

XVI CIAEM



Conferencia Interamericana de Educación Matemática
Conferência Interamericana de Educação Matemática
Inter-American Conference of Mathematics Education



Lima - Perú
30 julio - 4 agosto 2023



xvi.ciaem-iacme.org

Aprender a enseñar matemática: conocimiento del tema y de la enseñanza en futuros profesores de primaria

Yazna Cisternas-Rojas

Escuela de Pedagogía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Chile

yazna.cisternas@pucv.cl

Josefa Castillo-Funes

Escuela de Pedagogía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Chile

josefa.castillo@pucv.cl

Resumen

En el siguiente estudio se analizan los efectos que tiene la incorporación de una herramienta de sistematización con carácter autorregulador y metacognitivo para el desarrollo del conocimiento matemático disciplinar y didáctico, en estudiantes de primer año de pedagogía y en el marco de una asignatura de formación matemática. Se consideró como punto de inicio, el objeto matemático referido a la multiplicación de números naturales. Se observa el nivel de avance en los subdominios KoT y KMT, del Modelo MTSK, a partir de un instrumento construido para la sistematización de los aprendizajes, refiriéndose al *qué* y *cómo* se enseña el objeto matemático en estudio. Los resultados indican, tras una diagnosis inicial y la evaluación de proceso, mejoras sustantivas en una de las dos dimensiones del instrumento. Desde lo anterior, es posible asegurar la necesidad de focalizar en el subdominio KMT y en estrategias que permitan explorar procesos de pensamiento y aprendizaje.

Palabras clave: Estrategia metacognitiva; MTSK; Formación inicial docente; Enseñanza de la Matemática.

Introducción

Diversos estudios indican que es fundamental implementar y evaluar el uso de recursos metacognitivos en la enseñanza (Díaz et al., 2017; Preiss et al. 2018) para que quien aprende, sea capaz de examinar y regular sus propios procesos de aprendizaje.

En el caso de la formación de profesores para la enseñanza de la matemática, la enseñanza orientada en la metacognición permite superar procedimientos descontextualizados y para aprender a enseñar, primeramente, se debe lograr aprendizaje profundo y autónomo. En este escenario, se hace necesario conocer herramientas de enseñanza que promuevan y mejoren el aprendizaje de la matemática, considerando que existen en el campo didáctico de la disciplina, teorías didácticas que deben formar parte de la trayectoria educativa del futuro profesor, como son el conocimiento matemático y didáctico del contenido.

El estudio realizado parte por la revisión de experiencias didácticas asociadas a dimensiones de conocimiento matemático disciplinar y didáctico, tanto en la formación continua como inicial del profesorado. Además, se ha profundizado en mecanismos para la metacognición y autorregulación que aseguren un aprendizaje profundo de lo que debe ser enseñado. Este recorrido permitió analizar literatura especializada, referida tanto al conocimiento matemático disciplinar y didáctico de un objeto matemático en particular, en este caso la multiplicación de números naturales como de herramientas metacognitivas efectivas en la enseñanza.

Esta investigación reitera la relevancia del estudio de la gestión didáctica en la construcción del MTSK (Mathematics Teacher's Specialised Knowledge, Carrillo-Yañez et al., 2018) como herramienta fundamental en la formación de profesores que están a cargo de la enseñanza de la matemática.

Finalmente, se discute la implicación que tiene la inclusión de una herramienta que propicia metacognición y que se ha adecuando a los subdominios KoT (Conocimiento de los temas) y KMT (Conocimiento de la Enseñanza de las Matemáticas) en el aprendizaje de la multiplicación de números naturales con estudiantes de pedagogía en el primer año de su formación.

Marco Referencial

Del Modelo MTSK y la formación de profesores que enseñan matemática

El conocimiento profesional del docente debe integrar lo disciplinar y didáctico y es la formación inicial la que debe asegurar tanto la construcción como la integración de los conocimientos (Advíncula-Clemente et al., 2022). Ahora bien, se trata entonces de construir conocimiento profundo, que debe ser especializado. Es así como nos referiremos al MTSK (Carrillo-Yañez et al., 2018) como la herramienta teórico-analítica que ordena los elementos del conocimiento del profesorado donde la matemática, como objeto de enseñanza y aprendizaje, es determinante, excluyendo el conocimiento pedagógico general, aunque, naturalmente, considera su relevancia.

Escudero y Carrillo (2020) plantean la necesidad de contar con un modelo de carácter descriptivo e integral, que reconozca la naturaleza del Conocimiento Matemático (CM) y el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). El dominio CM considera el conocimiento de los temas que tiene el profesor sobre propiedades, definiciones y significados del contenido, procedimientos, registros de representación, la fenomenología y su epistemología. Este dominio

se descompone en tres subdominios: conocimiento de los temas (KoT), conocimiento de la estructura matemática (KSM) y conocimiento de la práctica matemática (KPM). El subdominio KoT se focaliza en el contenido que se enseña, se trata de conocer conceptos, definiciones, fenómenos, procedimientos y registros de representación. También abarca el conocimiento de propiedades matemáticas y sus fundamentos, no solo como objeto de aprendizaje, sino como aquello que propicia reflexionar y construir nuevo conocimiento matemático.

Por otra parte, el dominio CDC se centra en la enseñanza y aprendizaje, es decir, el campo didáctico de la matemática. Se divide en tres subdominios: el conocimiento de la enseñanza de las matemáticas (KMT), el conocimiento de las características del aprendizaje matemático (KFLM) y el conocimiento de los estándares de aprendizaje matemático (KMLS). El KMT aborda técnicas, recursos y teorías que el profesor posee para gestionar la enseñanza del contenido.

Una perspectiva desde la metacognición para la formación del profesorado

Rodríguez plantea que es relevante responder a la interrogante del porqué la educación superior no ha tenido éxito en el pensar profundo al enseñar matemática (2020). Para esta investigadora la respuesta se encuentra en variados escenarios, es así como el propósito de memorizar de forma mecánica y de no desarrollar pensamiento matemático está presente en prácticas descontextualizadas, como así también el no reconocimiento del vínculo entre el método del docente y el objeto matemático. Asegura que, en el estudio de la matemática, no existe análisis sin síntesis, y no se hace síntesis sin el análisis, y este principio permite reclamar que la educación superior debe hacerse cargo, de haber formado docentes que sean capaces de entender conceptos complejos con la experimentación del que aprende.

Se trata finalmente, de que se visualice lo que se hace y aprende, se comprenda que el conocimiento matemático corresponde al campo del conocer y se comprenda la diada metacognición - matemática. Por su parte, Cázares et al. (2020) nos invita a reflexionar acerca de las prácticas educativas que fortalecen estrategias metacognitivas en la enseñanza de la matemática para el aprendizaje autorregulado.

Desde esta perspectiva es que la educación transita, desde estar centrada en la enseñanza a focalizarse en el aprendizaje, desde el dar respuestas al hacerse preguntas: el qué y cómo enseñar se visualizan como los ejes para iniciar pensamiento metacognitivo en futuros docentes que enseñarán matemática.

Método

Muestra

El trabajo se desarrolló con 32 estudiantes, distribuidos en 8 equipos de trabajo, de Primer Año de Pedagogía en Educación Primaria, de una universidad chilena, que accedieron a participar en el estudio durante el curso 2022. La muestra analizada corresponde a 8 trabajos de estudiantes, uno de cada equipo seleccionado aleatoriamente.

Diseño de la investigación

La investigación se ha desarrollado desde una perspectiva cualitativa y un paradigma interpretativo, ya que el propósito es explorar y describir (McMillan y Schumacher, 2007) el conocimiento disciplinar y didáctico de los futuros docentes de primaria. El objeto es analizar los efectos que tiene la incorporación de una herramienta de carácter autorregulador y metacognitivo para el desarrollo del conocimiento matemático disciplinar y didáctico, en el marco de una asignatura disciplinar de la Carrera.

El proceso se realizó mediante intervenciones, denominadas Laboratorio Matemático. En dicho espacio formativo se trabajaron diversos objetos matemáticos y para efectos del presente estudio, se abordará en particular la multiplicación de números naturales, el que formó parte la diagnosis inicial. Este contenido forma parte del programa de la asignatura Matemización 1. La intervención tuvo una duración semestral, con 16 sesiones de 70 minutos cada una. Cada sesión de Laboratorio fue guiada por el equipo de investigación. El siguiente esquema muestra la estrategia empleada para el desarrollo del Laboratorio Matemático:

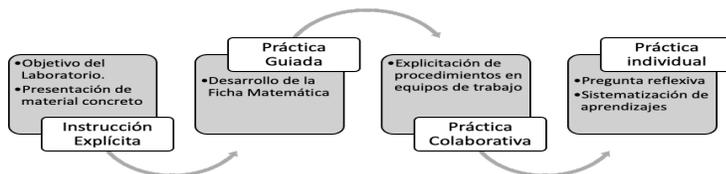


Figura 1. Estrategia Laboratorio Matemático.

Instrumento

Se utilizó una diagnosis para evaluar el objeto matemático multiplicación de números naturales al inicio del curso. El segundo instrumento corresponde a lo que se ha denominado Ficha del Laboratorio Matemático y posee 5 dimensiones referidas al QUÉ, CÓMO, CUÁNDO, VARIABLES Y REFLEXIÓN de la experiencia. La Ficha fue piloteada y revisada por expertos, lo que dio como resultado la versión final del instrumento.

Resultados

En este apartado se muestran los resultados obtenidos, a partir del análisis de la Ficha de Laboratorio Matemático del estudiante. En este análisis se utilizó el modelo MTSK, específicamente dos subdominios, KoT y KMT, con sus respectivas categorías, indicador y código, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.
Categorías de Análisis según subdominio

Subdominio	Categoría	Indicador	Código
KoT	Definiciones	Conocimiento de la definición matemática, de la multiplicación de números naturales.	1.1

	Propiedades y fundamentos	Conocimiento sobre las propiedades de la multiplicación.	1.2
	Registros de representación	Conocimiento de formas de representar un concepto, proceso y procedimiento de manera numérica, gráfica, verbal y figural.	1.3
KMT	Teorías de enseñanza asociadas a un contenido matemático	Conocimiento sobre las fases de Brousseau (TSD) y Teoría Registros de Representaciones semióticas de Duval.	2.1
	Recursos materiales y virtuales de enseñanza	Uso de material concreto manipulable y herramientas digitales.	2.2
	Estrategias, técnicas y tareas para la enseñanza	Uso de estrategias gráficas, lúdicas y algorítmicas.	2.3
		Creación o adaptación de problemas aritméticos de enunciado verbal.	2.4

Fuente: creación propia.

En relación con el subdominio KoT, específicamente la categoría de Definiciones (1.1) los futuros docentes son capaces de definir el objeto matemático “multiplicación”, en un primer momento, se concibe la multiplicación en un 100% solo como una suma iterada, sin embargo, posterior al trabajo con la Ficha del Laboratorio Matemático, el 100% de los estudiantes comienzan a definir la multiplicación como una operación dentro del Sistema numérico de los naturales, con sus respectivas propiedades. Con respecto a las categorías Propiedades y fundamentos (1.2) y Registros de representación (1.3) logran plantear la multiplicación desde sus propiedades como de los distintos registros de representación, como se evidencia en la Figura 2.

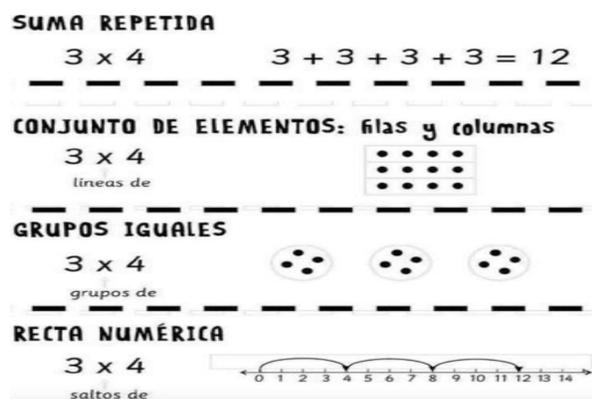


Figura 2. Representaciones de la multiplicación de números naturales, grupo 3 de estudiantes.

Es por lo anterior, que en el subdominio KoT, se ha logrado que el 100% de los equipos de trabajos, mejorarán su conocimiento disciplinar, en relación con el objeto matemático “multiplicación de números naturales”.

En lo que respecta al subdominio KMT, un 70% de los grupos (6 grupos) logran justificar desde las Teorías didácticas, relacionarlo con el uso de material concreto manipulable y la utilización de estrategias algorítmicas. En el resto de los equipos, aún se presentan dificultades menores en algunas de las categorías (ver figura 3).



Figura 3. Evidencia de presencia de las categorías 2.1, 2.2 y 2.3, del grupo 3 de estudiantes.

Conclusión

En este estudio, nos hemos preguntado por los conocimientos que el profesorado en formación inicial pone en juego al trabajar con una herramienta, de carácter autorregulador y metacognitivo, para el desarrollo del conocimiento matemático disciplinar y didáctico, en el marco de una asignatura de formación matemática. Del análisis realizado se concluye que los futuros docentes de educación primaria, al desarrollar un proceso de enseñanza de la multiplicación de números naturales, evidencian avances en el desarrollo del conocimiento propio de dominios y subdominios del MTSK, específicamente KoT y KMT. El MTSK permitió profundizar en la comprensión del conocimiento que moviliza el profesorado en formación, así como concretar un análisis a través de la categorización y descripción de los subdominios de dicho modelo. Consideramos que este análisis contribuirá a la identificación y comprensión del conocimiento especializado del profesorado de matemáticas de educación primaria en formación inicial, los cuales deben ser considerados en su formación profesional. Asimismo, ayudará a que el personal docente en formación inicial reflexione sobre la necesidad de tener un conocimiento matemático y didáctico sobre el contenido a enseñar.

Referencias y bibliografía

- Advíncula-Clemente, E., Beteta-Salas, M., León-Ríos, J., Torres-Céspedes, I. & Montes, M. (2022). Conocimiento especializado del profesorado de matemática en formación inicial acerca de los polígonos. *Uniciencia*, 36 (1), 99-1115.
- Cázares, M., Páez, D. & Pérez, M. (2020). Discusión teórica sobre las prácticas docentes como mediadoras para potencializar estrategias metacognitivas en la solución de tareas matemáticas. *Educación matemática*, 32(1), 221-240.

- Carrillo-Yañez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M., & Muñoz-Catalán, M. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20 (3), 236-253.
- Carrillo, J. & Escudero, D. (2020). El Conocimiento Didáctico del Contenido: Bases teóricas y metodológicas para su caracterización como parte del conocimiento especializado del profesor de matemáticas. *Educación Matemática*, 32, (2), 8-38.
- Díaz, A., Pérez, M., González-Pienda, J. y Núñez, J. (2017). Impacto de un entrenamiento en aprendizaje autorregulado estudiantes universitarios. *Perfiles Educativos*, 39(157), 87-104.
- McMillan, J., & Schumacher, S. (2007). *Investigación educativa* (5ª.ed.). Pearson, Addison Wesley.
- Preiss, D. D., Grau, V., Torres, D. y Calcagni, E. (2018). Metacognition, self-regulation, and autonomy support in the chilean mathematics classroom: An observational study. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 162, 115-136.
- Rodríguez, M. (2020). La matemática en la metacognición ó la metacognición en la matemática: metacognición – complejidad - matemática. *Revista Brasileira De Educação Em Ciências E Educação Matemática*, 4(4), 539–565.