

CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO A PARTIR DE UNA TAREA FORMATIVA SOBRE VISUALIZACIÓN¹

Construction of specialized knowledge from a training task on visualization

Vergara, L., Climent, N. y Codes, M.

Universidad de Huelva

Resumen

En este artículo presentamos los resultados de una investigación sobre la construcción de conocimiento especializado en la formación inicial de maestros de Educación Primaria a partir de tareas formativas. En particular, discutimos el conocimiento sobre el aprendizaje y la enseñanza implicados en una tarea sobre visualización de un cuerpo geométrico. Describimos la tarea formativa, lo que pretende y el análisis del conocimiento movilizado. El modelo MTSK ha resultado útil en estos procesos de diseño y análisis de la implementación de la tarea. De los resultados de la implementación de la tarea destacamos su potencial para problematizar el aprendizaje de los cuerpos geométricos, descubriendo a los futuros maestros la complejidad de los procesos de visualización.

Palabras clave: *tareas formativas, conocimiento especializado, visualización, poliedros, futuros profesores de primaria*

Abstract

In this article we present the results of an investigation on the construction of specialized knowledge in the initial training of Primary teachers from training tasks. In particular, we discuss the knowledge about learning and teaching involved in a task on visualizing a geometric solid. We describe the training task, what it intends and the analysis of the mobilized knowledge. The MTSK model has been useful in these processes of design and analysis of the implementation of the task. From the results of the implementation of the task we highlight its to problematize the learning of geometric solids, revealing to the EPM the complexity of the visualization processes.

Keywords: *task design, specialized knowledge, visualization, polyhedra, future primary school teachers*

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha hecho patente la necesidad de formar en geometría espacial en las escuelas, ya que la educación geométrica se vio acaparada por un largo tiempo por la geometría plana (Gutiérrez, 1998), deficiencias en el desarrollo de habilidades de visualización (Mulligan, et al., 2020).

La investigación en Educación Matemática ha indagado sobre el desarrollo de estas habilidades en futuros profesores (Sinclair, Mamolo y Whiteley, 2011), considerándose no solo el conocimiento matemático, sino también el conocimiento didáctico del contenido referido a la enseñanza y aprendizaje del pensamiento espacial.

En este artículo presentamos los resultados de la implementación de una tarea que tiene como fin la construcción de conocimiento especializado sobre poliedros en estudiantes para maestro de

¹ Este trabajo se ha realizado al amparo del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Proyecto RTI2018-096547-B-I00,

Vergara, L., Climent, N. y Codes, M. (2021). Construcción de conocimiento especializado a partir de una tarea formativa sobre visualización. En Diago, P. D., Yáñez D. F., González-Astudillo, M. T. y Carrillo, D. (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (pp. 629 – 636). Valencia: SEIEM.

Primaria (EPM). La pregunta que dirige la investigación es: *¿Qué conocimiento especializado promueve una tarea formativa sobre visualización de poliedros?*

MARCO TEÓRICO

En esta investigación nos preocupa cómo se construye el conocimiento profesional en la formación inicial de profesores. El modelo del conocimiento del profesor *Mathematics Teacher Specialised Knowledge* (MTSK), nos facilita dimensiones de análisis (subdominios, categorías e indicadores) (Carrillo et al., 2018) que nos permitirán planificar e interpretar el conocimiento especializado que esperamos construyan los EPM (Montes et al., 2019; Montes, Climent, Carrillo y Contreras, 2019).

La tarea formativa que nos ocupa contempla la construcción relacionada de conocimiento matemático y sobre su enseñanza y aprendizaje (KOT, KMT y KFLM, ver destacado en la Figura 1). En particular, el conocimiento de los temas (KOT) recoge el conocimiento matemático articulador de la tarea; el conocimiento de la enseñanza de las matemáticas (KMT), el de los recursos, estrategias, ejemplos y teorías utilizadas para enseñar el contenido; y el Conocimiento de las Características del Aprendizaje Matemático (KFLM), el conocimiento sobre las formas, procesos, estrategias y errores inherentes al aprendizaje de un contenido matemático.

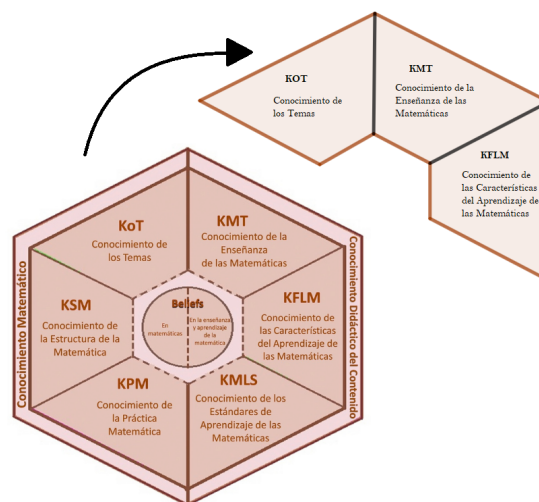


Figura1. Subdominios del modelo MTSK considerados en la tarea formativa.

La connotación del término *tarea* en este trabajo es la asumida por Watson y Ohtani (2015), quienes la describen como “las cosas para hacer” (p.3) (ejercicios, problemas y actividades) que establecen la dinámica de la clase, la interacción y la comprensión de los estudiantes hacia un determinado tema. Compartimos la perspectiva expuesta en Ribeiro, Almeida y Mellone (2019), donde las tareas para la formación de maestros se basan en la integración de aspectos del contenido matemático y didáctico del contenido, de tal forma que el EPM tiene oportunidad de aprendizaje sobre la práctica y de generar una reflexión profesional.

Entendemos que “siempre que estemos manejando objetos espaciales y nos veamos obligados a representarlos mediante figuras planas, tendremos planteado un problema que tiene que ver con la capacidad de visión espacial” (Gutiérrez, 1998, p.195). Para la adquisición de dicha capacidad es necesario desarrollar imágenes mentales (Presmeg, 1986), representaciones externas (Gutiérrez, 1996), procesos de visualización (Bishop, 1983) y habilidades de visualización (Del Grande, 1990).

Otros autores han mostrado el interés de trabajar en tareas para futuros maestros de primaria que involucren la visualización espacial (Battista, Wheatley y Talsma, 1982), pues su formación escolar en algunos casos no promovió la reproducción y construcción de sólidos (Guillén, 2010).

METODOLOGÍA

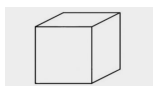
El objetivo de esta investigación es comprender los conocimientos matemáticos, de las características del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas que movilizan EPM cuando se enfrentan a una tarea inspirada en una sesión de clase, sobre la visualización e identificación de elementos, propiedades y representaciones de los poliedros. Para ello diseñamos una tarea en el marco de un experimento de enseñanza (Molina, Castro, Molina y Castro, 2011).

En este artículo se presentan las dos primeras fases expuestas en Molina et al. (2011): preparación de la experimentación y experimentación (incluyendo un análisis preliminar). En la primera fase seleccionamos un video de una sesión de clase de quinto de Primaria sobre poliedros. Analizamos el video considerando lo que muestra sobre el aprendizaje de la visualización (incluyendo dificultades, fortalezas y formas de interaccionar con el contenido), su enseñanza (recursos, estrategias, tareas y ejemplos-entendidos aquí como representaciones) y la relación entre la visualización y la construcción de conocimiento geométrico. Relacionamos estos elementos con conocimiento especializado potencial que los EPM podrían construir a partir de él. Seleccionamos entonces algunos aspectos de interés de este conocimiento especializado ligados a un evento del video y construimos una tarea inspirada en dicho evento (Figura 2), analizando a priori cuál es el conocimiento especializado que esperamos construyan los EPM a partir de la tarea.

En el análisis previo de esta sesión de clase de Primaria, identificamos numerosas manifestaciones de las dificultades y fortalezas que poseen algunos niños para visualizar elementos de un cuerpo geométrico. Además, el uso de representaciones planas de los cuerpos geométricos se relaciona con algunas de las dificultades mostradas por los alumnos, lo que permite problematizar dicho uso en relación con la visualización y la importancia de la visualización en el aprendizaje geométrico. En términos generales, la selección de este video permite crear una tarea que incite la construcción de conocimiento especializado sobre la visualización en el aprendizaje de los poliedros.

1. Observa detalladamente la situación y responde a las preguntas.

Elena dibuja en la pizarra un cubo (ver abajo) y pregunta a sus alumnos de primaria en un taller ¿Cuántas aristas tiene un cubo? ¿Qué procedimiento realizas para conocer el número de aristas? Participaron casi todos los alumnos, sin embargo, hay 3 alumnos cuyas respuestas no coinciden con el resto.



Juan: Un cubo tiene cuatro aristas. Son cuatro las que salen de los vértices.

Bartolomé: Son nueve. ¡Es fácil! Sólo tengo que contar las líneas del dibujo.

Rocío: Es un poco complicado. Yo tengo que pensar en el cubo en mi mente, para poder moverlo. Yo cuento doce: cuatro de arriba, cuatro de los lados y cuatro de abajo

- a. ¿Qué procedimiento realiza cada estudiante?
- b. ¿Qué aspectos ignoran en sus respuestas? ¿Cómo les ayudarías a dar una respuesta correcta?
- c. ¿Puedes copiar (calcar) el cubo y señalar en este el razonamiento de cada niño?
- d. ¿Influye la representación del cubo en sus repuestas?

2. Indica qué ventajas y desventajas pueden derivar de dibujar en el aula un cubo de las siguientes formas:

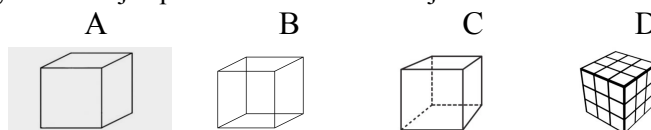


Figura 1. Tarea diseñada para movilizar conocimiento especializado sobre poliedros en EPM.

Dentro del conocimiento especializado que pretendemos que movilicen los EPM se encuentra el de definiciones y propiedades básicas de los poliedros. Respecto al conocimiento de las características del aprendizaje de los poliedros, aspiramos a que movilicen ideas en relación con el desarrollo de las habilidades y procesos de visualización de poliedros (en la línea de Gutiérrez, 1998) y las dificultades en el aprendizaje de poliedros propuestos en Guillén (2004, 2010). Respecto al conocimiento de la enseñanza, pretendemos la reflexión sobre la selección de ejemplos, las representaciones de poliedros y los recursos para la reproducción, construcción y representación de poliedros (e.g. Alsina, Burgués y Fortuny, 1988; Van den Heuvel-Panhuizen, et al., 2004).

En la segunda fase, se implementó la tarea en una sesión virtual de una hora con once EPM. La formadora presentó la tarea, proporcionó un tiempo a los EPM para pensarla y se socializaron las respuestas grupalmente. De esta sesión se realiza una videograbación y se recogen las producciones escritas, donde los EPM plasmaron su reflexión (que servirá para complementar con la grabación).

Se ejecuta un análisis de contenido de la información, usando el modelo MTSK como instrumento analítico. Aquí se realiza una transcripción de la grabación, se establecen episodios que guardan relación con la estructura de la tarea y se examinan en una plantilla, en la que se toma en consideración la localización de la información, la unidad de información (fragmentos) y la descripción del conocimiento de los EPM en términos del modelo MTSK. Conviene destacar que dada la dinámica en la que se implementó la tarea (socialización), observamos más participaciones de algunos estudiantes, por lo que en el próximo apartado compartiremos las intervenciones de algunos EPM, que verbalizan su conocimiento y que a su vez reflejan las ideas aprobadas grupalmente. Para preservar su identidad, se identifican con EMPn.

RESULTADOS

El primer extracto de discusión corresponde a las repuestas de los EPM al primer ítem de la tarea, donde deben comprender las soluciones de tres alumnos de primaria. Discutiremos sobre el reconocimiento por parte de los EPM de las fortalezas y dificultades de los alumnos en actividades de visualización y sobre las habilidades que consideran implicadas en la actividad (Tabla 1). Asimismo, mencionaremos las estrategias y recursos que consideran para solventar las dificultades.

Tabla 1. Dificultades de alumnos de primaria en el conteo de las aristas de un poliedro.

Repuesta de los EPM al primer ítem de la tarea
1. EPM1: Yo pienso que Bartolomé nada más está contando las partes que ve. Las que están ocultas no las está contando.
2. EPM2: Yo creo que Juan no tiene en cuenta la idea de tres dimensiones en el cubo, entonces solo toma lo que viene siendo una cara del cubo y marca solamente las cuatro aristas. De manera frontal digamos...
3. EPM3: Rocío sí que ve el cubo en tres dimensiones, se lo imagina y ahora sí que cuenta las aristas.
4. EPM4: Rocío se imagina y puede darle la vuelta al cubo para seguir contando las aristas.

Tras los fragmentos presentados en la tabla anterior, es posible discutir sobre el reconocimiento de diferentes formas de interacción de los alumnos ante ciertas representaciones. Iniciamos con EPM1 quien manifiesta la dificultad para identificar elementos ocultos de un poliedro a partir de su representación plana, entendiendo que el alumno Bartolomé solo cuenta las aristas visibles [1]. Esta dificultad se relaciona con la habilidad que Del Grande (1990) denomina identificación visual, que permite identificar elementos ocultos en contextos visualmente complejos, como un cubo con caras opacas.

Por otro lado, EPM2 se percata de que los alumnos pueden confundir el plano con las tres dimensiones, dado que el alumno Juan concibe solo una cara del cubo en el conteo de las aristas [2]. Esto está relacionado con los procesos de visualización expuestos por Gutiérrez (1998) y el procesamiento visual de la información e interpretación de la información figurativa (Bishop, 1989). Estos procesos permiten al alumno convertir una información abstracta en una imagen mental y, a su vez, le permiten extraer información de esa imagen mental. La repuesta de EPM2 pone de relieve que no se debe suponer que es fácil ese procesamiento visual; que por muy básica que sea la estructura de un cuerpo geométrico, se necesita “aprender a ver”, es decir, se deben desarrollar actividades que permitan desarrollar dichas habilidades, procesos e imágenes mentales.

La repuesta de EPM3 pone de manifiesto la necesidad de generar imágenes mentales de un poliedro y poder manipular la imagen mental (Gutiérrez, 1992; Presmeg, 1986; Bruce y Hawes, 2015). Esto se evidencia de manera implícita cuando considera que dichos procesos y habilidades son los que permiten a la alumna Rocío resolver exitosamente la actividad [3, 4].

Posterior al reconocimiento de las fortalezas y dificultades de los alumnos, los EPM contemplan el uso de estrategias o recursos que permitan solventar las dificultades de visualización. Un caso concreto es EPM4, quien propone la implementación de material manipulativo [5].

5. EPM4 ¿Cómo le ayudaría a dar una respuesta correcta? Pues realmente enseñándole la figura, que lo vea y que le dé vueltas y pueda verlo. Simplemente ahí (representación plana propuesta en la tarea) está viendo tres caras de cubo.

El siguiente extracto guarda relación con la idea anterior sobre los recursos, estrategias y ejemplos, pero está vinculado a la segunda parte de la tarea. Analizaremos el conocimiento que poseen los EPM sobre los diferentes tipos de representación de un poliedro, las potencialidades y limitaciones de seleccionar cada representación y su relación con las habilidades de visualización (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Potencialidades de las diversas representaciones del cubo

Representación	Ventajas
A	6. EPM2: Podemos ver qué fallo tienen o si ya tienen la idea de tres dimensiones en su cabeza.
B	7. EPM1: Permite ver lo que ellos no veían.
C	8. EPM5: La línea discontinua sirve para visualizar mejor, ya que en un papel no puede manipular el objeto (...) y esas líneas son las que no se verían en la representación A, por ejemplo.
D	9. EPM5: Es una representación de un cubo de Rubik.

Iniciamos la discusión con la representación A, que ilustra un hexaedro con caras opacas. El EPM2 considera que esta representación permite valorar el aprendizaje de los estudiantes [6], puesto que para extraer información de ella, se requieren habilidades de visualización y conocimiento de los elementos, propiedades y procedimientos de la estructura de un poliedro. Este EPM problematiza como EPM4 la interpretación de esa representación [2, 10], reconociendo que es también un medio para la comprobación de saberes, lo que manifiesta la necesidad de identificar en qué momentos del aula es más apropiado usar ciertas representaciones, según la intención y objetivo didácticos.

Para EPM1 y EPM5, las representaciones con caras visibles o transparentes (B y C) tienen la potencialidad de facilitar la visualización de elementos ocultos (respecto de otros tipos de representación, como la A) [7, 8], puesto que cuentan con una estructura de armazón, donde aristas, vértices y caras quedan al descubierto. No obstante, EPM2 resalta que ambas pueden presentar desventajas. Este EPM reconoce que para la representación B, los alumnos necesitan la habilidad de discriminar ciertos segmentos de línea, es decir, hay que tener la habilidad de fijarse solo en algunos segmentos que se intersecan e ignorar otros [11]. EPM5 destaca la C, ya que parece

facilitar la diferenciación visual entre las líneas ocultas de las que no lo son, a través del uso de líneas discontinuas [8]. En relación con la representación C, EPM2 establece que los alumnos deben tener un conocimiento previo del significado de las líneas discontinuas [12], reconociendo que la decodificación de una representación no es inmediata y requiere del conocimiento de los códigos.

Tabla 3. Limitaciones de las diversas representaciones del cubo

Representación	Desventajas
A	10. EPM4: Para aquellos niños que no comprendan bien las tres dimensiones, pues les puede resultar un poco más complicado como la respuesta de Juan o Bartolomé.
B	11. EPM2: Al ser todas líneas continuadas a lo mejor puede confundir al niño y decir que “veo muchas líneas y no sé si esas líneas...” porque depende de cómo lo mire, puede ver el cubo como de una manera, en una orientación o en otra.
C	12. EPM2: Pero hay que explicarle al niño con antelación qué son esas líneas discontinuas.
D	13. EPM4: Al estar orientada de otra manera, si la comparamos con la C, sería un poco confuso para ellos ver que la cara de arriba en la C es más pequeña que la cara frontal o la lateral.

Por último, EPM5 destaca de la representación D su cercanía con el contexto del alumno, específicamente con un juego popular [9], lo cual puede facilitar la apropiación de las características del poliedro, ya sea por el conocimiento en profundidad del recurso o por cuestiones de motivación. Sin embargo, EPM4 considera que puede ser objeto de confusión ya que, al comparar sus caras (que tienen la apariencia de tener la misma superficie y forma) con las caras de otras representaciones como la A, B, C (con aparente superficie y forma distinta), el alumno puede cuestionarse sobre las longitudes y formas de las caras [13]. Conviene destacar que esto último que el EPM considera como limitación, puede ser entendido por otros como potencialidad, si se tiene como objetivo que el alumno comprenda las condiciones de un poliedro regular, donde sus caras deben ser iguales y se haga necesario la habilidad de discriminación visual (Del Grande, 1990).

ALGUNAS CONCLUSIONES

La construcción de conocimiento sobre el aprendizaje matemático resulta especialmente difícil en la formación inicial de profesores (Ivars, Fernández y Llinares, 2019). De los resultados destacamos el potencial de la tarea para problematizar el aprendizaje de los cuerpos geométricos, descubriendo a los EPM la complejidad de los procesos de visualización. Los EPM reconocen que la interpretación de una representación plana de un cuerpo geométrico requiere de un aprendizaje y el desarrollo de habilidades específicas. Lo anterior, permite construir conocimiento especializado sobre cómo aprenden los alumnos de Primaria el contenido (KFLM), referido tanto a cómo interaccionan con él como a dificultades. A su vez, los EPM problematizan las representaciones, reflexionando sobre las posibles diferencias en términos de potencialidad y limitaciones de cada una. Esto último contribuye a la construcción de conocimiento sobre la enseñanza de la matemática (KMT – estrategias, técnicas, tareas y ejemplos). Finalmente, identifican recursos que favorecen la enseñanza de sólidos (KMT – recursos materiales y virtuales).

De los conocimientos que movilizan los EPM, logramos observar relaciones entre sus conocimientos sobre el aprendizaje del alumno y las decisiones sobre enseñanza (KFLM-KMT). Nos fijamos en que ante la dificultad de algunos alumnos para identificar elementos ocultos en una representación plana con caras opacas, los EPM planteaban el uso de líneas discontinuas que hace visible esos elementos ocultos; el uso de recursos físicos, que permite manipular e identificar los elementos de forma no abstracta, y, a su vez, generar la habilidad de rotar un objeto mentalmente.

En un sentido similar, se observa que la intencionalidad de los EPM en la selección de los ejemplos o representaciones de un poliedro está basada en el conocimiento de las posibles dificultades del alumnado.

Por otro lado, se manifiesta que aquellos alumnos que confunden lo plano y las tres dimensiones, interpretan literalmente la representación plana de un poliedro, es decir, consideran esta como realidad del objeto espacial. En oposición, se identifica que los alumnos que son capaces de interpretar la representación plana de un cuerpo reconocen que esta no es más que una grafía del objeto espacial y que en ambos (plano y 3D) se mantienen las propiedades, elementos y características del cuerpo geométrico. Esta investigación pone de relieve la necesidad de que los EPM problematicen cuestiones que la investigación en Educación Matemática ha mostrado centrales en el aprendizaje del contenido matemático, y que para ellos pueden ser difíciles de percibir, como la visualización.

El desarrollo de esta investigación contribuirá a la profesionalización de la formación de profesores, pero también muestra la necesidad de seguir indagando en cómo se construye conocimiento profesional en la formación inicial, en el diseño de tareas para la formación de profesores orientadas desde una perspectiva profesional (Ivars et al., 2019) y la utilidad del MTSK para el diseño y el análisis de su implementación (Barrera-Castarnado, Liñán-García, Muñoz-Catalán y Contreras, 2020; Montes, Carrillo, Contreras, Liñán-García y Barrera-Castarnado, 2019).

Finalmente, queremos destacar que los resultados y conclusiones de este documento provienen de una única implementación con un grupo pequeño de profesores en formación. De modo que no se pretende generalizar. No obstante, esta investigación brinda a los formadores de profesores una aproximación de algunos comportamientos en sus estudiantes para maestro, pues nuestra intención no es mostrar qué conocen los EPM sobre el contenido (en el sentido de conocimiento especializado) sino cómo formarlos, el producto es la propia tarea junto con los resultados de su implementación.

Referencias

- Alsina, C., Burgués, C., y Fortuny, J. M. (1987). *Invitación a la didáctica de la geometría*. Madrid, Síntesis, SA.
- Barrera-Castarnado, V., Liñán-García, M. M., Muñoz-Catalán, M. C., y Contreras, L. C. (2020). El uso del MTSK en el diseño de tareas formativas para estudiantes para profesor de educación Primaria. En J. Carrillo, M. Codes y L. C Contreras (Eds.). *IV Congreso Iberoamericano sobre conocimiento especializado del profesor de matemáticas* (110-108). Huelva: Universidad de Huelva publicaciones.
- Battista, M. T., Wheatley G. H., y Talsma, G. (1982). The importance of spatial visualization and cognitive development for geometry learning in preservice elementary teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(5), 332–340.
- Bishop, A. J. (1989). Review of research on visualization in mathematics education. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(1), 7-16.
- Bruce, C. D., y Hawes, Z. (2015). The role of 2D and 3D mental rotation in mathematics for young children: what is it? Why does it matter? And what can we do about it? *ZDM Mathematics Education*, 47(3), 331–343.
- Carrillo, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M., y Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The Mathematics Teacher's Specialised Knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236-253
- Del Grande, J. (1990). Spatial sense. *The Arithmetic Teacher*, 37(6), 14-20.

- Guillén, G. (2004). El modelo de Van Hiele aplicado a la geometría de los sólidos: describir, clasificar, definir y demostrar como componentes de la actividad matemática. *Educación matemática*, 16(3), 103-125.
- Guillén, G. (2010). ¿Por qué usar los sólidos como contexto en la enseñanza/aprendizaje de la geometría? ¿Y en la investigación? En M. M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo y T. A. Sierra, (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIV* (pp. 21-68). Lleida: SEIEM
- Guillén, G.; Gutiérrez, A.; Jaime, A. y Cáceres, M. (1992): *La enseñanza de la geometría de sólidos en la E.G.B.* (memoria final del proyecto de investigación). (Valencia: Institución Valenciana de Estudios e Investigación “Alfonso el Magnánimo”)
- Gutiérrez, A. (1998). Las representaciones planas de cuerpos 3-dimensionales en la enseñanza de la geometría espacial. *Revista Ema*, 3(3), 193-220.
- Ivars, P., Fernández, C., y Llinares, S. principles in the design of tasks to support pre-service teachers' noticing enhancement (2019). En M. Graven, H. Venkat, A. Essien y P. Vale (Eds.). *Proceedings of the 43rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 408-415). Pretoria, South África: PME.
- Molina, M., Castro, E., Molina, J. L., y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. Enseñanza de las ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 29 (1), 75-88.
- Montes, M., Carrillo, J., Contreras, L. C., Liñán-García, M. D. M., y Barrera-Castarnado, V. J. (2019). Estructurando la formación inicial de profesores de matemáticas: una propuesta desde el modelo MTSK. En E. Badillo, N. Climent, C. Fernández y M. T. Gonzales (Eds.). *Investigación sobre el profesor de matemáticas: práctica de aula, conocimiento, competencia y desarrollo profesional* (pp. 157-175). Salamanca, Aquilafuente: ediciones Universidad de Salamanca.
- Montes, M., Climent, N., Carrillo, J., y Contreras, L. C. (2019). Constructing tasks for primary teacher education from the perspective of Mathematics Teachers Specialised Knowledge. En U. T. Jankvist, M. van den Heuvel-Panhuizen y M. Veldhuis (Eds.), *Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 3955-3962). Utrecht, the Netherlands: Freudenthal Group & Freudenthal Institute, Utrecht University and ERME.
- Mulligan, J., Woolcott, G., Mitchelmore, M., Busatto, S., Lai, J., y Davis, B. (2020). Evaluating the impact of a Spatial Reasoning Mathematics Program (SRMP) intervention in the primary school. *Mathematics Education Research Journal*, 32, 285-305.
- Presmeg, N. C. (1986). Visualisation and mathematical giftedness. *Educational Studies in Mathematics*, 17(3), 297-311.
- Ribeiro, M., Almeida, A., y Mellone, M. (2019). Desenvolviendo as especificidades do conhecimento interpretativo do professor e tarefas para a formação. *Problematizações sobre a Formação Matemática na Licenciatura em Matemática*. [S. l.] SBEM.
- Sinclair, M., Mamolo, A., y Whiteley, W. J. (2011). Designing spatial visual tasks for research: the case of the filling task. *Educational Studies in Mathematics*, 78(2), 135-163.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M., Van den Brink, J., Janssen, C., Hochstenbach, J., Menne, J., de Moor, E., y Nelissen (2004). Geometry in grades 1 and 2. En M. Van den Heuvel-Panhuizen y K. Buys (Eds.), *Young children learn measurement and geometry: A learning-teaching trajectory with intermediate attainment targets for the lower grades in primary school* (pp. 227-326). Utrecht, the Netherlands: Freudenthal Institute, Utrecht University.
- Watson, A., y Ohtani, M. (2015). *Task Design in Mathematics Education: an ICMI study 22*. Springer International Publishing.