Importancia del pensamiento algebraico temprano en la educación primaria

Sandra Yolima **Ruiz** Yacumal
Universidad del Cauca
Colombia
sandray@unicauca.edu.co
Marisol **Santacruz** Rodríguez
Universidad del Valle
Colombia
marisol.santacruz@correounivalle.edu.co

Resumen

Este trabajo presenta los avances[1] de un proyecto de investigación cuyo propósito es caracterizar el conocimiento especializado del profesorado que enseña en primaria Matemáticas en la enseñanza de la generalización de patrones. Se seleccionaron tres profesores de Popayán, Colombia, y se aplicó el modelo MTSK para analizar tres dimensiones clave: *Knowledge of Topics* (KoT), relacionado con el conocimiento matemático del profesor; Conocimiento de Matemáticas para la Enseñanza (KMT), enfocado en la enseñanza de Matemáticas; y *Knowledge of Mathematics Learning Standards* (KMLS), vinculado con los estándares curriculares. Metodológicamente, se realizó una revisión de la literatura en el área, para entender cómo ha evolucionado el tema a lo largo del tiempo. Esto permitió escoger y justificar el marco teórico. A partir de la brecha identificada, se define con claridad la pregunta y los objetivos de investigación, justificando la necesidad la del desarrollo del pensamiento algebraico en los primeros años de escolaridad.

Palabras clave: Conocimiento especializado; Enseñanza; Pensamiento algebraico temprano; Primaria.

[1] *Nota*: Al momento de la redacción de este reporte, el trabajo se encuentra en desarrollo. Actualmente se ubica en la etapa de diseño.

Planteamiento del problema

La investigación en Educación Matemática actual enfatiza el conocimiento especializado del profesor de primaria, entendiéndolo como un proceso tanto formal como informal (Mampane, 2018). Este conocimiento implica que los profesores reconocen elementos clave en la enseñanza de las Matemáticas (Llinares & Fernández, 2021) y mantienen un aprendizaje continuo y reflexivo sobre la gestión del conocimiento matemático (Llinares et al., 2022). Sin embargo, muchos profesores de primaria que enseñan Matemáticas no han sido formados específicamente en esta área (Parada & Fiallo, 2014), lo que resalta la necesidad de fortalecer su preparación.

Partiendo de esta premisa, la presente ponencia expone los resultados de un seguimiento de investigaciones sobre el conocimiento que poseen los profesores de primaria en la enseñanza de las Matemáticas, haciendo especial énfasis en el desarrollo del pensamiento algebraico temprano a través del estudio del objeto matemático.

Esta investigación tiene como objetivo identificar y caracterizar el conocimiento en tres subdominios: KoT (conocimiento del contenido matemático del profesor), KMT (conocimiento para la enseñanza de las Matemáticas) y KMLS (conocimiento vinculado a los estándares curriculares). El estudio se centra en tres profesores de primaria en servicio. Diversas investigaciones han evidenciado debilidades en la comprensión y enseñanza de conceptos matemáticos fundamentales (Engelbrecht et al., 2020),lo que resalta la necesidad de un conocimiento sólido del contenido para mejorar la práctica profesor (Murillo et al., 2022).

Marco Teórico

Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas: Modelo MTSK surge como un avance a partir de los estudios de Shulman (1986) y Ball et al., (2008) y ha consolidado el interés en el análisis del conocimiento del profesor en una disciplina específica Carrillo-Yañez et al., (2018). Se entiende el conocimiento como la integración de saberes y experiencias aplicables a situaciones concretas, trascendiendo lo meramente consciente (Cadrecha, 1990; Gómez, 2007; Mochón & Morales Flores, 2010).

Este modelo se organiza en dos dominios principales: el Conocimiento Matemático (MK) y el Conocimiento Didáctico del Contenido (PCK). Y en el centro de ellos las concepciones y creencias.

MK: Se subdivide en tres subdominios: Conocimiento de los Temas (KoT), que abarca una comprensión profunda de los conceptos, procedimientos y teoremas; Conocimiento de la Estructura Matemática (KSM), relacionado con las interrelaciones y secuenciación de conceptos; y Conocimiento de la Práctica Matemática (KPM), que incluye el razonamiento, la argumentación y la generalización de patrones.

PCK: Se integra mediante el conocimiento del aprendizaje (KFLM), la enseñanza (KMT) y los estándares curriculares (KMLS) (Carrillo-Yañez et al., 2018).

Concepciones y creencias sobre la Matemática y sus procesos de Enseñanza y Aprendizaje constituyen el núcleo de nuestro modelo. Todo el conocimiento del profesor se articula a partir de estas concepciones, por lo que la línea discontinua simboliza la conexión fluida y permeable. Ver figura 1.

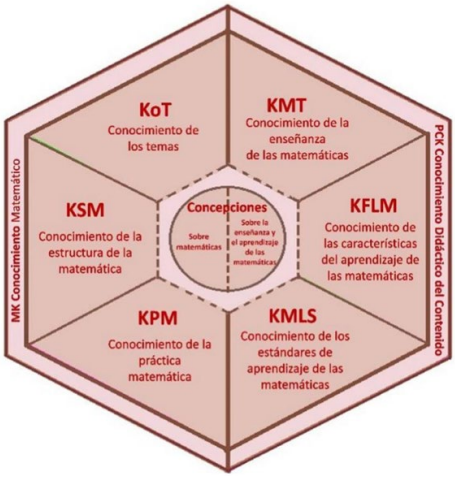

Figura 1. Dominios y Subdominios del modelo MTSK (Carrillo-Yañez et al., 2018).

Implicaciones y Aplicaciones

La estructura del MTSK permite un análisis detallado del conocimiento especializado del profesor, facilitando la identificación de estrategias didácticas efectivas y la sistematización de competencias (Escudero-Ávila et al., 2016; Rojas et al., 2015). Este modelo se erige como una herramienta clave para abordar los desafíos en la enseñanza de las Matemáticas en educación primaria, promoviendo una práctica educativa fundamentada y coherente.

Pensamiento Algebraico Temprano

El pensamiento algebraico temprano se ha convertido en un eje fundamental en la Educación Matemática, al promover el desarrollo de conocimientos algebraicos en las primeras etapas de la educación básica (Kaput et al., 2017; Radford, 2022). Este enfoque facilita la identificación de patrones, relaciones y estructuras matemáticas, permitiendo a los estudiantes comprender conceptos de manera progresiva sin imponer un curso formal de álgebra en primaria (Aké, 2021; Pincheira Hauck, 2023).

La generalización de patrones resulta esencial para transitar del pensamiento aritmético al algebraico, desarrollar habilidades analíticas y simbólicas (Radford, 2022; Zapatera, 2018). Diversos currículos internacionales han incorporado contenidos que estimulan este enfoque, subrayando la importancia de intervenir tempranamente en la Educación Matemática (Alsina, 2019; Pincheira Hauck, 2023). Este enfoque contribuye a establecer una base que prepara a los estudiantes para enfrentar futuros desafíos académicos, facilitando una transición fluida hacia niveles superiores de abstracción.

Metodología

Esta investigación adopta un paradigma cualitativo para analizar los conocimientos especializados de tres profesores de primaria en la enseñanza de Matemáticas, centrándose en el pensamiento algebraico temprano y la generalización de patrones. Se utiliza un enfoque descriptivo e interpretativo (Bisquerra, 2019), a través de cuestionarios, entrevistas semiestructuradas y observaciones in situ.

Diseño del Estudio

El estudio se configura como un caso múltiple instrumental (Bisquerra, 2019; Yacuzzi, 2005), permitiendo un análisis detallado de cada profesor en su contexto natural. Se estudian tres tipos de conocimiento: el conocimiento de los temas (Liñán et al., 2016), el conocimiento de la enseñanza de Matemáticas (Montes & Carrillo, 2017) y el conocimiento de los estándares de aprendizaje (Fuentes, 2020). Este diseño facilita identificar y caracterizar la interacción entre el conocimiento especializado y la generalización de patrones, enriqueciendo la interpretación de la práctica educativa (Vergel et al., 2022).

Consideraciones y resultados de la literatura

Los hallazgos del estado del arte evidencian un creciente interés por comprender cómo los profesores de primaria movilizan sus conocimientos para enseñar álgebra temprana (Ribeiro et al., 2023). La investigación en este campo ha puesto de relieve que la enseñanza del álgebra no puede limitarse a la introducción tardía de símbolos y ecuaciones, sino que debe comenzar desde los primeros años escolares mediante experiencias que promuevan la generalización, el reconocimiento de patrones y la construcción de relaciones (Vergel, 2019).

Tabla1
Categorías emergentes del conocimiento especializado del profesorado de primaria para la enseñanza del álgebra temprana

Categoría	Códigos	Descripción
Fundamentos teóricos del conocimiento profesoral	1, 2, 11	Se identifican múltiples modelos teóricos (Shulman, Ball, Rowland, MTSK), con enfoques distintos, sin una integración clara en el contexto de primaria.
Enfoques sobre conocimiento para enseñar Matemáticas	3, 4, 6, 8	A pesar de modelos ricos, hay escasa evidencia de cómo estos se traducen en prácticas reales de aula en primaria.
Conocimiento curricular del profesor	7, 9	El conocimiento curricular vertical y horizontal es clave, pero poco abordado en relación específica con álgebra temprana.
Pensamiento algebraico temprano	5, 10, 12	Existe consenso sobre su importancia, pero escasean estudios que aborden cómo los profesores lo entienden, planifican y enseñan.

Es fundamental promover estudios cualitativos situados que vinculen investigaciones situadas con el conocimiento especializado del profesor con las prácticas reales de aula de quienes enseñan Matemáticas en primaria sin contar con formación especializada en esta área.

Tales investigaciones deben explorar cómo estos profesores construyen, adaptan y aplican los conocimientos matemáticos en contextos concretos, identificar las barreras conceptuales o pedagógicas que enfrentan y, a partir de esos hallazgos, diseñar programas de formación continua y recursos didácticos ajustados a sus necesidades. De este modo, no solo se enriquecerá la comprensión académica del conocimiento especializado en acción, sino que también se garantizará la creación de propuestas formativas sólidas y pertinentes que fortalezcan la enseñanza de las Matemáticas desde los primeros grados de la educación primaria.

Referencias y bibliografía

Aké, L. P. (2021). El carácter algebraico en el conocimiento matemático de maestros en formación. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, *49*, 15–34.

Alsina, Á. (2019). *Del razonamiento lógico-matemático al álgebra temprana en Educación Infantil. Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*. *8*(1), 1–19. http://www.edma0-6.es/index.php/edma0-6

Ball, D., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? In *Journal of Teacher Education* (Vol. 59, Issue 5, pp. 389–407). SAGE Publications Inc. https://doi.org/10.1177/0022487108324554

Bisquerra, R. (2019). *Metodología de la investigación educativa* (Impreso por Lavel). Editorial La Muralla.

Cadrecha, M. Á. (1990). John Dewey: propuesta de un modelo educativo. I. Fundamentos. *AULA ABIERTA*, *55*, 61–85.

Carrillo-Yañez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, Á., Ribeiro, M., & Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model*. *Research in Mathematics Education*, *20*(3). https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981

Engelbrecht, J., Llinares, S., & Borba, M. C. (2020). Transformation of the mathematics classroom with the internet. *ZDM - Mathematics Education*, *52*(5), 825–841. https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4

Escudero-Ávila, Contreras, L. C. , & Vasco, D. (2016). Conocimiento de la enseñanza de las matemáticas (KMT). In J. Carrillo, L.C. Contreras, & M. Montes (Eds.), *Reflexionando sobre el conocimiento del profesor. Actas de las II Jornadas del Seminario de Investigación de Didáctica de la Matemática* (pp. 35-41.). Researchgate. https://doi.org/10.13140/2.1.3107.4246

Fuentes, C. (2020). Uso del Modelo MTSK para la Caracterización del Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas en Secundaria: El caso de la Proporcionalidad. *Año XVI-Número*, *59*, 33–63. http://www.fisem.org/www/index.phphttps://union.fespm.es/index.php/UNION

Gómez, P. (2007). *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inical de profesores de matemáticas de secundaria* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. http://hdl.handle.net/10481/1483

Kaput, J. J., Carrahe, D. W., & Blanton, M. L. (2017). Algebra in the Early Grades. In *Algebra in the Early Grades*. https://doi.org/10.4324/9781315097435

Liñán, M. del M., Barrera, V. J., & Contreras-González, L. C. (2016). Conocimiento de los temas (KoT). In *Reflexionando sobre el conocimiento del profesor. Actas de las II Jornadas del Seminario de Investigación de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Huelva* (pp. 12–20). SGSE. https://www.researchgate.net/publication/305205018

Llinares, & Fernández. (2021). Mirar profesionalmente la enseñanza de las matemáticas: características de una agenda de investigación en Didáctica de la Matemática. In *La Gaceta de la RSME* (Vol. 24).

Llinares, S., Breda, A., Climent, N., Fernández, C., Font, V., Lupiáñez, J. L., Moreno, M., Perez-Tyteca, P., Ruiz-Hidalgo, J. F., & Sánchez, A. (2022). Formación y desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. *Mathematics Teacher Education and Professional Development*.

Mampane, T. J. (2018). School Heads of Department's Role in Ensuring Teacher Professional Development in Mathematics: The South African Context. In *Bulgarian Comparative Education Society*.

Mochón, S., & Morales Flores, Melchor. (2010). En qué consiste el" conocimiento matemático para la enseñanza" de un profesor y cómo fomentar su desarrollo: un estudio en la escuela primaria. *Educación Matemática*, *22*(1), 87–113. https://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v22n1/v22n1a5.pdf

Montes, M. Á., & Carrillo, J. (2017). *Introducción al modelo MTSK: origen e investigaciones realizadas*. https://www.researchgate.net/publication/313824049

Murillo, Y. M. C., Aristizabal, L. S. M., & López, C. M. J. (2022). Conocimiento Profesional del profesor que enseña matemáticas en primaria. *South Florida Journal of Development*, *3*(5). https://doi.org/10.46932/sfjdv3n5-025

Parada, S. E., & Fiallo, J. E. (2014). Perspectivas para formar profesores de matemáticas: disminuyendo la brecha entre la teoría y la práctica-Prospects for training teachers of mathematics: brinding the breach between theory and practice. *Revista Científica*, *3*(20). https://doi.org/10.14483/23448350.7694

Pincheira Hauck, N. (2023). *Caracterización del conocimiento matemático para la enseñanza del álgebra en edades tempranas en los futuros profesores de educación infantil y primaria.* [Tesis doctoral].

Radford, L. (2022). Álgebra temprana: La simplificación de ecuaciones. *Revista de Investigação e Divulgação Em Educação Matemática*, *6*(1). https://doi.org/10.34019/2594-4673.2022.v6.39730

Ribeiro, A. J., Aguiar, M., Trevisan, A. L., & Elias, H. R. (2023). Exploring learning opportunities for primary teachers: the case of knowledge for teaching early algebra. *Revista Latinoamericana de Investigacion En Matematica Educativa*, *26*(3), 327–356. https://doi.org/10.12802/relime.23.2633

Rojas, N., Flores, P., & Carrillo, J. (2015). Conocimiento Especializado de un Profesor de Matemáticas de Educación Primaria al Enseñar los Números Racionales. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, *29*(51). https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n51a08

Shulman, L. S. (1986). ThoseWhoUnderstandKnowledgeGrowthTeaching. *Educational researcher*, *15*, 4–16. http://links.jstor.org/sici?sici=0013-189X%28198602%2915%3A2%3C4%3ATWUKGI%3E2.0.CO%3B2-X

Vergel, R. (2019). *Una posible zona conceptual de formas de pensamiento aritmético "sofisticado" y proto-formas de pensamiento algebraico*. https://conferencia.ciaem-redumate.org/index.php/xvciaem/xv/paper/view/1072/0

Vergel, R., Radford, L., & Rojas, P. J. (2022). Zona conceptual de formas de pensamiento aritmético "sofisticado" y proto-formas de pensamiento algebraico: una contribución a la noción de zona de emergencia del pensamiento algebraico. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, *36*(74). https://doi.org/10.1590/1980-4415v36n74a11

Yacuzzi, E. (2005). El Estudio De Caso Como Metodología De Investigación: Teoría, Mecanismos Causales, Validación. *Universidad Del CEMA*. https://doi.org/Article

Zapatera, A. (2018). Introducción del pensamiento algebraico mediante la generalización de patrones. Una secuencia de tareas para Educación Infantil y Primaria. *Números. Revista de Didáctica de Las Matemáticas*, *97*.