimal y las conversiones entre ellas, o en la utilización de fórmulas para el cálculo de magnitudes, perdiendo el contacto con elementos clave en la construcción del sentido de la magnitud como por ejemplo, conocer las principales magnitudes medibles de manera experimental, adquirir la noción de unidad de medida, practicar con contenidos realistas, descubrir el significado de las medidas aproximadas o utilizar la estimación e instrumentos de medida (Alsina, 2004).

El estudio que presentamos trata por un lado sobre la estimación de cantidades, en particular de longitud, superficie, volumen, capacidad y temperatura. Segovia et al. (1989) definen la estimación como el “juicio de valor del resultado de una operación numérica o de la medida de una cantidad en función de circunstancias individuales que emite” (p. 18). En nuestro caso, nos centraremos en la estimación

en medida. Castillo et al. (2011) indican que la estimación de medida implica diferentes factores: comprender la cualidad que se va a estimar, percibir qué será estimado, comprender el concepto de unidad de medida, poseer una imagen mental de la unidad de medida a utilizar, poseer una imagen mental de referentes utilizados en la tarea, adecuar la unidad de medida a utilizar, poseer una imagen de referentes utilizados en la tarea, adecuar la unidad de medida a utilizar con lo que se va a estimar, conocer y utilizar términos apropiados de la estimación en medida, seleccionar y usar estrategias apropiadas para realizar estimaciones y verificar la adecuación de la estimación. Pizarro et al. (2014) proponen como definición para estimación de una medida “asignar perceptivamente un valor o un intervalo de valores y la unidad correspondiente a una magnitud discreta o continua, por medio de los conocimientos previos o por comparación no directa a algún objeto auxiliar” (p. 528). Esta definición se sustenta sobre tres elementos esenciales: asignar un valor numérico, realizar la tarea perceptivamente y relacionar la percepción con los conocimientos previos o con la imagen mental del objeto auxiliar.

Por otro lado, este estudio pretende indagar en los errores que cometen los EMP cuando realizan mediciones y cálculos de medidas. El error forma parte del conocimiento científico, y en el caso de la medida y por supuesto de la estimación, su aceptación y el tratar de controlarlo constituye una parte esencial en el proceso enseñanza-aprendizaje (Castillo-Mateo et al., 2012). Riera y Ruiz-Aguilera (2015) destacan como uno de los objetivos en la enseñanza-aprendizaje de la medida la utilización adecuada de los instrumentos de medida y el análisis de los errores que se pueden derivar de su uso y cómo corregirlos.

Tanto en NCTM (2000) como en el currículo español, tal como se ha dicho en la introducción, la medida es uno de los bloques o estándares de contenido presentes, remarcando la necesidad de trabajar la estimación de medidas, tomar conciencia sobre los errores que cometemos al hacer mediciones y la importancia de escoger correctamente las unidades de medida en función de lo que se quiera medir. Por tanto, es necesario detectar qué conocimientos tienen los EMP sobre estos contenidos y así poder mejorar su formación, para que ellos a su vez puedan formar a sus futuros alumnos en concordancia a lo expuesto en los puntos anteriores. En la tabla 1, que se muestra a continuación, se pueden ver algunos ejemplos de cómo estos contenidos aparecen en los estándares de contenido del NCTM (2000) y en el nuevo currículo español:

Tabla1. Ejemplos de contenidos sobre medida en el NCTM y currículum español.

	Estándares de contenido (NCTM, 2000)	Saberes Básicos (Currículo español, 2022)
Estimación de medidas	Seleccionar y utilizar referencias para hacer estimaciones de medida (Etapas 3-5 y 6-8)	Estimación de medidas por comparación directa con otras medidas (Primer ciclo)
Errores en las mediciones	Comprender que las medidas son aproximaciones y cómo afectan a la precisión las distintas unidades (Etapa 6-8)	
Selección de unidades de medida	Seleccionar un instrumento y una unidad idónea para el atributo que queremos medir. (Etapa Pre-K2)	Instrumentos y unidades adecuadas para medir longitudes, objetos, ángulos y tiempos: selección y uso. (Tercer ciclo)

Cabe destacar que en el nuevo currículo español en ningún ciclo se ha podido encontrar algún saber básico que hable de forma explícita sobre la comprensión de los errores que se cometen al realizar mediciones, utilizar instrumentos de medida o sobre la precisión de estas mediciones según las unidades de medida utilizadas.

METODOLOGÍA

Para responder a nuestra pregunta de investigación, nos posicionamos en un paradigma interpretativo: queremos observar e interpretar una realidad en su entorno, ya que conocer no consiste en la interiorización de una copia de la realidad exterior, sino que implica una interacción con el objeto del conocimiento, a través del cual el sujeto interpreta y reconstruye los significados puestos en juego (Muñoz-Catalán, 2021). Nuestro diseño de investigación consiste en el estudio de casos partiendo de una categorización que nos ha permitido agrupar las distintas acciones de los EMP ante el problema planteado.

Con el objetivo de detectar y categorizar las dificultades y errores que cometen los estudiantes que ingresan a los estudios de formación de maestros de primaria relativos a la medida, en particular en la estimación de magnitudes, se analizó una actividad llevada a cabo con tres grupos de entre 25 y 30 estudiantes del Grado de Educación Primaria que aún no habían recibido formación durante el Grado relativa a los bloques de contenido de Medida y Espacio y Forma.

La actividad consistía en un cuestionario con preguntas de respuesta abierta para ser resuelto por grupos de cuatro estudiantes y por escrito (18 grupos en total). Se pidió a los estudiantes justificar por escrito cada procedimiento y las dificultades presentadas durante la realización de la actividad. Los alumnos debían realizar en un primero momento distintas estimaciones de magnitudes de la plaza de delante la facultad (como se puede ver en la figura 1: longitud de la plaza, altura de las escaleras, área de la superficie de la plaza, volumen de una pizona, capacidad de una papelera y temperatura). Seguidamente, debían hacer las mediciones utilizando instrumentos de medida y/o haciendo cálculos a partir de fórmulas. Se debían justificar los resultados de cada pregunta con base a los procedimientos utilizados. Los estudiantes tenían a su disposición distintos instrumentos de medición (reglas, metros, cuerdas, varios metros cuadrados en papel, botella de agua de 1 l y 6 l, termómetro y un odómetro de rueda) a fin de que los utilizaran en la segunda parte de la forma que estimaran conveniente. También se les pedía redondear los resultados y calcular los errores relativos cometidos en sus estimaciones. La actividad duró una hora y media por cada grupo. Posteriormente, a la siguiente sesión con los alumnos, se llevó a cabo un análisis, reflexión y valoración conjunta de las tareas realizadas.



Figura 1. Fotografías que muestran los objetos referidos en la actividad.

Para definir las categorías usadas para analizar los procesos de estimación de los EMP, nos hemos basado en el trabajo sobre estrategias de estimación en medida que realizan Segovia et al. (1989) y Castillo-Mateo (2017). Las categorías usadas finalmente han sido:

- Estimación por comparación con la unidad de medida: El sujeto compara la cantidad a estimar directamente con una unidad de medida del Sistema Métrico Decimal de forma mental. Por ejemplo, para estimar la capacidad de la papelera piensa mentalmente cuantos litros de agua pueden haber.
- Estimación por comparación a partir de referentes ya conocidos: El sujeto compara la cantidad a estimar con otra cantidad conocida o un múltiplo. Por ejemplo, para estimar la

longitud de la plaza la compara con una piscina olímpica o con un campo de fútbol, o para la estimación de la altura de las escaleras se fija cuantas personas necesitaría para llegar hasta arriba.

- Estimación sin comparación, de forma aleatoria o intuitiva: El sujeto hace una estimación sin explicar cómo la ha hecho o indicando que la ha hecho “a ojo”.

Para el análisis de los errores cometidos en las tareas de medición y cálculo, hemos hecho una adaptación de las categorías que Castillo-Mateo et al. (2012) utilizaron para categorizar los errores en la estimación de cantidades de longitud y superficie. Las categorías que finalmente se han utilizado han sido:

- Errores conceptuales en términos propios de la magnitud: Cuando se confunde algún término relacionado directamente con la magnitud que está midiendo o confunde una magnitud con otra. Por ejemplo, confunde volumen con capacidad. O por ejemplo en la medición de la altura de la escalera, no mide la altura, mide la longitud (en diagonal) de las escaleras.
- Errores en la medición: No toma correctamente las medidas. Por ejemplo, en la medición de la altura de la escalera mide la altura desde la baranda de las escaleras y no desde el suelo o en la medición de la longitud de la plaza mide la distancia entre pilonas, pero no añade la longitud de cada pilona o en la medición del diámetro de la papelera no pasa por el centro.
- Errores en el uso de los instrumentos de medida: Utilización incorrecta de los instrumentos de medida. Por ejemplo, inclinación de la cinta métrica a la hora de tomar medidas.
- Errores en las unidades de medida seleccionadas o ausencia de ellas: Realiza erróneamente la conversión entre unidades de medida, utilización de unidades de medida inadecuadas o no especifica las unidades de medida utilizadas. Por ejemplo, errores en la conversión entre centímetros cúbicos y decímetros cúbicos o metros cúbicos.
- Errores de cálculo o uso de procedimientos de cálculo incorrectos: En la utilización de las fórmulas se equivoca en los cálculos que debe realizar. Por ejemplo, en el cálculo del área de la superficie de la plaza suma en vez de multiplicar.

Estos errores a su vez se pueden clasificar según si son evitables o inevitables. Por ejemplo, los errores conceptuales o de unidades de medida se pueden evitar si se tiene un buen dominio del contenido, en cambio los errores de medición o errores en el uso de los instrumentos de medida, se pueden minimizar, pero no evitar. Dentro de los errores de cálculo, nos encontramos algunos que se pueden evitar; por ejemplo, utilización errónea de la fórmula y otros que no se pueden evitar; por ejemplo, utilización del número pi irracional de forma aproximada.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir del análisis de las respuestas de los alumnos y de las observaciones hechas durante la realización de la actividad se han agrupado en dos bloques. El primer bloque hace referencia a las tareas sobre estimación y el segundo a las tareas de medición y cálculos de medidas.

Estimación de medidas

Este primer apartado de resultados hace referencia a la primera parte de la actividad que consistía en realizar estimaciones de medidas de longitud de un lado de la plaza, área de la superficie de la plaza, altura total de las escaleras, volumen de una pilona, capacidad de una papelera de la plaza y temperatura

en el momento que se realizó la prueba. A continuación, la figura 2 resume los resultados agrupados teniendo en cuenta las tres categorías descritas en el apartado anterior según los métodos que los EMP han utilizado para realizar sus estimaciones.

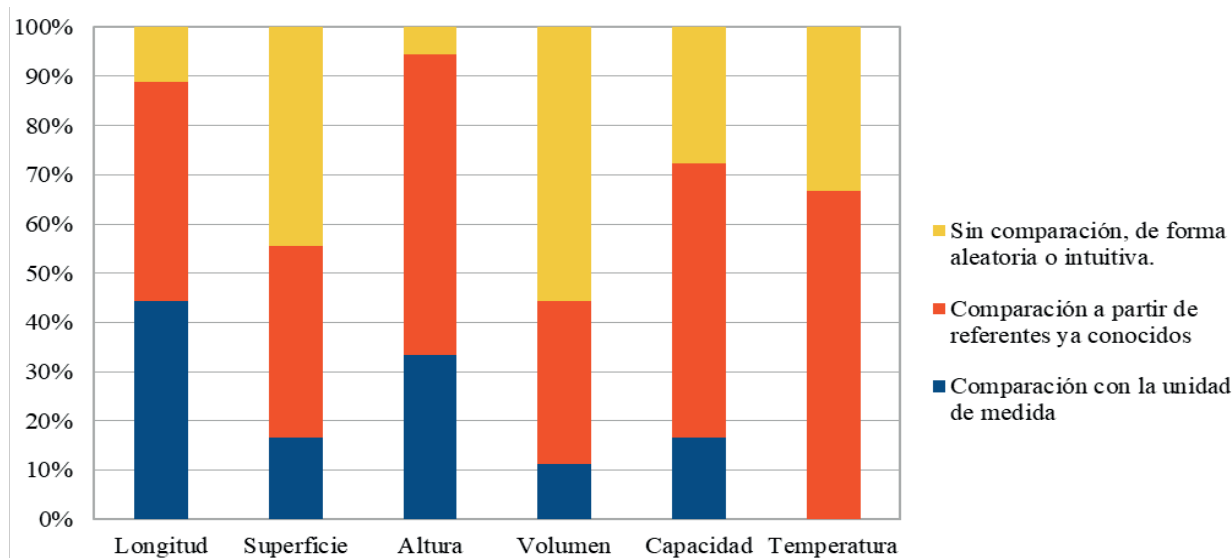


Figura 2. Frecuencias relativas de los métodos usados en las estimaciones.

Según se puede observar en el gráfico, en las medidas de longitud del lateral de la plaza y altura de las escaleras (que de hecho también se puede entender como una longitud vertical) es donde los alumnos utilizan más la comparación con la unidad de medida y donde nos encontramos menos grupos que realizaran las estimaciones de forma aleatoria. Esto se debe a que tienen más conocimiento y están más acostumbrados al uso de las unidades de medida de longitud (en este caso, el metro). Además, en estos dos casos, cuando realizaban comparaciones a partir de referentes conocidos había más variedad (altura de una persona, distancia de los brazos extendidos, un paso grande de una persona, longitud de una piscina, longitud del campo de fútbol...).

En cambio, en las estimaciones de superficie, volumen y capacidad, solo uno o dos grupos han utilizado la comparación a partir de la unidad de medida (metro cuadrado, metro cúbico o litro) y, en estos casos, las estimaciones dadas han sido muy erróneas. Para estimar la superficie la mayoría de grupos no ha utilizado ningún referente y ha dado una estimación de forma intuitiva, los grupos que han utilizado referentes lo han hecho a partir de la superficie de sus casas o pisos. En el caso de la capacidad y volumen, la mayoría de grupos ha utilizado como referencia la capacidad de una garrafa de agua de 6 litros, excepto un grupo que ha pensado en la capacidad de las bolsas de basura utilizadas en casa (50 l). Para el volumen, más de la mitad de grupos ha hecho estimaciones sin comparación de forma aleatoria y en muchos casos (7 grupos) ha confundido las unidades de volumen con las de capacidad.

Para las estimaciones de la temperatura, en el momento de la realización de la actividad la mayoría de grupos ha hecho la estimación a partir de referentes que tenía sobre las temperaturas en los días o horas anteriores. Los grupos que lo han hecho de forma intuitiva indican que se han basado en la sensación de frío que tenían en ese momento.

Los EMP indican que han tenido mayor dificultad para estimar las medidas de superficie, capacidad y volumen porque no están tan acostumbrados a trabajarlas y utilizarlas ni como alumnos (la mayoría solo recuerda cálculos a partir de las fórmulas y conversión de unidades) ni en su día a día, es decir, les faltan referentes.

Análisis de errores en cálculos y medidas

En esta segunda parte se muestran los resultados que se han obtenido a partir del análisis de los errores que han cometido los EMP al realizar las actividades relacionadas con el cálculo de las medidas descritas en el primer apartado. Estos errores se han clasificado según las categorías descritas en la metodología (figura 3).

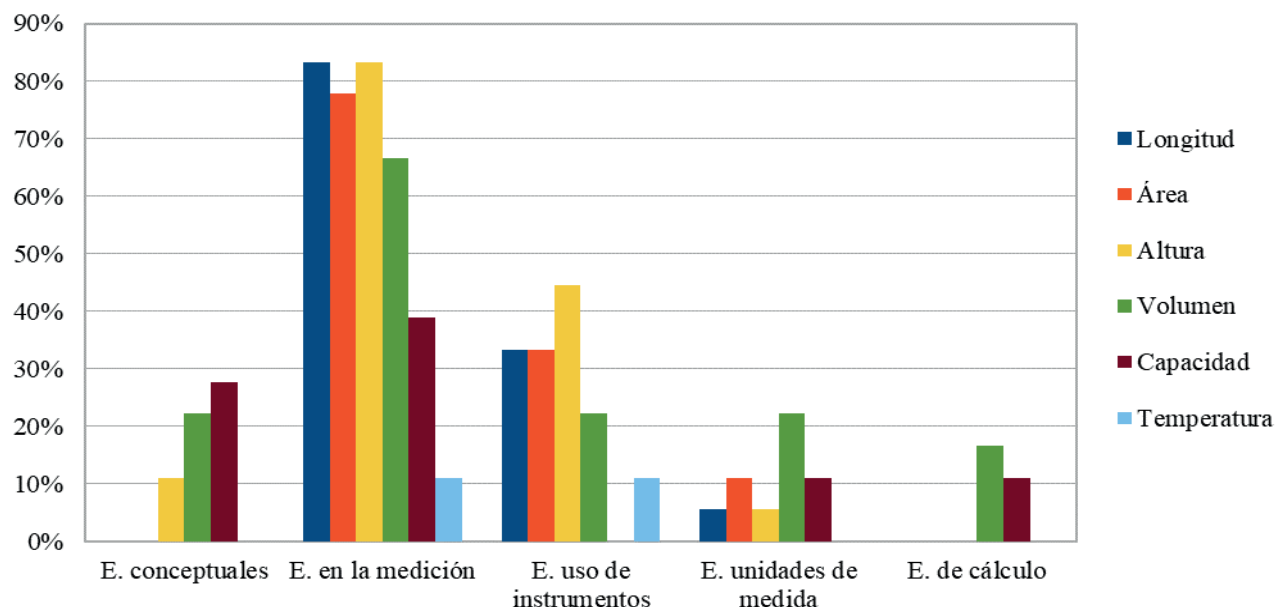


Figura 3. Frecuencias relativas de los errores cometidos en las mediciones.

En el análisis de los resultados se puede ver que los errores conceptuales se deben sobre todo en confundir las magnitudes de volumen y capacidad; por ejemplo, dan la respuesta de la capacidad de la papelería en centímetros cúbicos. Dos grupos han realizado errores conceptuales a la hora de medir la altura puesto que han confundido altura con longitud de la escalera. Igualmente, los errores de cálculo se centran sobre todo en la utilización de la fórmula para el cálculo del volumen de la pila y de la capacidad de la papelería que no elevan al cuadrado o no multiplican por la altura. En cuanto a los errores cometidos en relación a las unidades de medida, la mayoría se deben a no convertir adecuadamente en múltiplos o divisores sobre todo en el cálculo del área y del volumen y capacidad porque proceden de igual forma que en el cambio de unidades de longitud, suponiendo por ejemplo que 1 metro cuadrado equivale a 100 centímetros cuadrados. Por último, tal como se puede observar en la figura 3, en la mayoría de casos, han realizado errores en la medición y en el uso de los instrumentos de medida, en muchos casos inevitables, tal como se ha indicado anteriormente. Pero cuando en la sesión posterior, donde se analizó la actividad con los alumnos, se preguntó sobre los posibles errores cometidos, solo dos grupos de los 18 que realizó la actividad, se dieron cuenta que cuando se hacen mediciones se cometen errores inevitables y que por tanto las medidas son aproximadas. El resto solo indica como posibles errores los de cálculo o conceptuales, aunque como se ve en la gráfica, estos no son los mayoritarios.

CONCLUSIONES

Los resultados expuestos son fruto de una experiencia realizada con una muestra de conveniencia y, por tanto, con una representatividad limitada. En consecuencia, las conclusiones que se derivan pueden no ser aplicables a otras poblaciones con características diferentes.

Para el caso de las magnitudes de longitud, los EMP muestran mejor capacidad de estimación que

para magnitudes de área y sobre todo de volumen o capacidad. Esto es debido sobre todo por el dominio o no de referentes ya conocidos. Los resultados y el posterior análisis realizado conjuntamente con los EMP en la sesión posterior a la realización de la actividad, indican que no están acostumbrados a trabajar las magnitudes de área, volumen y capacidad más allá de las fórmulas, con escaso conocimiento y manejo de las unidades de medida de forma experimental. Además, se ha constatado que muchos alumnos confunden las magnitudes de volumen y capacidad.

Los resultados de este estudio han hecho aflorar las carencias que tienen los EMP en tareas de medida y sugieren la necesidad de incorporar en la formación de maestros más tareas prácticas de medida y de estimación. También se evidencia la necesidad de reforzar los conceptos de área, coincidiendo con Caviedes et al. (2019) y de volumen y capacidad a fin de que puedan entender estos conceptos de forma experimental, evitando centrar el proceso de enseñanza-aprendizaje del bloque de medida a cuestiones puramente mecánicas, descontextualizadas y exclusivamente formulísticas (Riera y Ruiz-Aguilera, 2015). Aunque, tal como indica Pla-Castells et al (2021), existen estudios de análisis de errores matemáticos de estudiantes de magisterio, la utilización de este tipo de tareas de estimación de magnitudes con estudiantes de magisterio y del conocimiento que tienen de los errores que cometen al realizar mediciones es una línea de investigación novedosa.

Desde la formación de maestros debemos contribuir a que los EMP gestionen en su actividad profesional actividades que promuevan en sus futuros alumnos la comprensión, no sólo del concepto de longitud, sino también de área, volumen y capacidad, más allá del uso de las fórmulas. Por último, este estudio evidencia la necesidad de trabajar el concepto del error, tal como indica el NCTM (2000), tomando conciencia de los errores inevitables que se cometen al hacer mediciones y cómo estos se pueden minimizar. Además, el análisis de estos errores permitirá incidir en aquellos aspectos en los que los futuros maestros muestren deficiencias competenciales matemáticas.

Referencias

- Alsina, Á. (2004). *Desarrollo de competencias matemáticas con recursos lúdico-manipulativos para niños y niñas de 6 a 12 años*. Narcea S.A. de Ediciones.
- 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.
- Castillo J., Segovia, I., Castro, E. y Molina, M. (2011). Estudio sobre la estimación de cantidades continuas: longitud y superficie. En J. L. Lupiáñez, M. C. Cañadas, M. Molina, M. Palarea y A. Maz (Eds.), *Investigaciones en pensamiento numérico y algebraico e historia de la matemática y educación matemática – 2011* (pp. 165-172). Dpto. Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Castillo-Mateo, J., Segovia, I., Castro, E. y Molina, M. (2012). Categorización de errores en la estimación de cantidades de longitud y superficie. En D. Arnau, J. Lupiáñez y A. Maz (Eds.), *Investigaciones en Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática – 2012* (pp. 63-74). Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universitat de València y SEIEM.
- Castillo-Mateo, J., Segovia, I. y Molina, M. (2017). Estudio comparativo de la estimación de cantidades continuas que hacen los estudiantes de secundaria y futuros maestros. *PNA*, 12(1), 45-62.
- Caviedes, S., De Gamboa, G. y Badillo, E. (2019). Aproximación a las conexiones matemáticas que establecen futuros maestros de primaria en tareas de medida y comparación de áreas. En J. M. Marbán, M. Arce, A. Maroto, J. M. Muñoz-Escolano y Á. Alsina (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIII*, (pp. 233-242). SEIEM.

- Godino, J. D., Batanero, C. y Roa, R. (2003). *Medida y su didáctica para maestros*. Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de Granada.
- Hildreth, D. J. (1983). The use of strategies in estimating measurements. *The Arithmetic Teacher*, 30(5), 50-54.
- Hill, H. C., Rowan, B. y Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42 (2), 371-406.
- INEE (2012). *TEDS-M. Estudio internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros. Informe español*. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Luelmo, M. J. (2001). Medir en Secundaria: algo más que fórmulas. En *Actas de X JAEM* (pp.727-737) Ministerio de Educación y Formación Profesional «BOE» núm. 52, de 02 de marzo de 2022.
- Moreno, M. F., Gil, F., y Montoro, A. B. (2015). Sentido de la medida. En P. Flores y L. Rico. (Coords.) *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en Educación Primaria* (pp. 147-168). Pirámide.
- Muñoz-Catalán, M. C. (2012). *El desarrollo profesional de una maestra novel. Un estudio de caso en un entorno colaborativo centrado en la enseñanza de las Matemáticas*. LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Pla-Castells, M., Melchor, C. y Chaparro, G. (2021). Errores y dificultades de los futuros maestros de educación primaria al afrontar un problema de modelización asociado a la medida de magnitudes. *Revista Números*, 109, 33-49.
- Pizarro, N., Gorgorió, N. y Albarracín, L. (2014). Aproximación al conocimiento para la enseñanza de la estimación de medida de los maestros de primaria. En M. T. González, M. Codes, D. Arnau y T. Ortega (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVIII*, 523-532. SEIEM.
- Rico, L., Gómez, P. y Cañadas, M. (2014). Formación inicial en educación matemática de los maestros de primaria en España, 1991-2010. *Revista de Educación*, 363, 35-59.
- Riera, J. V. y Ruiz-Aguilera, D. (2015). La medida en la formación inicial de maestros. En P. Á. Sánchez (Ed.), *17 Jornadas para el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas*, (pp. 1-12). Sociedad de Educación Matemática de la Región de Murcia, SEMRM.
- Segovia, I., Castro, E. y Rico, L. (1989) *Estimación en cálculo y medida*. Síntesis.