

Conhecimentos Profissionais para a Formação Inicial e do (e para o) Professor de Matemática

Professional Knowledge for the Initial Training
of (and For) the Mathematics Teacher

Conocimientos Profesionales para la Formación Inicial
del (y para el) Profesor de Matemáticas

Dailson Evangelista Costa¹  

Tadeu Oliver Gonçalves²  

Wagner dos Santos Mariano³  

RESUMO

O objetivo deste ensaio é apresentar uma discussão teórica que evidencia elementos de conhecimentos profissionais para a formação inicial e do (e para o) professor de matemática em formação inicial como fundamentação para (re)pensar as licenciaturas em Matemática. A partir de uma análise das principais teorias e modelos que fundamentam o conhecimento docente, este ensaio destaca a importância da integração de saberes pedagógicos e específicos da matemática na formação dos futuros professores. A discussão proposta visa contribuir para a reestruturação dos currículos das licenciaturas em Matemática, promovendo uma formação mais coerente e alinhada às demandas contemporâneas da educação matemática. Os resultados apontam para a necessidade de integrar conhecimentos profissionais tipificados pela literatura aos cursos de Licenciatura em Matemática no sentido de estarem tanto nos currículos como nas práticas dos formadores de professores para que estes desenvolvam conhecimentos especializados dos professores em formação inicial.

Palavras-chave: Formação de Professores. Educação Matemática. Conhecimentos Profissionais. Licenciatura em Matemática. Currículo Formativo.

ABSTRACT

The aim of this essay is to present a theoretical discussion that highlights elements of professional knowledge for the initial training of (and for) the mathematics teacher in initial training as a foundation for (re)thinking mathematics degree programs. Based on an analysis of the main theories and models that underpin teacher knowledge, this essay emphasizes the importance of integrating pedagogical and specific mathematical knowledge in the training of future teachers. The proposed discussion aims to contribute to the restructuring of mathematics degree curricula, promoting a more coherent training aligned with the contemporary demands of mathematics education. The results point to the need to integrate professional knowledge typified by the literature into Mathematics Degree courses, so that they are both in the curricula and in the practices of teacher trainers, allowing them to develop specialized knowledge for teachers in initial training.

Keywords: Teacher Training. Mathematics Education. Professional Knowledge. Mathematics Degree. Training Curriculum.

RESUMEN

El objetivo de este ensayo es presentar una discusión teórica que evidencia elementos de conocimientos profesionales para la formación inicial del (y para el) profesor de matemáticas en formación inicial como fundamentación para (re)pensar las licenciaturas en Matemáticas. A partir de un análisis de las principales teorías y modelos que fundamentan el conocimiento docente, este ensayo destaca la importancia de la integración de saberes pedagógicos y específicos de las matemáticas en la formación de los futuros profesores. La discusión propuesta tiene como objetivo contribuir a la reestructuración de los planes de estudio de las licenciaturas en Matemáticas, promoviendo una formación más coherente y alineada con las demandas contemporáneas de la educación matemática. Los

1 Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Docente na Universidade Federal do Tocantins (UFT), Arraias, Tocantins, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Juraides de Sena Abreu, s/n - Setor Buritizinho, Arraias - TO, CEP: 77330-000. E-mail: dailson_costa@uft.edu.br.

2 Doutor em Educação (UNICAMP). Docente na Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Universidade Federal do Pará (UFPA) - R. Augusto Corrêa, 1 - Guamá, Belém - PA, CEP: 66075-110. E-mail: tadeuoliver@yahoo.com.br

3 Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Docente na Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Araguaína, Tocantins, Brasil. Endereço para correspondência: Avenida Paraguai, s/nº, esquina com a Rua Uxiramas Setor Cimba, Araguaína - TO, CEP: 77824-838. E-mail: wagner.mariano@ufnt.edu.br

resultados apuntan a la necesidad de integrar conocimientos profesionales tipificados por la literatura en los cursos de Licenciatura en Matemáticas, de modo que estén tanto en los planes de estudio como en las prácticas de los formadores de profesores para que estos desarrollen conocimientos especializados de los profesores en formación inicial.

Palabras clave: Formación de Profesores. Educación Matemática. Conocimientos Profesionales. Licenciatura en Matemáticas. Currículo Formativo.

INTRODUÇÃO

A formação inicial de professores de Matemática é um tema de crescente interesse e relevância na pesquisa educacional, especialmente diante dos desafios contemporâneos enfrentados no ensino dessa disciplina. A necessidade de um currículo com identidade própria para a Licenciatura em Matemática, que não apenas transmita conteúdos matemáticos, mas também prepare os futuros professores para uma prática pedagógica criativa, reflexiva e inovadora, é essencial para garantir uma educação de qualidade. Nesse contexto, a compreensão e a integração dos conhecimentos profissionais específicos e pedagógicos tornam-se fundamentais para a construção e constituição do professor de Matemática da Educação Básica (Curi, 2011).

Este ensaio teórico (Severino, 2000) busca explorar e discutir os conhecimentos profissionais essenciais para a formação inicial dos professores de Matemática. Ao revisar e analisar as principais teorias e modelos que fundamentam o conhecimento docente, procuramos destacar a importância dos conhecimentos profissionais específicos do professor de Matemática, que englobam tanto os aspectos específicos da Matemática quanto as práticas pedagógicas voltadas para a formação profissional do professor. Através desta discussão teórica, pretendemos contribuir para o (re)pensar das licenciaturas em Matemática, oferecendo reflexões que provoquem a organização e a estruturação dos currículos formativos.

O objetivo deste ensaio é apresentar uma discussão teórica que evidencie elementos de conhecimentos profissionais *para* a formação inicial e *do* (e *para* o) professor de matemática em formação inicial como fundamentação para (re)pensar as licenciaturas em Matemática.

Organizamos este texto em cinco seções, incluindo esta de introdução. Na segunda seção, apresentamos uma compreensão sobre o professor que ensina Matemática (PEM) como objeto e campo de estudo e pesquisa. Na terceira, discutimos os conhecimentos profissionais do professor de Matemática, com base nos autores Shulman (1986, 1987), Ball, Thames e Phelps (2008), e Carrillo *et al.* (2013). Na quarta seção, apresentamos um movimento de síntese e, na última, registramos algumas considerações que denominamos reflexões formativas.

O PEM COMO OBJETO DE ESTUDO E PESQUISA

Fiorentini *et al.* (2002) apresentaram um balanço de 25 anos da pesquisa brasileira sobre a formação de PEM e sistematizaram três focos temáticos: formação inicial, formação continuada e outros. Os autores trazem alguns resultados em relação à formação inicial do professor que são relevantes para este momento. Eles verificaram que os principais problemas enfrentados pelas pesquisas das décadas de 70 e 80, em relação aos cursos de Licen-

ciatura em Matemática, também apareceram nas pesquisas desenvolvidas em meados da década de 90. Segundo Fiorentini *et al.* (2002, p. 154), esses problemas foram:

(...) desarticulação entre teoria e prática, entre formação específica e pedagógica e entre formação e realidade escolar; menor prestígio da licenciatura em relação ao bacharelado; ausência de estudos histórico-filosóficos e epistemológicos do saber matemático; predominância de uma abordagem técnico-formal das disciplinas específicas; falta de formação teórico-prática em Educação Matemática dos formadores de professores.

Outro resultado que Fiorentini *et al.* (2002, p. 156) destacam, ainda sobre a formação inicial do professor de Matemática, diz respeito às práticas de ensino e ao Estágio Curricular Supervisionado:

As conclusões desses estudos, desde o início, apontavam para a necessidade de ampliação da carga didática dessas disciplinas e sua distribuição ao longo do curso. Se, de um lado, essa reivindicação parece estar sendo contemplada pelas novas *Diretrizes Curriculares para a Formação do Professor da Educação Básica* (BRASIL, 2001), de outro, estas parecem não contemplar o que apontam os estudos mais recentes de Freitas, M. T. (2000) e Castro (2002): de que essas disciplinas não podem estar dissociadas da reflexão teórica e da investigação sobre a prática.

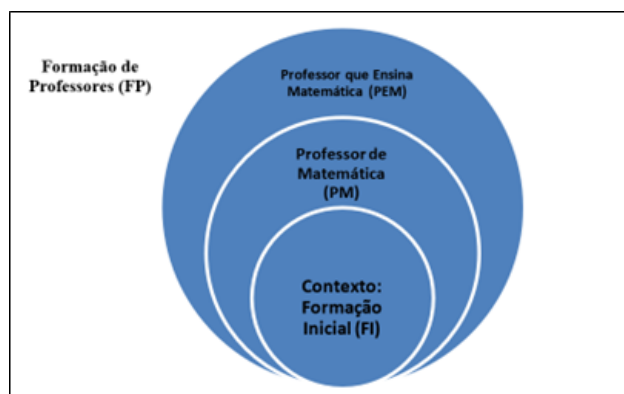
Com esses dois resultados, podemos perceber que a relação entre teoria e prática, durante o processo de formação inicial do professor de Matemática, tem sido objeto de investigação contínua. Nossa perspectiva é que os conhecimentos profissionais descritos na literatura, construídos pelos professores em formação inicial com as orientações do professor formador, possibilitam a interação e a aproximação entre os aspectos teóricos estudados nas componentes curriculares específicas, didáticas, pedagógicas e profissionais, com as práticas do professor em formação inicial.

A formação inicial de professores tem sido objeto de estudos e investigação por diversos pesquisadores nas áreas de Educação (área 38)⁴ e Ensino (área 46)⁵ da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). São várias as temáticas e assuntos que tomam o PEM como objeto de investigação. O PEM refere-se aos professores de Matemática em processo de formação inicial, em formação continuada e em serviço. Além disso, inclui os professores que ensinam Matemática nos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, no Ensino Médio, professores que ensinam Matemática no Ensino Superior e em outros contextos, modalidades e níveis de ensino, independentemente da sua formação (Fiorentini *et al.*, 2002; Fiorentini; Passos; Lima, 2016).

Para ilustrar o campo de investigação que trata da formação de professores e, especificamente, sobre a formação do professor de Matemática como um PEM, elaboramos a Figura 1:

4 Link do site da área de Educação: <http://capes.gov.br/avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/75-dav/caa3/4665-educacao>.

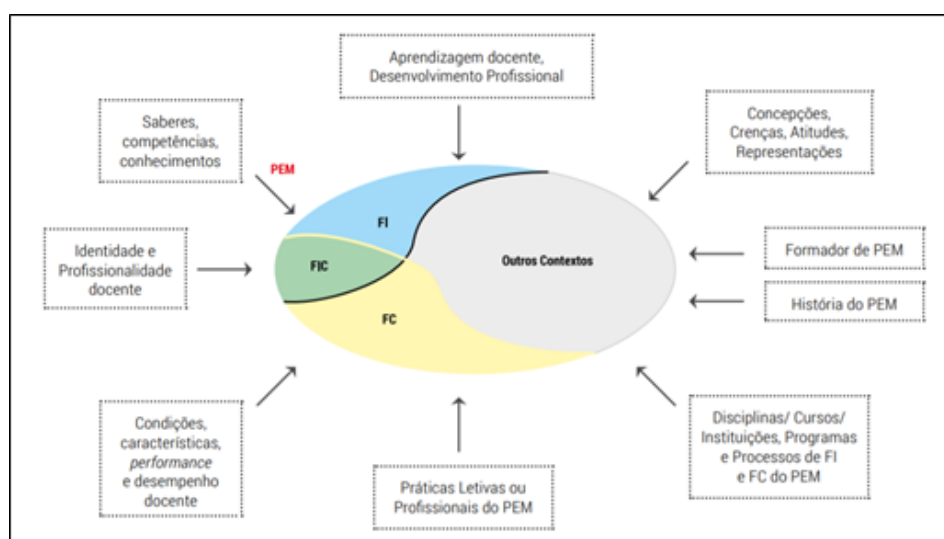
5 Link do site da área de Ensino: <http://capes.gov.br/avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/76-dav/caa4/4670-ensino>.

Figura 1 – Relação entre FP, PEM, PM e FI.

Fonte: o autor.

Na Figura 1, destacamos a relação entre “Formação de Professores” (FP), “Professor de Matemática” (PM), “Professor que Ensina Matemática” (PEM) e o contexto de Formação Inicial (FI) do PM. Assim, percebemos que existe um conjunto universo maior, estabelecido pelas pesquisas sobre formação de professores (FP). Como subconjunto deste conjunto universo, temos as pesquisas sobre o PEM. Como subconjunto do conjunto PEM, temos as pesquisas sobre o PM e, por fim, temos o conjunto relativo ao contexto de FI como subconjunto do PM. Existem outros subconjuntos do PEM, como o professor formador (que ensina Matemática no Ensino Superior; que ensina Matemática nos anos iniciais) e o professor que ensina Matemática em outros contextos (cursinho para vestibular ou concurso, outras situações). No entanto, tomamos como contexto para este ensaio os professores de Matemática em formação inicial como objeto de reflexão. Além disso, destacamos que a “formação de PEM” é tomada como objeto de estudo ou tema de pesquisa. Entendemos os professores de Matemática em contexto de formação inicial como os próprios licenciandos em Matemática. Este tratamento ao profissional em formação contribui para o desenvolvimento profissional da própria profissão (Imbernón, 2011; Costa; Moraes, 2017).

A Figura 2, apresentada a seguir, evidencia as principais temáticas que estão presentes nas pesquisas que tomam o PEM como objeto de estudo e investigação:

Figura 2–Temáticas de pesquisas sobre o PEM

Fonte: Fiorentini, Passos, Lima (2016).

A Figura 2 ilustra os principais temas e assuntos tratados nas pesquisas (teses e dissertações) realizadas no Brasil, no período de 2001 a 2012, que tomaram o PEM como campo de estudo em seus diferentes contextos: formação inicial (FI); formação continuada (FC); formação inicial e continuada (FIC); e outros contextos e aspectos (Fiorentini; Passos; Lima, 2016). Ou seja, as pesquisas sobre o PEM evidenciam temáticas específicas deste campo, e essas temáticas estão fundamentadas em bases teóricas bem constituídas.

Nas próximas seções, tratamos dos conhecimentos profissionais do professor em três perspectivas teóricas. Primeiramente, abordamos os conhecimentos profissionais necessários a todos os professores, conforme defendido por Shulman (1986, 1987). Posteriormente, discutimos os conhecimentos profissionais específicos ao professor de Matemática, propostos, de uma certa forma, por Ball, Thames e Phelps (2008) e, de outra forma, por Carrillo *et al.* (2013).

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas ao longo das últimas décadas no âmbito do tema relativo aos conhecimentos profissionais do professor de Matemática em formação inicial ou continuada (Santos; Gonçalves; Melo, 2023; Moriel Junior, 2014; Marques; Mello, 2024). Esses conhecimentos implicam em entender a profissão de professor como uma atividade profissional que possui elementos conceituais, problemas e conteúdos próprios (Santos; Costa; Gonçalves, 2017).

Antes de começarmos a discussão teórica sobre os conhecimentos profissionais, importa definir o que estamos entendendo como “conhecimento”. Adotamos a definição de Schoenfeld (2010, p. 25, tradução nossa): “eu defino o conhecimento de um indivíduo como as informações que tem disponíveis para usar para resolver problemas, alcançar metas ou desenvolver qualquer tarefa. Note-se que, de acordo com esta definição, o conhecimento não há de ser necessariamente correto”.

Com base nessa definição, enfatizamos que o conhecimento é usado e mobilizado nas ações e tarefas do professor, e não cabe julgar se esse conhecimento é correto ou não, pois ele será mobilizado e usado em suas ações de qualquer maneira.

Também destacamos nosso entendimento sobre “conhecimento profissional” do professor como aquele conhecimento que sustenta, promove e contribui para o desenvolvimento profissional do professor. O conhecimento profissional é um produto do desenvolvimento profissional (Climent, 2005; Liñán-García, 2017).

Climent (2005) caracteriza seis peculiaridades fundamentais do conhecimento profissional do professor e o concebe como o conjunto de saberes e experiências das quais faz uso na sua profissão. Para ele, o conhecimento é: contextualizado, pessoal, integrado e complexo, prático, dinâmico e parcialmente tácito. É um conhecimento que o professor necessita e utiliza na sua prática de ensinar Matemática (Schoenfeld, 2010).

Passamos, agora, a discutir sobre esses tipos de conhecimentos necessários ao professor em formação.

Conhecimentos profissionais: a base de conhecimentos para o ensino

Lee Shulman, em sua obra *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*, publicada originalmente em 1986, elenca, a priori, três categorias de conhecimentos que se mostram como base para o conhecimento docente: conhecimento específico do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular. Já em outra obra sua, datada de 1987, intitulada *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*⁶, apresenta mais quatro categorias dessa base para o conhecimento, além das já mencionadas. São elas: conhecimento pedagógico geral, conhecimento dos alunos e suas características, conhecimento do contexto educativo e conhecimento dos objetivos, das finalidades e dos valores educativos, e seus fundamentos históricos e filosóficos.

Antes de nos atermos às categorias anunciadas, destacamos algumas considerações introdutórias para nos situarmos a propósito do contexto, das intenções, dos conflitos e dos interesses de Shulman (1986, 1987) no que tange à formação de professores.

Shulman (1986) menciona a elucubração de George Bernard Shaw: “Quem pode, faz. Quem não pode, ensina”, e em seguida afirma que isso é um calamitoso insulto à profissão de professor. Segundo ele, para o profissional ao qual é destinada a missão de ensinar (professor/educador), é preciso muito mais do que saber sobre o assunto a ser ensinado. É necessário ter outros tipos de conhecimentos que são intrínsecos à profissão docente.

Na era da reforma educacional, Shulman (1986) analisa alguns testes/exames para professores de escolas elementares, promovidos pelos órgãos governamentais dos Estados Unidos (Massachusetts, Michigan, Nebraska, Colorado e Califórnia), que tinham como objetivo verificar os conhecimentos que os professores possuíam com vista à prática docente. Ele afirma que muitos pesquisadores educacionais ignoram um aspecto central da sobrevivência da aula, o “conteúdo”, referindo-se a essa ausência de foco no conteúdo como o problema do “paradigma ausente”. Shulman certifica que as consequências dessa ausência são sérias, tanto para a política quanto para a pesquisa⁷. A propósito:

A pessoa que presume ensinar assuntos de conteúdos para crianças necessita demonstrar ciência daquela matéria do conhecimento, como um pré-requisito para ensinar. Ainda que conhecimento de teorias e métodos de ensino seja importante, eles têm, decididamente, um papel secundário na qualificação de um professor (Shulman, 1986, p. 5, tradução nossa).

Na tentativa de traçar uma biografia intelectual – “conjunto de compreensões, concepções e orientações que constituem a fonte de sua compreensão da matéria que ensina” (Shulman, 1986, p. 8, tradução nossa) – para a base do conhecimento docente, que difere das abordagens dos métodos tipicamente usados para avaliar o conhecimento do professor, o autor promove a seguinte reflexão: Quais são os domínios e categorias do conteúdo de conhecimento no pensamento dos professores? Quais são os modos promissores de intensificar a aquisição e o desenvolvimento de tais conhecimentos? Como podemos pensar sobre o conhecimento que cresce nas mentes dos professores, com especial ênfase no conteúdo? Ele sugere que sejam distinguidas três categorias de conteúdos de conhecimento: (a) co-

6 Traduzimos para “Conhecimento e Ensino: Fundamentos da Nova Reforma”.

7 Conforme Shulman (1987) não se pode avaliar adequadamente os professores por meio da observação de sua ação docente sem levar em consideração a matéria que está sendo ensinada.

nhcimento específico do conteúdo (*content knowledge*), (b) conhecimento pedagógico do conteúdo (*pedagogical content knowledge*) e (c) conhecimento curricular (*curricular knowledge*) (Shulman, 1986)⁸.

A primeira categoria diz respeito ao conhecimento específico do conteúdo e se refere basicamente à soma e à organização do conhecimento em si na cabeça do professor. Para Shulman (1986, p. 9, tradução nossa):

Em assuntos de conteúdos de diferentes áreas, os modos de discussão da estrutura de conteúdo do conhecimento diferem. Pensar apropriadamente sobre conteúdo do conhecimento requer ir além do conhecimento de fatos ou conceitos de um domínio. Requer compreensão das estruturas dos assuntos da matéria [estruturas substantivas e sintáticas]⁹.

Para Shulman (1986), o professor necessita não somente entender que alguma coisa é apresentada de determinada forma; é preciso ir além disso, buscando compreender por que é assim, de que perspectiva sua justificativa pode ser defendida, e em quais circunstâncias nossas crenças, nessas justificativas, podem ser enfraquecidas e/ou escondidas.

Como segunda categoria, é proposto o conhecimento pedagógico do conteúdo. Para Shulman (1986), essa categoria se refere a um segundo tipo de conhecimento de conteúdo, que vai além do conhecimento da matéria em si, para a dimensão da essência do conhecimento da matéria para ensinar. Em outras palavras:

Dentro da categoria de conhecimento pedagógico do conteúdo eu incluo, para tópicos regularmente ensinados, em uma de suas áreas, a mais usual das formas de representação daquelas ideias, a maioria cheia de analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações—em uma palavra, os modos de representação e formulação de assuntos que fazem a compreensão de outros. Desde que não haja uma única e mais poderosa forma de representação, o professor precisa ter em mãos um verdadeiro armamento de formas alternativas de representação, algumas das quais derivam de pesquisas, enquanto outras se originam do bom-senso e da prática (Shulman, 1986, p. 9, tradução nossa).

O conhecimento pedagógico do conteúdo também inclui a compreensão da maneira como concebemos a aprendizagem de tópicos específicos como mais “fáceis” ou “difíceis”. Além disso, abrange o entendimento e o conhecimento que os alunos, de diferentes idades, trazem consigo, incluindo suas experiências distintas à aprendizagem daqueles assuntos a serem ensinados.

Por último, nessa primeira tentativa de categorizar o conhecimento base para a docência, Shulman (1986) sugere o conhecimento curricular. Para ele, “se nós somos regularmente omissos, não ensinando conhecimentos pedagógicos para nossos estudantes em programas de formação de professores, nós somos frequentemente mais delinquentes com

⁸ Estas categorias são as que citamos no início desse tópico.

⁹ Embasado em outros autores, o autor defende que as estruturas da matéria incluem tanto as estruturas substantivas, quanto as sintáticas. As estruturas substantivas são a variedade de modos nas quais os conceitos e princípios básicos da disciplina são organizados para incorporar seus fatos. A estrutura sintática de uma disciplina é o conjunto de modos nos quais a verdade ou falsidade, validade ou invalidade são estabelecidas. O autor aprofunda esses tipos de conhecimento na sua obra: *Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching*, publicada em 1989. Não é nosso objetivo aqui aprofundar sobre esses tipos de conhecimentos, mas o leitor pode conferir a obra original, caso queira.

respeito à terceira categoria de conteúdos de conhecimento, o conhecimento curricular” (Shulman, 1986, p. 10, tradução nossa)¹⁰.

Shulman (1986) sugere mais três formas de conhecimento para fazer uma análise conceitual de conhecimento para professores, dentre os quais focamos no conhecimento proposicional. Para ele, é necessário se basear em uma estrutura de classificação, tanto de domínios e categorias de conhecimento do professor, de um lado, quanto das formas e representações daquele conhecimento, de outro. Em outras palavras, são “formas” que podem organizar as categorias (admitindo que existem outras maneiras de fazer isso).

Muito do que é ensinado aos professores está na forma de proposições. Quando examinamos a pesquisa sobre ensino e aprendizagem e exploramos suas implicações para a prática, nós tipicamente (e apropriadamente) examinamos proposições. Quando nós perguntamos sobre o bom-senso da prática, o conhecimento acumulado da experiência de ensino, nós tendemos a encontrar tal conhecimento armazenado na forma de proposições (Shulman, 1986, p. 10, tradução nossa).

A pesquisa baseada em princípios da atividade de ensino e leitura à compreensão e às escolhas eficazes é declarada como listas de proposições.

Eu defendo que há fundamentalmente três tipos de conhecimento proposicional no ensino, correspondendo às três maiores fontes de conhecimento sobre o ensino: disciplinado empírico ou investigação filosófica, experiência prática, e, razão moral e ética. Eu vou referir estes três tipos de proposições como princípios, máximas e normas (Shulman, 1986, p. 11, tradução nossa).

Dando destaque ao segundo tipo, o conhecimento proposicional da experiência prática, este está no nível de reivindicação teórica e prática. São máximas que representam o bom-senso acumulado da prática e são importantes para orientações que tratam a prática como princípios empíricos ou teóricos.

Para que o professor seja capaz de ampliar sua capacidade de julgamento e/ou de tomada de decisões sobre sua prática, ou seu ofício, que é a sua função enquanto educador, Shulman (1986) apresenta o uso do “método de casos” na formação desse profissional, seja em aulas ou em laboratórios especiais com simulações, vídeos e roteiros escritos, com a intenção de criar um meio para o desenvolvimento de compreensões estratégicas sobre as possíveis articulações que precisam ser feitas no ato de ensinar, seja qual for o assunto.

A visão que eu abraço de ensino e de formação de professor é uma visão de profissionais capazes não somente de agir, mas de decretar, mandar-agir de uma maneira que é auto-consciente, com respeito àquilo a que seus atos se dirigem ou a que seus atos se vinculam (Shulman, 1986, p. 13, tradução nossa).

Essa passagem nos remete à discussão sobre a elucubração “Quem pode, faz. Quem não pode, ensina”, de George Bernard Shaw. Isto é, mais uma vez, ao profissional que ensina é desejada uma responsabilidade inerente ao ato de ensinar. É preciso que professores e educadores contribuam para esse processo, elaborando e constituindo os seus próprios repertórios de conhecimentos. No ano seguinte às sugestões postas por Shulman (1986), o

¹⁰ Para o autor, “o currículo é representado pelo pleno alcance dos programas designados para o ensino de assuntos e tópicos específicos de certo nível, pela variedade de materiais instrucionais disponíveis em relação àqueles programas, e pelo conjunto de características que servem como indicações e de contra-indicações para o uso de um currículo particular ou programa de materiais em circunstâncias específicas” (Shulman, 1986, p. 10, tradução nossa).

autor publica mais uma obra, intitulada *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*. Nela, ele apresenta outras quatro categorias dessa base para o conhecimento docente, tal como expressamos no parágrafo inicial deste tópico.

Fundamentado em uma intencionalidade na profissionalização do ensino, Shulman (1987) acredita que existe uma “base de conhecimento para o ensino” como meio de representar e comunicar, que, para ele, é um conjunto de conhecimentos codificados ou codificáveis, habilidades, compreensões e tecnologia, ética e disposição, de responsabilidade coletiva.

Para Shulman, o ensino¹¹ requer do professor habilidades básicas, além de conhecimento do conteúdo e habilidades didáticas gerais. Ele afirma: “os professores têm dificuldade em articular o que sabem e como sabem” (Shulman, 1987, p. 8, tradução nossa).

Posteriormente, ampliando as categorias de base para o conhecimento docente [vide Shulman, 1986], Shulman (1987) esboça outras categorias de conhecimento que subjazem à compreensão que o professor necessita ter para que os alunos possam, por sua vez, entendê-lo ao ensinar alguma matéria.

Segundo o autor, se fosse para organizar os conhecimentos do professor em um manual, uma enciclopédia ou algum tipo de formato para ordenar o saber, ele incluiria, como mínimo: (1) Conhecimento do conteúdo; (2) Conhecimento pedagógico geral, tendo em vista especialmente aqueles princípios e estratégias gerais de gestão e organização da classe que transcendem o âmbito da matéria; (3) Conhecimento do currículo, com especial domínio das matérias e dos programas que servem como “ferramenta de trabalho” do docente; (4) Conhecimento pedagógico do conteúdo: o amálgama especial entre matéria e pedagogia que constitui uma esfera exclusiva dos professores, sua própria forma especial de compreensão profissional; (5) Conhecimento dos alunos e suas características; (6) Conhecimento do contexto educativo, que abarca desde o funcionamento do grupo ou da classe, da gestão e financiamento dos distritos escolares, até o caráter das comunidades e culturas; (7) Conhecimento dos objetivos, das finalidades e dos valores educativos e seus fundamentos filosóficos e históricos.

Entre essas categorias, Shulman (1987) destaca particular interesse pelo conhecimento pedagógico do conteúdo, identificando-o como um corpo de conhecimento distinto para o ensino. Isto é, tal categoria de conhecimento: “representa uma mistura entre matéria e pedagogia para se chegar a um entendimento de como determinados temas e problemas organizam-se, representam-se e adaptam-se aos diversos interesses e capacidades dos alunos, e expõem-se para o ensino” (Shulman, 1987, p. 11, tradução nossa). Em outras palavras, o conhecimento pedagógico do conteúdo é a categoria que permite diferenciar a compreensão do especialista em uma área do saber da compreensão pedagógica. A ênfase no conhecimento pedagógico do conteúdo a ser ensinado precisa permear o currículo de formação de professores.

¹¹ “Um aspecto essencial do meu conceito de ensino constitui os objetivos de que os alunos aprendam a compreender e resolver problemas, que aprendam a pensar crítica e criativamente e que aprendam fatos, princípios e normas de procedimento. Finalmente, eu acho que aprendizagem de um assunto não pode ter um fim em si, mas sim um veículo a serviço de outros fins” (Shulman, 1987, p. 10, tradução nossa).

Para Shulman (1987, p. 18, tradução nossa): “o conhecimento base deve, portanto, ocupar-se dos objetivos da Educação, bem como dos métodos e das estratégias de ensino”. E acrescentamos que também deve ocupar-se dos objetivos previstos em todo o processo de formação do professor de Matemática.

A seleção de metodologias didáticas ocorre quando o professor deve passar desde o ato de reformular o conteúdo da matéria mediante representações até concretizar as representações em formas e métodos de ensino. Aqui o professor recorre a um repertório de enfoque pedagógico ou estratégias de ensino. Este repertório pode ser muito rico e inclui não só as alternativas mais convencionais como aulas expositivas, demonstração, repetição, ou trabalho do aluno em sua carteira, mas também uma diversidade de formas de aprendizagem cooperativa, ensino recíproco, diálogo socrático, aprendizagem por descobrimento, métodos de projetos e aprendizagem fora do ambiente de sala de aula (Shulman, 1987, p. 22, tradução nossa).

Com efeito, o conhecimento base para a docência ou, trocando as palavras, a base para o conhecimento docente, são tipos de conhecimentos que o professor vai adquirindo durante seu percurso de formação. Entretanto, para esse desenvolvimento, é preciso que os formadores de professores proporcionem melhores condições de formação para que os professores em formação sejam capazes de desenvolver suas próprias práticas e, por consequência, ampliar seu repertório de conhecimentos (Santos; Costa; Gonçalves, 2017). O repertório de conhecimentos é o conjunto de conhecimentos profissionais mobilizados pelo professor quando ele está ensinando algum objeto de ensino.

Na sequência, apresentamos o Quadro 1, elaborado com o intuito de sintetizar as categorias dos conhecimentos que Shulman (1986, 1987) propõe e estabelecer relação com a formação do professor de Matemática:

Quadro 1 – Categorias e naturezas dos conhecimentos do professor segundo Shulman (1986, 1987).

Categoria de Conhecimento	Natureza do Conhecimento
Conhecimento do conteúdo	Refere-se ao conhecimento que o professor precisa adquirir sobre o conteúdo específico da matéria que ele ensinará. No nosso caso, refere-se ao conhecimento do conteúdo matemático.
Conhecimento pedagógico geral	Refere-se ao conhecimento que o professor precisa adquirir sobre os princípios e estratégias de gestão e organização da classe que não necessariamente estão relacionados diretamente com o ensino de Matemática.
Conhecimento do Currículo	Refere-se ao conhecimento que o professor precisa adquirir sobre o currículo escolar, com especial domínio das matérias e dos programas que servem como “ferramenta de trabalho” do docente, dando destaque ao currículo de Matemática.
Conhecimento pedagógico do conteúdo	Refere-se ao amálgama especial entre matéria e pedagogia que constitui uma esfera exclusiva dos professores, sua própria forma especial de compreensão
Conhecimento dos alunos e suas características	Refere-se ao conhecimento que o professor precisa adquirir sobre os alunos que ele ensinará Matemática na Educação Básica, considerando as suas várias dimensões, características, fases de desenvolvimento, e outros aspectos que estão relacionados ao aluno em si, ao seu modo de vida e suas interações na sociedade e no mundo.

Conhecimento do contexto educativo	Refere-se ao conhecimento que o professor precisa adquirir desde o funcionamento do grupo ou da classe, da gestão e financiamento das instituições escolares, até o caráter das comunidades e culturas específicas que ele ensinará a Matemática, considerando a escola como seu ambiente de trabalho específico.
Conhecimento dos objetivos, das finalidades e dos valores educativos e seus fundamentos filosóficos e históricos	Refere-se ao conhecimento que o professor precisa adquirir sobre os fatos, aspectos e as situações que transcendem o contexto educativo e que fundamentam a ação docente e o sistema educacional do ponto.

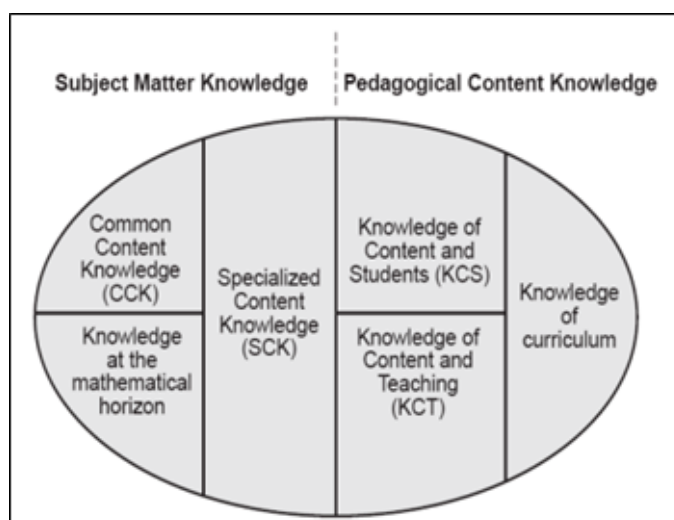
Fonte: o autor.

Nosso foco com esses tipos de conhecimentos propostos por Shulman (1986, 1987) está na possibilidade de mobilização de conhecimentos por parte dos professores de Matemática quando eles (professores em formação) são colocados em situações que estimulem o desenvolvimento desses conhecimentos durante o seu processo de formação inicial.

Conhecimentos profissionais: conhecimento matemático para o ensino (MKT)

Aprofundando as partes dos conhecimentos tipificados por Shulman (1986, 1987), com destaque para a Matemática, Ball, Thames e Phelps (2008) apresentam um esquema de categorias de conhecimentos, composto por dois domínios: *Subject Matter Knowledge* (CK – conhecimento específico do conteúdo) e *Pedagogical Content Knowledge* (PCK – conhecimento pedagógico do conteúdo), chamados de *Mathematical Knowledge for Teaching* (MKT – Conhecimento Matemático para o Ensino). Esses dois subdomínios envolvem três tipos de conhecimentos propostos por Shulman, com ênfase no conteúdo de ensino. A Figura 3 ilustra esses domínios e seus subdomínios.

Figura 3 – Modelo MKT.



Fonte: Ball, Thames e Phelps (2008).

Ball, Thames e Phelps (2008) especificam o MKT da seguinte maneira: por um lado, tem-se o CK composto de três subdomínios: *Common Content Knowledge* (CCK – conhecimento comum do conteúdo), *Horizon Content Knowledge* (HCK – conhecimento do horizonte do conteúdo) e *Specialized Content Knowledge* (SCK – conhecimento especializado do conteúdo). Por outro lado, tem-se o PCK, que é composto de três subdomínios: *Knowledge of Content and Students* (KCS – conhecimento de conteúdo e os estudantes), *Knowledge of*

Content and Teaching (KCT – conhecimento de conteúdo e o ensino) e *Knowledge of Content and Curriculum* (KCC – conhecimento do conteúdo e o currículo).

Ball, Thames e Phelps (2008) definem conhecimento matemático como tudo que é necessário para executar tarefas recorrentes do processo de ensino de Matemática aos alunos. O CCK refere-se aos conhecimentos e habilidades matemáticas utilizados em qualquer outro momento e por qualquer pessoa, não sendo específico ao trabalho do professor de ensinar. Um exemplo desse tipo de conhecimento são os erros comuns que podem ser reconhecidos ao efetuar uma operação matemática de soma ou subtração.

Por “comum”, no entanto, nós não queremos sugerir que todo mundo tem esse conhecimento. Pelo contrário, queremos dizer para indicar que este é o conhecimento de um tipo utilizado em uma ampla variedade de configurações, ou seja, não é exclusivo ao ensino (Ball; Thames; Phelps, 2008, p. 400, tradução nossa).

O HCK refere-se ao entendimento das relações entre os temas matemáticos ao longo do currículo. Esse tipo de conhecimento permite ao professor entender a relação entre a matemática que ele ensina e a matemática a ser aprendida pelos estudantes em anos posteriores do currículo escolar.

O SCK é o conhecimento e a habilidade matemática exclusiva do e para o ensino. Este requer um tratamento do conteúdo específico, considerando variáveis relacionadas ao ensino e à aprendizagem. A capacidade do professor de identificar erros comuns por parte dos alunos é um exemplo desse tipo de conhecimento.

O KCS relaciona conhecimento matemático com conhecimento sobre os alunos, considerando a escolha de exemplos interessantes que motivem os alunos e a capacidade de responder dúvidas frequentes deles. Esse conhecimento possibilita ao professor antecipar possíveis dúvidas sobre o conteúdo por parte dos alunos e permite que o professor possa ser capaz de ouvir e interpretar os estudantes. Tudo isso exige uma familiaridade tanto com o conteúdo a ser ensinado quanto com as maneiras de os alunos entenderem esse conteúdo.

O KCT relaciona conhecimento matemático com conhecimentos sobre o ensino, considerando a organização da sequência do conteúdo a ser ensinado, a escolha de exemplos introdutórios e de aprofundamento sobre o conteúdo.

O KCC refere-se ao conhecimento do currículo de matemática a ser ensinado. Ele permite ao professor entender a organização curricular do conteúdo matemático, as sequências dos tópicos a serem ensinados e as relações entre os próprios conteúdos ao longo do currículo.

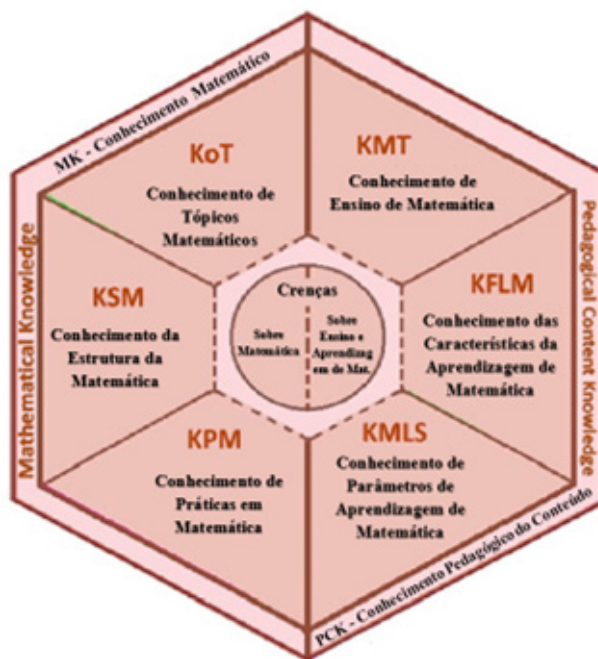
Concluindo este tópico, é evidente que o MKT, conforme descrito por Ball, Thames e Phelps (2008), oferece uma estrutura detalhada para entender os conhecimentos necessários ao professor de Matemática. A distinção entre CK e PCK permite uma análise mais precisa dos conhecimentos fundamentais para o ensino de matemática. Com seus subdomínios—CCK, HCK e SCK no âmbito do CK, e KCS, KCT e KCC no âmbito do PCK—o MKT abrange uma gama de conhecimentos que vão desde o domínio específico do conteúdo até a capacidade de conectar este conteúdo ao currículo e às necessidades dos alunos. Ao integrar esses co-

nhcimentos de maneira coerente, os professores podem melhorar suas práticas de ensino e contribuir significativamente para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.

Conhecimentos profissionais: conhecimento especializado do professor de matemática (MTSK)

Carrillo *et al.* (2013) apresentam uma organização do *Mathematics Teachers' Specialized Knowledge* (MTSK – Conhecimento Especializado dos Professores de Matemática), conforme vemos na Figura 4:

Figura 4 – Domínios do MTSK proposto por Carrillo *et al.* (2013).



Fonte: Carrillo *et al.* (2013), tradução nossa.

Carrillo *et al.* (2013) propõem que esses tipos de conhecimentos constituem um conhecimento próprio do professor que ensina Matemática. São conhecimentos especializados para a docência e o ensino. Portanto, tal especialização exige um profissional com conhecimentos específicos para e da profissão, como ocorre com médicos, engenheiros e advogados, que possuem seus próprios conhecimentos, diferenciando-os de outras profissões. O professor de Matemática possui um tipo de conhecimento que é próprio para a docência em Matemática.

Para Carrillo *et al.* (2013), o MTSK é constituído por dois domínios diferentes: *Mathematical Knowledge* (MK – conhecimento matemático) e *Pedagogical Content Knowledge* (PCK – conhecimento pedagógico do conteúdo). Cada domínio possui três subdomínios. Os subdomínios do MK são: *Knowledge of Topics* (KoT – conhecimento de tópicos), *Knowledge of the Structure of Mathematics* (KSM – conhecimento da estrutura da matemática) e *Knowledge of the Practice of Mathematics* (KPM – conhecimento da prática da matemática). Os subdomínios do PCK são: *Knowledge of Features of Learning Mathematics* (KFLM – conhecimento das características da aprendizagem de matemática), *Knowledge of Mathematics Teaching* (KMT – conhecimento do ensino de matemática) e *Knowledge of Mathematics Learning Standards* (KMLS – conhecimento dos parâmetros de aprendizagem da matemática). No centro

do hexágono, Carrillo *et al.* (2013) apresentam as crenças do professor: *Beliefs On Maths* (BM – crenças sobre matemática) e *Beliefs On Maths Teaching and Learning* (BMTL – crenças sobre ensino e aprendizagem de matemática).

O domínio do conhecimento matemático (MK) é próprio da disciplina que o professor ensina ou ensinará. É um conhecimento profundo que se caracteriza em várias dimensões ou subdomínios. Esses subdomínios explicitam a especialidade do MK, considerando que é um tipo de conhecimento próprio para o professor e que é diferente do MK para outras profissões, como engenheiros e matemáticos.

O KoT refere-se ao conhecimento relativo aos temas de Matemática. Descreve o *que e como* o professor de Matemática sabe sobre os tópicos que ele ensina; implica conhecimento aprofundado do conteúdo matemático (Ex.: conceitos, propriedades, definições, procedimentos, fatos, linguagens, representações, regras e teoremas) e seus significados. Dito de outra forma, compreende um conhecimento aprofundado de tópicos matemáticos, reunindo o conhecimento de procedimentos, definições e estruturas, representações e modelos, bem como contextos, problemas e significados. Nessa medida, reconhece a complexidade dos objetos matemáticos que podem surgir na sala de aula (Carrillo *et al.*, 2013; Montes; Contreras; Carrillo, 2013).

O KSM refere-se ao conhecimento relativo às conexões (inter/intra) conceituais que ligam os temas de Matemática. Descreve o conhecimento do professor sobre as conexões entre itens matemáticos (conexões baseadas em simplificação, conexões baseadas em maior complexidade, conexões auxiliares, conexões transversais) (Carrillo *et al.*, 2013; Montes; Contreras; Carrillo, 2013).

O KPM é o conhecimento relativo aos processos, procedimentos e funcionamento da produção em Matemática. Refere-se ao funcionamento da matemática e não no processo de ensiná-lo. Inclui saber como demonstrar, justificar, definir, fazer deduções e induções, dar exemplos e entender o papel de contraexemplos, bem como uma compreensão da lógica subjacente a cada uma dessas práticas. Diz respeito ao que pode ser chamado de conhecimento sintático da matemática (Carrillo *et al.*, 2013; Montes; Contreras; Carrillo, 2013).

O domínio do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) se configura como outro tipo de conhecimento que constitui o MTSK. O PCK é um tipo de conhecimento próprio para a docência e, neste caso, para a docência em Matemática. Nele podemos perceber três subdomínios que o caracterizam e que evidenciam a sua natureza pedagógica em relação ao conteúdo matemático.

O KMT é relativo aos aspectos teóricos específicos para o ensino. Refere-se ao conhecimento sobre as potencialidades de atividades para o ensino, de recursos e materiais didáticos, incluindo livros didáticos, materiais manipulativos, recursos tecnológicos, quadros interativos, entre outros. Diz respeito ao conhecimento de diferentes maneiras de representar um conteúdo específico (através de metáforas, situações ou explicações). Esse conhecimento pode ser baseado em teorias extraídas da literatura de pesquisa em educação matemática ou na experiência pessoal dos professores e reflexão sobre sua prática (Ex.: teorias do

ensino de matemática, recursos didáticos (físicos e digitais), estratégias, técnicas, tarefas e exemplos) (Carrillo *et al.*, 2013; Montes; Contreras; Carrillo, 2013).

O KFLM diz respeito ao conhecimento relativo à compreensão do professor sobre como os alunos pensam e constroem conhecimento diante das atividades e tarefas matemáticas. Refere-se ao conhecimento de estilos de aprendizagem e diferentes formas de perceber os traços inerentes a determinados conteúdos. Este subdomínio engloba o conhecimento associado às características inerentes à aprendizagem matemática, colocando o foco no conteúdo matemático e não no aluno. As principais fontes de conhecimento dos professores neste subdomínio são fornecidas pela Educação Matemática (Ex.: teorias da aprendizagem matemática, pontos fortes e fracos em aprender matemática, maneiras de os alunos interagirem com o conteúdo matemático, aspectos emocionais da aprendizagem da matemática) (Carrillo *et al.*, 2013; Montes; Contreras; Carrillo, 2013).

O KMLS é o conhecimento relativo aos padrões de aprendizagem que qualquer instrumento concebido para medir o nível de habilidade dos estudantes na compreensão, construção e utilização de matemática pode avaliar, e que pode ser aplicado em qualquer estágio específico de escolaridade. Refere-se às especificações curriculares (oficiais e não oficiais), literatura de pesquisa, sequenciamento dos conteúdos, conhecimento das competências, habilidades, objetivos educacionais referentes aos conteúdos matemáticos (Ex.: resultados de aprendizagem esperados, nível esperado de desenvolvimento conceitual ou processual, sequenciamento de tópicos) (Carrillo *et al.*, 2013; Montes; Contreras; Carrillo, 2013).

E no centro do modelo teórico de Carrillo *et al.* (2013), temos, em relação ao MK, as crenças sobre Matemática: crenças (conscientes ou inconscientes) relativas aos sentidos das ações sobre Matemática, que permeiam todo o MK. Refere-se àquilo que o professor acredita sobre Matemática como uma ciência ou disciplina. E, em relação ao PCK, as crenças sobre ensino e aprendizagem de Matemática: crenças (conscientes ou inconscientes) referentes ao ensino e à aprendizagem de Matemática, à maneira como o professor ensina, à maneira como os alunos aprendem, que permeiam todo o PCK. Segundo Escudero-Ávila (2015), o grupo SIDM não considera diferença entre crenças e concepções. Portanto, assumimos essa interpretação de sinônimos.

Sobre as especificidades dessas crenças ou concepções, Carrillo e Contreras (1995) apresentam um modelo de categorias e indicadores para análise das concepções dos professores de Matemática e seu ensino. Em relação às concepções sobre Matemática, eles apontam três tendências: concepção instrumentalista da matemática, concepção platônica e concepção de resolução de problemas. Em relação às concepções sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática, distinguem quatro tendências: tradicional, tecnológica, espontânea e investigativa.

Outras investigações foram desenvolvidas no sentido de evidenciar e entender o MTSK (Moriel-Junior, 2014; Escudero-Ávila, 2015; Flores-Medrano, 2015). É um modelo que vem sendo utilizado por outros pesquisadores (Cabanha, 2018; Costa, 2018; Lima, 2018). Liñán-García (2017), em sua tese de doutoramento, elaborou um conjunto de categorias e

indicadores que aprofundam e caracterizam ainda mais os subdomínios MK e PCK do MTSK. O Quadro 2 apresenta as categorias e indicadores relacionados ao MK e seus subdomínios.

Quadro 2 – Subdomínios, categorias e indicadores do MK.

Subdomínios do MK	Categorias associadas ao subdomínio	
Conhecimentos de Tópicos – KoT	Procedimentos	Indicadores do subdomínio
		Como se faz?
		Quando pode fazer?
		Por que é feito assim?
		Características do resultado
	Definições, propriedades e fundamentos	
	Registros de representação	
	Fenomenologia	
Conhecimento da Estrutura da Matemática - KSM	Conexões de complexidade	
	Conexões de simplificação	
	Conexões transversais	
	Conexões auxiliares	
Conhecimento de Prática Matemática – KPM	Indicadores do subdomínio	
	<i>Hierarquia e planejamento como forma de proceder na resolução de problemas de matemática</i>	
	<i>Formas de validação e demonstração</i>	
	<i>Papel dos símbolos e da linguagem formal</i>	
	<i>Processos associados à resolução de problemas como forma de produzir matemáticas</i>	
	<i>Práticas particulares do fazer matemático (por exemplo, modelagem, algoritmização, etc.)</i>	
	<i>Condições necessárias e suficientes para gerar definições</i>	

Fonte: Traduzido de SIDM (2016) citado por Liñán-García (2017, p. 30).

Segundo Liñán-García (2017), no âmbito do KoT, os *procedimentos* estão relacionados ao saber fazer, ao como se faz, mas também ao quando pode ser feito, por que é feito assim e às características do resultado. Estão nessas categorias os algoritmos padrão e alternativos para qualquer conteúdo matemático, bem como as estratégias matemáticas utilizadas para resolver determinados problemas ou situações. Ou seja, é um conhecimento prático da matemática e suas diferentes formas de proceder em situações próprias da Matemática.

As *definições, propriedades e fundamentos* dizem respeito ao “conjunto de propriedades que fazem definíveis um tema e dão sentido e significado, além das formas alternativas de fazê-lo” (Liñán-García, 2017, p. 25, tradução nossa). Aqui, destacamos as conexões intra-conceituais, ou seja, as relações entre os diferentes conceitos e processos envolvidos em um determinado tema.

Os *registros de representação* se referem ao conhecimento do professor sobre as diferentes maneiras que podem representar um tópico ou tema, sejam elas simbólicas, verbais, relativas a situações reais ou com a utilização de materiais manipulativos, entre outras (Liñán-García, 2017).

A última categoria que caracteriza o KoT diz respeito à *fenomenologia*. Esta “abarca os conhecimentos do professor sobre os fenômenos relacionados com um tema que podem

gerar conhecimentos matemáticos e os usos e aplicações desses conhecimentos” (Liñán-García, 2017, p. 26, tradução nossa).

Segundo Liñán-García (2017), no âmbito do KSM, englobam-se os conhecimentos das conexões interconceituais, que se referem ao conhecimento sobre distintos conteúdos e suas relações, considerando se são relativamente atuais ou se se referem a conteúdos anteriores ou posteriores ao conteúdo em questão.

As *conexões de complexidade* “relacionam conteúdos atuais com outros que formam parte de momentos posteriores na formação acadêmica, não necessariamente de curso imediatamente posterior” (Liñán-García, 2017, p. 27, tradução nossa). As *conexões de simplificação* “relacionam conteúdos atuais com outros que já formaram parte da formação acadêmica, não necessariamente de um curso imediatamente posterior” (Liñán-García, 2017, p. 27, tradução nossa). As *conexões transversais* “são aquelas existentes entre conteúdos diferentes que tem qualidades em comum” (Liñán-García, 2017, p. 27, tradução nossa). E, por último, as *conexões auxiliares* são estabelecidas entre aqueles conhecimentos que se relacionam entre si com apoio para um mesmo fim.

Segundo Liñán-García (2017), no âmbito do KPM, trata-se de um conhecimento sobre matemática que inclui conhecimentos sobre as normas de sintaxe, sobre o saber fazer matemática, sobre o que são axiomas, definições, proposições, demonstrações, formação de conjecturas, busca por regularidades, justificativas de afirmações, generalizações, resolução de problemas, entre outras características.

O indicador *hierarquia e planejamento como forma de proceder na resolução de problemas de matemática* é exemplificado pelo uso das fases de Polya na resolução de problemas. O indicador relativo às *formas de validação e demonstração* diz respeito ao conhecimento sobre as diferentes maneiras de demonstrar e validar. O indicador *papel dos símbolos e da linguagem formal* “destaca a importância da expressão e a comunicação em matemática, assim como o conhecimento dos símbolos e signos próprios dela” (Liñán-García, 2017, p. 29, tradução nossa). O indicador referente aos *processos associados à resolução de problemas como forma de produzir matemáticas* incluem, por exemplo, as heurísticas que permitem resolver um problema. O quinto indicador, *práticas particulares do fazer matemático (por exemplo, modelagem, algoritmização, etc.)* inclui atividades matemáticas como a modelação e a algoritmização. E, por último, o indicador relativo às *condições necessárias e suficientes para gerar definições* indicam um conhecimento do professor sobre o necessário para o estabelecimento de definições.

O Quadro 3 apresenta as categorias associadas aos subdomínios do PCK:

Quadro 3 – Subdomínios, categorias e indicadores do PCK.

Subdomínios do PCK	Categorias associadas ao subdomínio
Conhecimento das características da aprendizagem da Matemática - KFLM	Teorias sobre aprendizagem
	Fortalezas e dificuldades
	Formas de interação com o conteúdo matemático
	Interesses e expectativas
Conhecimento de Ensino de Matemática – KMT	Teorias sobre ensino
	Recursos materiais e virtuais
	Estratégias, técnicas, tarefas e exemplos
Conhecimentos dos parâmetros da aprendizagem de Matemática – KMLS	Expectativas de aprendizagem
	Nível de desenvolvimento conceitual e procedimental esperado
	Sequenciação com temas anteriores e posteriores

Fonte: Traduzido de SIDM (2016) citado por Liñán-García (2017, p. 36).

O KFLM refere-se ao conhecimento relativo às características da aprendizagem matemática, considerando aspectos relacionados à aprendizagem dos estudantes tanto do ponto de vista teórico (as teorias) quanto do ponto de vista das experiências do professor em sala de aula de matemática.

Segundo Liñán-García (2017), no âmbito do KFLM, a categoria *teorias sobre aprendizagem* está associada a um conhecimento matemático, e essas teorias podem ser formais ou pessoais do professor. É considerado o conhecimento do professor sobre como seus alunos aprendem o conteúdo matemático e inclui teorias sobre o desenvolvimento cognitivo para a aprendizagem matemática. A segunda categoria, *fortalezas e dificuldades*, é associada a um conteúdo matemático e refere-se ao conhecimento do professor sobre os erros, obstáculos e dificuldades do pensamento matemático dos alunos. A referida pesquisadora destaca pelo menos três tipos de obstáculos relativos a esta categoria: epistemológico, didático e ontogenético.

A terceira categoria, *formas de interação com o conteúdo matemático*, ainda associada ao KFLM, nas palavras de Liñán-García (2017, p. 33, tradução nossa): “estão relacionadas com o conhecimento do professor sobre os procedimentos e estratégias dos estudantes, incluindo o conhecimento sobre linguagem e representações que eles utilizam”. E a quarta categoria, intitulada *interesses e expectativas* dos estudantes com relação à matemática, visa conhecer se eles consideram fácil ou não o conteúdo, processo ou procedimento que está sendo ensinado.

No que se refere ao KMT, Liñán-García (2017) considera o conhecimento de ensino de Matemática relativo aos aspectos principais da atividade profissional do professor. Esses aspectos estão relacionados ao próprio ensino, à própria aula e à prática profissional do professor, que engloba os contextos e situações próprias da docência. O KMT, segundo Liñán-García (2017), possui três categorias: *teorias sobre ensino*, *recursos materiais e virtuais*, e *estratégias, técnicas, tarefas e exemplos*.

No que se refere às *teorias sobre ensino*, segundo Liñán-García (2017, p. 34, tradução nossa), nos esclarece que: “as teorias de ensino associadas a um conteúdo matemático, que po-

dem ser pessoais ou formais, implicam um conhecimento seja baseado na observação e na experiência, bem como em investigações publicadas referentes ao ensino de Matemática". A categoria sobre *recursos materiais e virtuais para o ensino de um conteúdo matemático* indica o conhecimento das características matemáticas no âmbito das suas potencialidades e limitações dos recursos e materiais. A terceira categoria, *estratégias, técnicas, tarefas e exemplos*, refere-se "ao conhecimento que o professor tem com base nos recursos disponíveis, incluindo tanto o potencial para o ensino de matemática que pode ter certas sequências de tarefas e exemplos, como suas limitações e os obstáculos que pode gerar em um grupo de alunos específicos" (Liñán-García, 2017, p. 35, tradução nossa).

Por último, o subdomínio KMLS, segundo Liñán-García (2017), diz respeito ao conhecimento do professor sobre o currículo oficial vigente em seu país em cada momento específico da história, bem como aos parâmetros definidos por grupos de pesquisadores ou associações profissionais de ensino e aprendizagem de Matemática, como, por exemplo, o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) nos Estados Unidos, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) no Brasil, além dos Referenciais Curriculares (RC) estaduais e municipais que os estados brasileiros e o Distrito Federal possuem. Para este subdomínio KMLS do PCK, existem três categorias: *expectativas de aprendizagem, nível de desenvolvimento conceitual e procedimental esperado, e a sequência com temas anteriores e posteriores*.

As *expectativas de aprendizagem* referem-se ao conhecimento do professor sobre o que é esperado que um estudante aprenda em um determinado curso, ano ou série. O *nível de desenvolvimento conceitual e procedimental esperado para um conteúdo em um determinado momento* escolar diz respeito ao conhecimento sobre o nível que se quer atingir em relação a um conteúdo específico em um momento concreto. A *sequenciação com temas anteriores e posteriores a um determinado momento escolar* refere-se a uma questão temporal sobre até que ponto o conteúdo pode ser explicado e abordado e o que já foi, ou deveria ter sido, tratado em momentos anteriores.

Como podemos observar, os conhecimentos do professor de Matemática estão sendo estabelecidos pela literatura que toma o professor de Matemática (ou, de forma mais ampla, o professor que ensina Matemática) como objeto de estudo e investigação, com o intuito de estabelecer um leque de condições necessárias para o exercício da docência e, com isso, contribuir para tornar a docência em Matemática uma profissão que possui conhecimentos profissionais próprios. Em consequência disso, temos condições teóricas para pensar e orientar cursos de formação de PEM, considerando os conhecimentos necessários para o exercício da profissão docente.

MOVIMENTO DE SÍNTESE

Nesta síntese, mediante as discussões apresentadas até aqui, interpretamos basicamente dois aspectos que representam as ideias tratadas e que respondem às perguntas apresentadas no início. Esses aspectos nos levam a alcançar o objetivo deste ensaio, que é apresentar uma discussão teórica que evidencia elementos de conhecimentos profissionais *para* a formação inicial *e do* (e *para* o) professor de Matemática em formação inicial como fundamentação para (re) pensar as licenciaturas em Matemática.

O primeiro aspecto refere-se ao entendimento de conhecimentos profissionais para a formação inicial do professor de Matemática como instrumento orientador e organizador da formação e do currículo das Licenciaturas em Matemática. Isto é, entendemos que a formação inicial dos professores de Matemática precisa ser pensada e organizada com base nos conhecimentos profissionais específicos para esse momento formativo (institucionalmente considerado a formação inicial do professor). Do ponto de vista profissional, esse currículo, baseado em um repertório de conhecimentos necessários para o professor de Matemática, contribui significativamente para a profissionalização do professor e sua formação. Isso exige um curso de Licenciatura em Matemática próprio para formar professores de Matemática para a Educação Básica, constituído de formadores com perfil e atuação voltados para a formação do professor, e obriga a escola de formação e a instituição formativa a desenvolverem ações de ensino, pesquisa e extensão articuladas e voltadas para o desenvolvimento profissional do professor de Matemática.

O segundo aspecto refere-se ao entendimento de conhecimentos profissionais *do* (e *para o*) professor de Matemática em formação inicial como elementos formativos necessários à constituição e formação profissional. Isto é, os conhecimentos profissionais precisam ser adquiridos pelos docentes em formação inicial, o que exige que os formadores, as escolas de formação (Licenciaturas) e as instituições formativas promovam processos de formação que proporcionem o desenvolvimento e a aquisição desses tipos de conhecimentos por parte dos professores em formação.

O primeiro aspecto coloca os conhecimentos profissionais do professor de Matemática no nível da formação, do currículo, dos momentos, tempos e espaços formativos pensados, planejados e organizados com vistas à formação inicial e profissional do professor de Matemática para a Educação Básica. O segundo aspecto coloca os conhecimentos profissionais do professor de Matemática como componentes curriculares necessárias ao professor em formação. Este, precisa adquirir um conjunto de conhecimento próprio ao exercício da docência em Matemática na Educação Básica.

Ao aprofundarmos a discussão sobre esses aspectos, é fundamental considerar a inter-relação entre os conhecimentos profissionais e a prática reflexiva do professor em formação. A organização dos currículos precisa ser tal que permita aos futuros professores vivenciar situações práticas que estejam intimamente ligadas aos conhecimentos teóricos adquiridos. Isso significa criar oportunidades para que os professores em formação possam experimentar, refletir e construir suas práticas pedagógicas com base em uma sólida compreensão teórica. Além disso, é fundamental que esses conhecimentos profissionais incluam a capacidade de enfrentar desafios reais da sala de aula, utilizando abordagens pedagógicas inovadoras e estratégias diferenciadas de ensino que atendam às diversas necessidades dos alunos.

Ademais, é essencial que os formadores de professores adotem uma postura facilitadora, orientando os futuros docentes na construção de um repertório de práticas pedagógicas fundamentadas teoricamente. Isso envolve a criação de um ambiente colaborativo e de aprendizagem contínua, onde os professores em formação possam compartilhar experiências, discutir desafios e co-construir soluções pedagógicas. A integração de conheci-

mentos profissionais no currículo deve ser dinâmica e adaptável, permitindo uma formação que se ajuste às constantes mudanças e demandas do cenário educacional. Assim, ao final de sua formação, o professor de Matemática estará não apenas preparado para ensinar, mas também para se engajar em um processo contínuo de desenvolvimento profissional, contribuindo para a melhoria da educação matemática na Educação Básica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com efeito, para concluir este manuscrito, registramos algumas perguntas reflexivas para pensarmos sobre o que foi discutido. Até que ponto essas tipologias de conhecimentos profissionais contribuem para (re)pensarmos a formação inicial do professor de Matemática? De que maneira podemos refletir sobre esses tipos de conhecimento nos cursos de Licenciatura em Matemática? Qual é o papel do formador de professores perante esses tipos de conhecimentos? Essas e outras possíveis questões que poderíamos destacar com base nos tipos de conhecimentos apresentados neste texto são necessárias para que os cursos de formação inicial de professores (Licenciaturas), as escolas de formação de professores, os formadores de professores e os próprios professores em formação possam compreender, do ponto de vista teórico, científico e profissional, elementos que destacam e evidenciam a necessidade de o professor de Matemática possuir conhecimentos profissionais e especializados para ensinar Matemática na Educação Básica.

A partir das reflexões teóricas aqui discutidas, torna-se evidente a necessidade de uma abordagem integrada e contextualizada na formação inicial de professores de Matemática. Os conhecimentos profissionais não devem ser tratados de maneira fragmentada, mas sim como um conjunto coeso que sustenta a prática pedagógica. A interação entre teoria e prática, o conhecimento específico da Matemática e as metodologias pedagógicas precisam ser continuamente revisitados e aprimorados. Este ensaio, ao lançar luz sobre esses elementos, visa contribuir para o desenvolvimento de uma formação inicial que não apenas prepara professores para os desafios do ensino de Matemática, mas também os capacita a inovar e refletir criticamente sobre sua prática.

Assim, esperamos que as reflexões aqui apresentadas sirvam de base para futuras investigações e para a implementação de currículos mais alinhados com as demandas contemporâneas da educação. A formação inicial dos professores de Matemática, fundamentada em conhecimentos profissionais sólidos, é fundamental para garantir uma educação de qualidade. É imperativo que as instituições formadoras adotem uma postura proativa na incorporação desses conhecimentos, promovendo um ambiente de aprendizagem que valorize a integração entre teoria e prática e que prepare os futuros professores para uma atuação pedagógica fundamentada em conhecimentos profissionais próprios da docência.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior–Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

BALL, D.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content Knowledge for Teaching: What makes it special? **Journal of Teacher Education**. V. 59, nº 1, 2008, pp.389–407. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/255647628_Content_Knowledge_for_Teaching_What_Makes_It_Special. Acesso em: 10 mar. 2019.

CARRILLO, J., CONTRERAS, L. C. Un modelo de categorías e indicadores para el análisis de las concepciones del profesor sobre la Matemática y su Enseñanza. **Educación Matemática**, v. 7, n. 3, p. 79-92, 1995.

CARRILLO, J.; CLIMENT, N.; CONTRERAS, L. C.; MUÑOZ-CATALÁN, M. C. Determining Specialized Knowledge for Mathematics Teaching. In: UBUZ, B.; HASER, C.; MARIOTTI, M. A (Eds). Proceedings VIII Congress of the European Society for Research in **Mathematics Education (CERME 8)** (pp. 2985-2994). Antalya: Middle East Technical University, Ankara, 2013. Disponível em: http://cerme8.metu.edu.tr/wgpapers/WG17/Wg17_Climent.pdf. Acesso em: 10 mar. 2019.

CLIMENT, N. **El desarrollo profesional del maestro de primaria respecto de la enseñanza de la matemática**. Un estudio de caso. Tesis doctoral. Michigan: Proquest Michigan University, 2005.

COSTA, D. E. Teses e dissertações sobre sequência didática na formação de professores que ensinam matemática. In: Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 5º, 2018, UNAMA. **Anais do 5º SIPEMAT**. Belém-PA, 2018. ISSN: 2446-6336.

COSTA, D. E. **O processo de construção de sequência didática como pro(motor) da Educação Matemática na formação de professores**. 2013. 196 f. Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/8543>. Acesso em: 25 mai. 2019.

COSTA, Dailson Evangelista; MORAES, Mônica Suelen de Moraes. Um ensaio sobre o conceito de desenvolvimento profissional do professor de matemática. **REMATEC**, Belém, v. 12, n. 26, 2017. Disponível em: <https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/239>. Acesso em: 2 fev. 2024.

CURI, Edda. A formação inicial de professores para ensinar matemática: algumas reflexões, desafios e perspectivas. **REMATEC**, Belém, v. 6, n. 9, p. 123–134, 2011. Disponível em: <https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/381>. Acesso em: 2 fev. 2024.

ESCUDERO-ÁVILA, D. I. **Una caracterización del conocimiento didáctico del contenido como parte del conocimiento especializado del profesor de matemáticas de secundaria**. Tesis de doctorado inédita. Universidad de Huelva, 2015.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2012.

FIORENTINI, D.; NACARATO, A. M.; FERREIRA, A. C.; LOPES, C. A. E.; FREITAS, M. T. M.; MISKULIN, R. G. S. Formação de professores que ensinam Matemática: um balanço de 25 anos da pesquisa brasileira. **Educação em Revista**. V. 36, 2002, p. 137-160. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/1098>. Acesso em: 25 mai. 2019.

FIORENTINI, D.; PASSOS, C. L. B.; LIMA, R. C. R. (Org.). **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina Matemática**: Período 2001 a 2012. Campinas: FE-Unicamp, 2016. Disponível em: https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/pagina_basica/58/e-book-mapeamento-pesquisa-pem.pdf. Acesso em: 10 mar. 2019.

FLORES-MEDRANO, E. **Una profundización en la conceptualización de elementos del modelo de Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas (MTSK)**. Tesis de Doctorado inédita. Universidad de Huelva, 2015

IMBERNÓN, Francisco. **Formação docente e profissional: formar-se a mudança e a incerteza**. Tradução Silvana Cobucci Leite. 9. Ed. São Paulo Cortez, 2011.

LIÑÁN-GARCÍA. **Conocimiento Especializado en Geometría en un aula de 5º de Primaria**. Tesis de Doctorado inédita. Universidad de Huelva, 2017

MARQUES, M.; MELLO, I. C. de'. Aproximações teóricas entre o socioconstrutivismo vygotskiano e o conhecimento especializado na área de educação em ciências e matemática. **REAMEC–Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 12, p. e24033, 2024. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16723>

MONTES, M.; CONTRERAS, L. C.; CARRILLO, J. Conocimiento del profesor de matemáticas: Enfoques del MKT y del MTSK. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa, & N. Climent (Eds.). **Investigación em Educación Matemática XVII** (pp. 403-410). Bilbao: SEIEM, 2013.

MORIEL-JUNIOR, J. G. **Conhecimento especializado para ensinar divisão de frações**. Tesis de doctorado inédita. Mato Grosso, Brasil: Universidade Federal de Mato Grosso, 2014.

SANTOS, L. C.; GONÇALVES, T. O.; MELO, E. A. P. de. Conhecimentos profissionais mobilizados na formação inicial do professor que ensina matemática: uma revisão em dissertações e teses. **REAMEC–Rede Amazônica de Educação em Ciências e**

Matemática, Cuiabá, Brasil, v. 11, n. 1, p. e23008, 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14495>

SANTOS, Luciene Costa; COSTA, Dailson Evangelista; GONÇALVES, Tadeu Oliver. Uma reflexão acerca dos conhecimentos e saberes necessários para a formação inicial do professor de matemática. **Educação Matemática e Pesquisa**. São Paulo, v. 19, n. 2, 2017. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i2p265-290>

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 21. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

SCHOENFELD, A. **How we think**. New York: Routledge, 2010.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**. V.57, nº 1, 1987, p.1-22. Disponível em: <https://hepgjournals.org/doi/abs/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>. Acesso em: 30 set. 2019.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**. V. 15, n° 2, fev. 1986, p. 4-14. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0013189X015002004>. Acesso em? 30 set. 2019

Histórico

Recebido: 28 de setembro de 2023.

Aceito: 10 de dezembro de 2023.

Publicado: 18 de dezembro de 2023.

Como citar – ABNT

COSTA, Dailson Evangelista; GONÇALVES, Tadeu Oliver; MARIANO, Wagner dos Santos. Conhecimentos Profissionais para a Formação Inicial e do (e para o) Professor de Matemática. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC**, Belém/PA, n. 43, e2023044, 2023. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023044.id630>

Como citar – APA

Costa, D. E. Gonçalves, T. O., & Mariano, W. dos S. (2023). Conhecimentos Profissionais para a Formação Inicial e do (e para o) Professor de Matemática. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC*, (43), e2023044. <https://doi.org/https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023044.id630>