

“¿CÓMO APRENDEN LOS DOCENTES?”: PROPUESTAS PARA EL
DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO

“COMO OS PROFESSORES APRENDEM?”: PROPOSTAS PARA O
DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO

“HOW DO TEACHERS LEARN?”: PROPOSALS FOR THE DEVELOPMENT OF
MATHEMATICAL KNOWLEDGE



Edvonete Souza de ALENCAR¹
e-mail: edvonete.s.alencar@hotmail.com



Etienne LAUTENSCHLAGER²
e-mail: etienne.lautenschlager@ufrn.br

Cómo hacer referencia a este artículo:

ALENCAR, E. S. de; LAUTENSCHLAGER, E. “¿Cómo aprenden los docentes?”: Propuestas para el desarrollo del conocimiento matemático. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 19, n. esp. 2, e024080, 2024. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v19iesp.2.18577>



| Enviado en: 10/10/2023
| Revisiones requeridas en: 29/02/2024
| Aprobado el: 20/03/2024
| Publicado el: 20/07/2024

Editor: Prof. Dr. José Luís Bizelli

Editor Adjunto Ejecutivo: Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz

¹ Universidad de Brasília (UnB), Brasília – DF – Brasil. Profesora Adjunta (nivel III). Doctorado en Educación Matemática (PUC/SP).

² Universidad Federal de Rio Grande do Norte (UFRN), Caicó – RN – Brasil. Profesora Adjunta y Jefe del Departamento de Educación (UFRN/CERES). Doctorado en Neurociencia y Cognición (UFABC).

RESUMEN: Este artículo presenta resultados parciales de dos estudios que tuvieron como objetivo investigar las posibilidades de cómo los profesores aprenden Matemática para enseñar y desarrollar el razonamiento matemático en los estudiantes. Así, la pregunta que orientó este artículo fue: ¿Qué acciones formativas pueden contribuir de manera más efectiva al desarrollo del conocimiento matemático y/o didáctico? El estudio es el resultado de una investigación cualitativa descriptiva y presenta los resultados de dos proyectos, uno desarrollado en el estado de Rio Grande do Norte y otro desarrollado en el estado de Mato Grosso do Sul. En general, como resultado, se presentan reflexiones y datos que pueden contribuir a la promoción de espacios de diálogo y construcción de conocimiento matemático y pedagógico, con el objetivo de desarrollar conocimientos especializados para la enseñanza de la matemática y la articulación entre teoría y práctica.

PALABRAS CLAVE: Formación del profesorado. Educación Matemática. Neurociencia. Literatura infantil.

RESUMO: Neste artigo são apresentados resultados parciais de duas pesquisas que se propuseram a investigar as possibilidades de como o professor aprende Matemática para ensinar e desenvolver o raciocínio matemático nos estudantes. Assim a questão que norteou esse artigo foi: Quais ações formativas podem contribuir de maneira mais efetiva para o desenvolvimento do conhecimento matemático e/ou didático? O estudo é fruto de uma pesquisa qualitativa do tipo descritiva e apresenta os resultados de dois projetos, um desenvolvido no estado do Rio Grande do Norte e outro desenvolvido no estado do Mato Grosso do Sul. De modo geral como resultados apresentamos reflexões e dados que podem contribuir para a promoção de espaços de diálogo e construção de conhecimentos matemáticos e pedagógicos, visando o desenvolvimento do conhecimento especializado para o ensino de matemática e a articulação entre teoria e prática.

PALAVRAS-CHAVE: Formação de professores. Educação Matemática. Neurociência. Literatura infantil.

ABSTRACT: In this article we present partial results of two researches that proposed to investigate the possibilities of how the teacher learns Mathematics to teach and develop mathematical reasoning in students. Thus, the question that guided this article was: Which formative actions can contribute more effectively to the development of mathematical and/or didactic knowledge? The study is the result of a qualitative descriptive research and presents the results of two projects, one developed in the state of Rio Grande do Norte and the other developed in the state of Mato Grosso do Sul. In general, as a result, we present reflections and data that can contribute to the promotion of spaces for dialogue and construction of mathematical and pedagogical knowledge, aiming at the development of specialized knowledge for the teaching of mathematics and the articulation between theory and practice.

KEYWORDS: Teacher education. Mathematics Education. Neuroscience. Children's literature.

Introducción

¿Cómo aprenden a enseñar los maestros? Esta pregunta puede parecer sencilla a primera vista, pero aún es desconocida para los investigadores en el campo de la Formación del Profesorado (Coimbra, 2020; Gatti, 2021; Bogatschov; Ferreira; Moreira, 2022). Si bien la formación docente ha seguido la evolución de las políticas públicas educativas en las últimas décadas, aún convive con desafíos complejos, profundos y múltiples, tales como: i) las desigualdades en la calidad de los cursos; (ii) falta de atractivo; (iii) la interrupción de los estudios y la formación y (iv) la desvalorización de la profesión. Si bien la mejora en la calidad educativa se relaciona con varios factores en el contexto escolar Hanushek (2020), el bajo desempeño de los estudiantes en las macro evaluaciones nos lleva directamente a pensar en la práctica docente desarrollada por los docentes que imparten Matemática en el aula y también en lo importante que es el rol del docente para que realmente se favorezca la construcción del conocimiento.

Detrás de muchas de estas preocupaciones está la escasez de maestros preparados para enseñar matemáticas, y la escasez es más pronunciada en los lugares donde los estudiantes parecen necesitar más ayuda. Estudios como los de Ball (1990), Attorps (2003), Barbosa (2009) y Lautenschlager; Ribeiro (2014), entre otros, indican que muchos profesores de la disciplina no tienen la comprensión conceptual de muchos contenidos de la matemática elemental y, por lo tanto, terminan privilegiando en sus clases el desarrollo de habilidades algorítmicas, de forma segmentada y basada en contenidos, sin privilegiar el pensamiento matemático.

Otro problema señalado por varios estudios en Brasil (Fiorentini; Oliveira, 2013; Moreira; Ferreira, 2013) es el distanciamiento entre la Matemática enseñada en los cursos de formación inicial docente (Licenciatura) y las prácticas matemáticas efectivamente relacionadas con el desempeño en la Escuela Básica – es decir, el desconocimiento, en las estructuras curriculares de estos cursos, del conocimiento de los contenidos matemáticos para la enseñanza. Dentro de este escenario, es necesario priorizar el inicio de la escolarización, ya que es la base fundamental del conocimiento e impacta en los siguientes años de educación escolar. La enseñanza de las matemáticas es un trabajo exigente, matemáticamente hablando, y el uso que los profesores hacen de las matemáticas requiere que conozcan sus especificidades de una manera diferente a como lo hacen otros profesionales que se ocupan de la materia (Ball *et al.*, 2005). La necesidad de desarrollar la comprensión conceptual de las matemáticas por parte de los estudiantes (Kilpatrick; Swafford; Findell, 2001; NCTM, 2012; Brasil, 2018) exige

que los docentes tengan un conocimiento profundo de las matemáticas (Ma, 1999; Pelota; Támesis; Phelps, 2008).

La literatura también señala que muchos profesores que enseñan matemáticas en los primeros años tienen antecedentes de frustración en matemáticas, falta de confianza en sí mismos, miedo al fracaso y tienen un mayor nivel de ansiedad matemática que los profesores que trabajan en los últimos años de la enseñanza fundamental y enseñanza media, porque se sienten ansiosos por enseñar los contenidos más difíciles de las matemáticas.

Este escenario puede estar relacionado con la falta de preparación que siente el pedagogo precisamente por tener una formación generalista y no tener una base formativa en la enseñanza de metodologías específicas. En este sentido, comprender y desarrollar el contenido de los conocimientos del docente es una vía central para mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes -a través del desarrollo de los conocimientos del docente- lo que solo es posible a través de la formación con este objetivo específico.

Considerando que la transferencia de los resultados de la investigación básica a la práctica educativa no es un reto nuevo, sino persistente, en este trabajo nos interesa fomentar la discusión sobre la relación entre el desarrollo y los proyectos de investigación con la práctica educativa y con la realidad escolar.

En este artículo, presentamos y describimos brevemente dos proyectos que se están llevando a cabo en los estados de Rio Grande do Norte y Mato Grosso do Sul para ampliar, profundizar y mejorar el conocimiento en la enseñanza de las Matemáticas, así como los resultados observados hasta el momento. El primer proyecto titulado: *Neurociencia Cognitiva y Educación Matemática: un diálogo necesario en la formación docente* comenzó en 2021 y se está desarrollando en la región interior de Seridó, en el estado de Rio Grande do Norte. El otro proyecto se titula *Creación de Cuentos de Literatura Infantil para la Enseñanza de la Matemática* y comenzó en 2018 y se está desarrollando en la región del Gran Dourados, en el estado de Mato Grosso do Sul. La metodología utilizada consistió en el análisis de los proyectos desarrollados.

Nuestra intención al presentar los proyectos es reflexionar sobre las posibilidades de cómo el profesor aprende Matemáticas y cómo puede desarrollar el razonamiento matemático en los estudiantes. Así, la pregunta que orientó este artículo fue: ¿Qué acciones formativas pueden contribuir de manera más efectiva al desarrollo del conocimiento matemático y/o didáctico? Como resultados parciales, se observó participación en eventos científicos, reconocimiento de su importancia por parte de la comunidad escolar, elaboración de TCC,

libros de literatura infantil, libros con secuencias formativas y se concluyó que existe necesidad y urgencia de promover la articulación entre docencia e investigación en la formación y trabajo del docente de Educación Básica, acercando la investigación en educación a las dos realidades que le conciernen: la de la universidad y la de la escuela.

Conocimientos Especializados de Profesores de Matemática -MTSK

Partiendo de la premisa de que para lograr un perfil de docente de Matemática que rompa con los modos ya cristalizados, es necesario que la formación de los docentes en esta área se base en la articulación entre teoría y práctica, entre saberes específicos vinculados a saberes pedagógicos (Ponte, 1992; D'ambrosio, 1996; Cyrino, 2006).

Este estudio -así como los proyectos de investigación analizados- parten del principio de que la mejora en la enseñanza de las Matemáticas pasa necesariamente, aunque no exclusivamente, por la mejora de la preparación del profesorado y la superación de los problemas de formación inicial y continua del profesorado, lo que requiere un análisis de los paradigmas que orientan este tipo de cursos (Moriel Junior; Wielewski, 2016).

Este es también el caso de los estudios de Shulman (1986), Ball, Thames y Phelps (2008) y Carrillo *et al.* (2013), entre otros, que ratifican que los conocimientos de los docentes deben ser diferentes en profundidad y amplitud en relación con los conocimientos de otros profesionales que se ocupan de las Matemáticas. Tiene que ser un tipo de conocimiento que esté anclado en una matemática específica para la enseñanza, que sea diferente a lo que se espera de otros profesionales.

Asumiendo que el profesor -y sus conocimientos- es un factor que tiene un gran impacto en los resultados y el aprendizaje de los estudiantes (Nye; Setos; Konstantopoulos, 2004), es fundamental presentar aquí algunas consideraciones respecto a los conocimientos del profesor que enseña (o enseñará) Matemáticas.

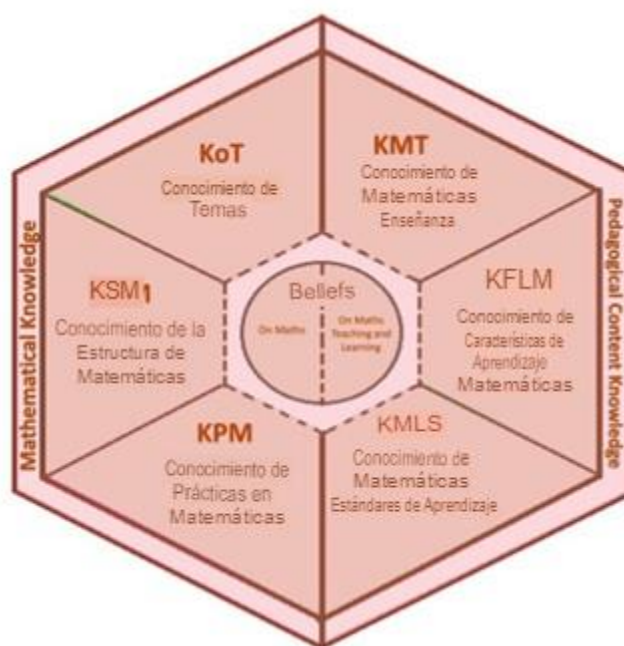
Entre los diferentes modelos resultantes de investigaciones sobre el conocimiento de los profesores de Matemáticas -como el de Shulman (1986) y el de Ball, Thames y Phelps (2008)-, se ha desarrollado en los últimos años el Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas - MTSK (Carrillo *et al.*, 2018), y es el marco teórico que subyace a los dos proyectos aquí descritos.

En este modelo, el conocimiento para enseñar se considera especializado, y esta especialización incluye tanto aspectos del contenido como aspectos didácticos pedagógicos (Carrillo *et al.*, 2013; Carrillo *et al.*, 2018).

El Conocimiento Especializado de los Profesores de Matemática – MTSK fue el modelo elegido para analizar los datos obtenidos en nuestro estudio, así como para investigar analíticamente el conocimiento de los (futuros) profesores que impartirán Matemáticas, los cuales describiremos a continuación (Carrillo; Climento; Contreras; Muñoz Catalán, 2013; Flores; Escudero; Carrillo, 2013; Montes *et al.*, 2013; Colinas; Contreras; Carrillo, 2013, Carrillo *et al.*, 2018).

Este modelo tiene dos dominios principales: Conocimiento Matemático (MK) y Conocimiento de Contenido Pedagógico (PCK), y cada uno de ellos se subdivide en tres subdominios. (Ver Figura 1)

Figura 1 – Modelo MTSK



Fuente: Carrillo-Yañez *et al.* (2018)

Comenzamos hablando de los subdominios del Conocimiento Matemático. El Conocimiento de Temas (KoT) son los contenidos matemáticos a enseñar y sus diferentes aspectos, es decir, el KoT se utiliza para describir qué y cómo el profesor conoce los temas que va a enseñar. En el Conocimiento de la Estructura Matemática (KSM) son las conexiones que el profesor hace entre temas matemáticos, es decir, las conexiones entre los contenidos de diferentes áreas matemáticas. Específicamente, en este subdominio es posible identificar "las

conexiones temporales, que son de simplificación o complejización, son las relaciones que nos permiten ver un contenido elemental desde un punto de vista y un contenido avanzados desde un punto de vista elemental" (Ribeiro; Mamoré; Alencar, 2019, p. 55, nuestra traducción). El Conocimiento de la Práctica Matemática (KPM) incluye la forma de proceder matemático, es decir, es la forma en que surge el conocimiento matemático.

Pasamos a la descripción de los subdominios del Conocimiento Pedagógico del Contenido. El Conocimiento de la Enseñanza de las Matemáticas (TMC) se refiere al conocimiento de los materiales y recursos disponibles, la forma de presentar los contenidos y sus características, pudiendo tener como punto de partida sus propias teorías personales. El Conocimiento de las Características de Aprendizaje (KFLM) incluye la forma en que los estudiantes aprenden el contenido matemático, abarca el conocimiento sobre errores, obstáculos y dificultades de aprendizaje. También incluye el estudio de teorías psicológicas para la comprensión del aprendizaje de los estudiantes.

El Conocimiento de los Estándares de Aprendizaje (KMLS) se refiere al conocimiento que tiene el docente sobre lo que los estudiantes pueden y deben lograr en un nivel escolar determinado, teniendo en cuenta las especificaciones curriculares de organismos externos. Cabe señalar que, para la enseñanza de la Matemática, el licenciado en Pedagogía y los profesores que trabajan en la Educación Básica no pueden basarse exclusivamente en los conocimientos metodológicos de la enseñanza de la Matemática.

Antes de continuar con este trabajo, creemos que es necesario explicar nuestra comprensión de lo que es la "indicación", de acuerdo con las investigaciones y los teóricos revisados por nosotros. Moriel Junior y Carrillo (2014) definen la evidencia de conocimiento como "los elementos verbales, escritos o actitudinales de la manifestación del sujeto que sugieren al investigador la posibilidad de que cierto conocimiento haya sido movilizado, pero sin proporcionar información suficiente y explícita que garantice su ocurrencia".

Metodología - contextualización de los estudios

Después de esbozar el marco teórico sobre los conocimientos del docente que enseña matemáticas, en este apartado se presenta que la metodología utilizada para el análisis de los proyectos es cualitativa y descriptiva.

Este tipo de investigación indica que "la investigación descriptiva tiene como objetivo principal la descripción de las características de una población o fenómeno determinado, estableciendo correlaciones entre variables". (Gil, 2002, p. 42, nuestra traducción). Esto se

puede hacer a través de documentos, registros históricos y de otro tipo, estudios de campo, encuestas, y estos siempre deben estar respaldados por variables. En este caso, las variables de este análisis serán los diferentes estados que presentan diferentes aspectos culturales, regionales, estructurales y humanos.

Para ello, hacemos una explicación previa de los proyectos de análisis que serán nuestro locus investigativo, los proyectos de investigación: Neurociencia Cognitiva y Educación Matemática: un diálogo necesario en la formación del profesorado y la Educación Matemática. A continuación, describimos de forma más específica los instrumentos de investigación, así como los procedimientos metodológicos utilizados en la recogida y análisis de los datos.

PROYECTO 1: Neurociencia Cognitiva y Educación Matemática: un diálogo necesario en la formación del profesorado

Este proyecto se basa en los resultados más recientes de investigaciones nacionales e internacionales que muestran la necesidad de un cambio de enfoque en la formación docente y la necesidad de una centralidad de las discusiones en torno al conocimiento del docente de manera que se entrelaza con las prácticas matemáticas y se justifica en las investigaciones sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas que presentan en sus resultados el fracaso de los estudiantes en el aprendizaje (Cyrino; Oliveira, 2011; Kaput, 2008; Matos; Puente, 2009; Stephens; Ribeiro, 2012), al tiempo que documenta las dificultades encontradas por los docentes en su enseñanza (Doerr, 2004; Lautenschlager; Ribeiro, 2014; Puente; Blanco, 2013; Ribeiro, 2012; Arroyo; Cury, 2015; Arroyo; Oliveira, 2015; Wasserman, 2015).

Las estadísticas han demostrado la ineficiencia del sistema educativo brasileño en la enseñanza de las matemáticas a los estudiantes. Los países con menos recursos, menor ingreso per cápita y salarios más bajos para los docentes tienen un mejor desempeño en el aprendizaje en comparación con Brasil. Al comparar el desempeño por regiones, según el informe PISA 2018, las regiones Norte y Nordeste son peores que el promedio de Brasil. Destacamos que aún son pocos los estudios que relacionan el conocimiento de la neurociencia con la educación matemática y por ello tienen como uno de sus principales objetivos, promover y ampliar el desarrollo de investigaciones que permitan fomentar el trabajo colaborativo, creando puentes entre las ciencias que estudian la mente y el cerebro y la educación matemática. Los objetivos de este proyecto son: (i) contribuir a la formación continua de los profesionales de la educación en el sistema educativo público y a la formación de los estudiantes de pregrado involucrados en las acciones de este proyecto; (ii) utilizar técnicas de autorregulación y autoeficacia con el

fin de incrementar el repertorio conductual de pedagogos con dificultades de aprendizaje matemático y/o ansiedad matemática y (iii) promover espacios de diálogo y construcción de conocimiento sobre las Dificultades de Aprendizaje Matemático (DAM), con el objetivo de profundizar en los conceptos de Neurociencia Cognitiva y Educación Matemática.

De acuerdo con Loucks-Horsley (1997), las oportunidades de aprendizaje basadas en la práctica de los docentes deben diseñarse y desarrollarse, con docentes en educación inicial y continua, a fin de proporcionar aprendizaje profesional a lo largo de sus carreras. Es por eso por lo que elegimos trabajar con profesores que ya se han graduado y se graduaron. Contamos con la participación de 38 participantes, de los cuales 17 ya se han graduado. Se realizaron 10 reuniones que incluyeron momentos de estudios teóricos sobre Educación Mental, Cerebral y Matemática; Formación de Docentes que imparten Matemáticas y momentos de trabajo para realizar tareas que impliquen conocimientos matemáticos especializados para la enseñanza. Dada la naturaleza participativa del proyecto, adoptamos un enfoque de Investigación Basada en el Diseño (DBR, por sus siglas en inglés), que combina la investigación educativa empírica con el diseño del aprendizaje. En este proyecto, la escuela es considerada un lugar de aprendizaje para profesores y estudiantes, es también un lugar para la producción de conocimiento, de conocimiento de la práctica. El proyecto se organizó en tres fases: la primera fase consiste en la contratación de docentes de la red municipal para integrar el proyecto y el período de inclusión de los participantes de la educación superior en las unidades didácticas, así como el desarrollo de un lenguaje compartido y la conceptualización de los principales temas a abordar. La segunda fase es la implementación del proyecto de intervención que emana de la fase 1 y la tercera fase consiste en mejorar el diseño y los artefactos propuestos, reorientando el enfoque de la comunidad escolar según sea necesario. En esta fase, también está prevista la difusión de los resultados, la expansión a otras escuelas y la celebración de un Seminario (conferencia/discusión).

PROYECTO 2: Creación de cuentos de Literatura Infantil para la enseñanza de las Matemáticas

Este proyecto se concibió cuando se constataron las dificultades de algunos profesores para enseñar matemáticas utilizando diferentes metodologías. Estas dificultades también fueron percibidas en la investigación de Campos (2007), García Silva (2007) y Alencar (2012) quienes consideran que las dificultades de los docentes se reflejan en el aprendizaje de los estudiantes en Matemáticas. Teniendo en cuenta que la literatura infantil puede ser una de las formas de

que la enseñanza sea más comprensible y placentera, desarrollamos este proyecto. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica nacional de las principales investigaciones sobre el tema y se encontraron estudios como: Cerquetti (2001), Smole (2000), Zacarías y Moro (2005), Reame (2012), Reame (2012) y Gasperin (2013) que consideran que un trabajo con diferentes metodologías necesarias para que el aprendizaje sea efectivo. Frente a este hecho, la investigación que proporciona reflexión por parte de los docentes y prepara materiales puede ser beneficiosa para las acciones de aprendizaje.

El objetivo principal de la investigación es identificar cómo la creación de cuentos de Literatura Infantil (e-books animados y libros convencionales) para el desarrollo de conceptos matemáticos influyen en las prácticas y/o conocimientos profesionales de un grupo de docentes de Educación Infantil y de los primeros años de Educación Primaria.

Para llevarlo a cabo, se utilizó la metodología Design Experiments, basada en Cobb, Confrey, di Sessa, Lehrer y Schauble (2003). Así, con el fin de obtener datos para la investigación, mantendremos una reunión semanal de 4 horas con un grupo de docentes de la red pública de Educación Infantil y de los primeros cursos de Educación Primaria, durante la duración del proyecto. Las reuniones se realizaron en las instalaciones de la Universidad donde se realizó la investigación y también en línea, especialmente en los años de pandemia.

Por lo tanto, se llevaron a cabo 6 pasos: i) cuestionario; ii) estudios sobre literatura y matemáticas y secuencia didáctica; iii) creación de cuentos infantiles; iv) discusión y análisis de construcciones colectivas; v) creación de ilustraciones y su análisis y vi) maquetación para libros electrónicos animados y libros convencionales.

En este artículo explicaremos los resultados generales de la etapa ii y iii porque creemos que nos puede ayudar a responder a nuestras preguntas sobre: ¿Cómo aprende el profesor Matemáticas? O al menos una Matemática que se enseñe a los alumnos para que puedan disfrutarla y entenderla de forma efectiva.

¿Cómo aprende el profesor? Algunas posibilidades y reflexiones

Cuando realizamos los estudios sobre los temas relacionados con la Educación Mental, Cerebral y Matemática, en el proyecto 1, podemos observar algunos cambios en la actitud de los profesores de educación básica. Saber, por ejemplo, que las emociones negativas intensas pueden interferir en la atención al procesamiento cognitivo puede llevarnos a reflexionar sobre la imagen que tienen las Matemáticas en la sociedad occidental y cómo esta imagen puede

interferir en el aprendizaje, ya que las Matemáticas suelen ser vistas como aterradoras, difíciles, complicadas y poco interesantes para muchas personas.

Otra discusión se refiere a la neuroimagen, que indica que el razonamiento matemático se basa en el procesamiento visual. La base neurobiológica de la cognición matemática implica una comunicación compleja y dinámica entre los sistemas cerebrales de memoria, detección y control, y las regiones de procesamiento visual. ¿Cómo puede contribuir esta información a mejorar las clases de matemáticas? Al pensar en ello, el (futuro) profesor está ampliando su Conocimiento de las Características de Aprendizaje (KFLM).

A la hora de diseñar una lección, con el planteamiento de contenidos a través de la matemática visual, el (futuro) profesor tendrá que emplear el uso de componentes visuales en las clases como el material áureo, el plegado, los juegos y el software matemático (KMT) además de tener que mostrar a los alumnos que hay diferentes formas de resolver un mismo problema/ejercicio (KPM) y que hacer es más importante que ser el primero en terminar. En este contexto, observamos la importancia de brindar un espacio a los (futuros) docentes participantes en diferentes momentos de trabajo y reflexión individual y colectiva para la profundización y ampliación del conocimiento especializado para la enseñanza.

En el proyecto 2, cuando presentamos los estudios sobre el uso de la literatura infantil para la enseñanza de las matemáticas a los docentes, y con esta primera explicación, fue posible ampliar los horizontes de conocimiento sobre nuevos métodos metodológicos para la enseñanza y la reflexión sobre las Matemáticas.

Además, presentamos seis secuencias formativas durante la realización del proyecto en estos años de desarrollo: tres realizadas en el primer año de formación (junio de 2018 a mayo de 2019) y las demás en los años siguientes. En las secuencias de entrenamiento se utilizaron los siguientes libros infantiles: El lobo que se convirtió en formas geométricas, de Edvonete Souza de Alencar y Anttonio Pereira; Érase una vez, el armadillo fue creado por Bia Villela; Trigonometría amorosa de Millor; Caperucita amarilla de Chico Buarque; El Gato Massamê y lo que ves, de Ana Maria Machado; Trudi y Kiki de Eva Furnari, Una sorpresa para los nueve de Silvia Regina da Silva Cassimiro y Edvonete Souza de Alencar; Caos, de Lilli L'Arronge y Hedi Gnädinger, y La sopa de brujas, de Hae Wang Jeong. Algunos de estos libros han sido utilizados juntos por más de una secuencia formativa.

Por lo tanto, la capacitación realizada pudo aprovechar todos los conocimientos especializados para enseñar matemáticas según Carrillo (2018). Algunos más evidentes, como es el caso de KOT y KMT, se percibe que el primero es que muchas veces el docente en

formación no pudo observar que en el contexto del libro infantil era posible enseñar ciertos contenidos matemáticos, porque tiene debilidades en sus conocimientos. Y el KMT fue uno de los más abordados porque permitió al docente reflexionar sobre las nuevas posibilidades de la enseñanza de las Matemáticas.

La preparación con las capacitaciones fue fundamental para que el equipo pudiera crear cuentos de literatura infantil. Creemos que esta etapa de la investigación es la que más puede colaborar con la respuesta a nuestra investigación en este artículo, porque los docentes necesitan reflexionar sobre las siguientes preguntas a la hora de escribir cuentos: ¿Cómo crear un cuento? ¿Qué personajes crearemos? ¿Qué detalles del contenido cubriremos en las historias? Así, estas preguntas nos llevan a considerar que reflexionan sobre el KOT, el KSM y el KPM, porque los docentes necesitaban pensar qué contenidos tratar y cómo abordarlos, pensando en sus características de simplificación, así como en su uso social.

Cabe señalar que estas preguntas fueron esenciales tanto para el análisis de otras historias existentes, como para la creación de nuevas historias. Para ello, el docente en formación necesita ponerse en el lugar del otro (alumno), reflejar cómo piensa e imagina el niño, cómo es el contexto del niño. Todas estas últimas reflexiones nos llevan a pensar que los docentes están desarrollando el conocimiento de las matemáticas (KFLM) porque crear material para los estudiantes requiere que sepamos cómo reflexionan y aprenden las matemáticas.

En general, el conocimiento de KMT y KMLS aparece en todas las construcciones de los materiales, porque se consulta en todo momento cuál es el currículo propuesto y los beneficios y posibles situaciones de enseñanza.

Así, consideramos que promover una formación en la que el docente tenga un papel activo en su formación, aporta un modelo diferente al que vemos en los últimos años donde este era solo el receptor de conocimientos. En un proceso formativo como el que se presenta, este es el constructor de sus conocimientos y los formadores son los mediadores de las reflexiones.

Algunas consideraciones

En vista de lo anterior, consideramos al docente como un elemento clave del proceso de enseñanza-aprendizaje, un profesional reflexivo que toma decisiones racionales. Por ello, señalamos la necesidad y urgencia de promover una formación que posibilite formatos diversificados que puedan contribuir a que el docente aprenda las matemáticas y enseñe de manera más efectiva los contenidos tratados. Teorizamos que cuando el profesor se pone en el

lugar del alumno, éste es capaz de reflexionar y pensar sobre las principales dificultades encontradas. Además, es importante que esté en el papel de un jugador activo en su entrenamiento.

AGRADECIMIENTOS: Al Instituto Serrapilheira por el año de financiación del proyecto Creando Cuentos de Literatura Infantil para la enseñanza de las Matemáticas. Al Decano de Extensión de la UFRN por el financiamiento del curso de extensión: Matemática en los primeros años: alfabetización matemática.

REFERENCIAS

- ALENCAR, E. S. D. **Conhecimento Profissional Docente de Professores do 5º ano em uma escola com bom desempenho em Matemática: o caso de estruturas multiplicativas.** 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2012.
- ATTORPS, I. Teachers' images of the 'equation' concept. **European Research in Mathematics Education**, [S. l.], v. 3, p. 1-8, 2003.
- BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? **Journal of teacher education**, [S. l.], v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0022487108324554>. Acceso en: 10 agosto 2023.
- BOGATSCHOV, D. N.; FERREIRA, G. M.; MOREIRA, J. A. S. BNC-Formação: políticas para formação de professores no Brasil e a interlocução com as diretrizes da OCDE. **Revista e-Curriculum**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 1335-1359, 2022. Disponible en: <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/54584>. Acceso en: 10 agosto 2023.
- CAMPOS, E. G. J. D. **Dificuldades na aprendizagem da divisão: análise da produção dos erros dos alunos do ensino fundamental e sua relação com o ensino praticado pelos professores.** 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2007.
- CARMO, J. S.; SIMIONATO, A. M. Reversão de ansiedade à matemática: alguns dados da literatura. **Psicologia em Estudo**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 317-327, 2012.
- CARRILLO, 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. The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. **Research in Mathematics Education**, [S. l.], v. 20, p. 1-18., 2018.
- CERQUETTI, F.; ALBERCANE, C. B. **O ensino da matemática na educação infantil.** Porto Alegre, RS: Artmed, 2001.

COBB, P.; CONFREY, J.; DI SESSA, A.; LEHRER, R.; ESCHAUBLE, L. **Experimentos de design em pesquisa educacional, em: Pesquisador Educacional**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 9-13. Disponible en:

https://www.aera.net/uploadedFiles/Journals_and_Publications/Journals/Educational_Researcher/3201/32_01_Cobb.pdf. Acceso en: 10 agosto 2023.

COIMBRA, C. L. Os Modelos de Formação de Professores/as da Educação Básica: quem formamos? **Educação & Realidade**, [S. l.], v. 45, n.1, 2020. Disponible en:

<https://www.scielo.br/j/edreal/a/xJnsTVj8KyMy4B495vLmhww/>. Acceso en: 12 jun. 2023.

GALPERIN, C. **Os desafios da escola pública do Paraná na perspectiva da professora PDE**. Literatura e Inclusão Infantil. 2013. Artículo disponible en:

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_ue_np_port_artigo_elizangela_idalgo_regallo_maria.pdf. Acceso en: 8 feb. 2017.

GARCIA SILVA, A. D. F. **O desafio do desenvolvimento profissional docente: análise da formação continuada de um grupo de professoras das séries iniciais do ensino fundamental, tendo como objeto de discussão o processo de ensino e aprendizagem das frações**. 2007. 308 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: Políticas e programas. **Paradigma**, [S. l.], v. 42, n. extra 2, 2021. Disponible en:

<https://revistaparadigma.online/ojs/index.php/paradigma/article/view/1044>. Acceso en: 10 agosto 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002

GITIRANA, V.; GUIMARÃES, G. L.; CARVALHO, J. B. P. **Os livros paradidáticos para o ensino da Matemática**. Brasília, DF: 2010.

HANUSHEK, E. A. **Funções de produção da educação**. Em a economia da educação. Imprensa Acadêmica, 2020

LAUTENSCHLAGER, E.; RIBEIRO, A. J. Reflexões acerca do impacto do conhecimento matemático dos professores no ensino: a álgebra da Educação Básica. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 1-26, 2014. Disponible en: <https://jjeem.pgsscogna.com.br/jjeem/article/view/69>. Acceso en: 12 agosto 2023.

LOUCKS-HORSLEY, S. Teacher change, staff development, and systemic change: Reflections from the eye of the paradigm. In: FRIEL, S. N.; BRIGHT, G. W. (ed.). **Reflecting on our work: NSF teacher enhancement in K-6 mathematics**. Lanham, MD: University Press of America, 1997.

PONTE, J. P.; BRANCO, N. Pensamento algébrico na formação inicial de professores. **Educar em Revista**, v. 50, p. 135-155, 2013. Disponible en:

<https://www.scielo.br/j/er/a/CHPNjrWVNDpS7LnzZ3THm6C/>. Acceso en: 10 agosto 2023.

REAME, E. **Matemática na educação do dia-a-dia das crianças**: rodas, músicas, jogos e histórias. São Paulo: Saraiva Didático, 2012.

RIBEIRO, A. J.; CURY, H. N. **Álgebra para a formação do professor**: explorando os conceitos de equação e de função. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

RIBEIRO, A. J.; OLIVEIRA, F. A. P. V. S. Conhecimentos mobilizados por professores ao planejarem aulas sobre equações. **Zetetiké**, [S. l.], v. 23, n. 44, p. 311-327, 2015. Disponible en: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646541>. Acceso en: 10 agosto 2023.

RIBEIRO, M.; MARMORE, J.; ALENCAR, E. S. Lente Teórica: Mathematics Teacher's Specialised Knowledge – MTSK. *In*: ALENCAR, E. S. **Literatura infantil para o ensino de Matemática como recurso para a formação de professores**. São Paulo: Editora Twee, 2019.

SILVA, R. J. **Literatura Infantil no ensino de Matemática Inclusiva**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2017.

SMOLE, K. S.; CANDIDATO, P. **Solução de problemas matemáticos de 0 a 6 anos**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2000.

WASSERMAN, N. H. Unpacking teachers' moves in the classroom: navigating micro-and macro-levels of mathematical complexity. **Educational Studies in Mathematics**, [S. l.], v. 90, p. 75-93, 2015. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-015-9615-1>. Acceso en: 10 agosto 2023.

ZACARIAS, E.; MORO M. L. F. A Matemática das Crianças Jovens e Literatura Infantil. **Educ. Rev.**, Curitiba, n. 25, p. 275-299, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/RKJktyz4t6Ch6Gy8hQQRTVb/abstract/?lang=pt>. Acceso em: 10 agosto 2023.

Reconocimientos: Agradecemos a la Universidad Federal de Grande Dourados y a la Universidad Federal de Rio Grande do Norte, instituciones en las que están registrados los proyectos, que posibilitaron su desarrollo en acciones de formación e investigación.

Financiación: El proyecto Creación de Cuentos de Literatura Infantil para la Enseñanza de las Matemáticas ha sido financiado por el Instituto Serrapilheira (mayo-2018 a junio 2019). El proyecto Neurociencia Cognitiva y Educación Matemática: un diálogo necesario en la formación del profesorado obtuvo financiación PROEX.

Conflictos de intereses: No hay conflictos de intereses.

Aprobación ética: Sí, los proyectos presentados han sido aprobados por un comité de ética.

Disponibilidad de datos y material: No aplicable.

Aportes de los autores: Ambos autores participaron en la redacción del trabajo, ya que se realizó una descripción de los proyectos y cómo se desarrollaron utilizando la metodología. La redacción también fue en conjunción con los marcos teóricos, y consideraciones finales.

Procesamiento y edición: Editora Iberoamericana de Educación - EIAE.
Corrección, formateo, normalización y traducción.

