Tangram
Revista de Educação Matemática

DOI: 10.30612/tangram.v6i1.16921

Conhecimento Matemático para o Ensino e MTSK: uma revisão de literatura

Conocimiento Matemático para la Enseñanza y MTSK: uma revisión de la liratura

Mathemathical Knowledge for teaching and MTSK: a literature review

Bruno Francis Sousa
Universidade Federal de São João del-Rei
São João del – Rei, Minas Gerais , Brasil
brunofrsosa@gmail.com
Orcid: 0009-0008-6541-3881

Viviane Cristina Almada de Oliveira
Universidade Federal de São João del-Rei
São João del – Rei,Minas Gerais , Brasil
viviane@ufsj.edu.br
Orcid: 0000-0002-4488-2290

Resumo: O Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT), desenvolvido por Deborah Ball e colaboradores, e o Conhecimento Especializado do Professor de Matemática (MTSK), proposto por José Carrillo Yáñez e colaboradores, são modelos teóricos desenvolvidos no âmbito da Educação Matemática e se propõem a modelar/mapear os conhecimentos mobilizados por professores durante o exercício docente. Na busca de compreender os usos teóricos e práticos das dimensões do MKT e do MTSK e de estabelecer contribuições desses referenciais à prática docente de professores de Matemática e, portanto, à formação de professores de Matemática, realizamos uma pesquisa bibliográfica de publicações que se sustentaram nos arcabouços desses modelos. O artigo apresenta a análise de 18 publicações, feitas nos anos 2020 e 2021, e categorizadas como trabalhos que: mobilizaram o MKT ou o MTSK para analisar os conhecimentos evidenciados em abordagens sobre/na prática de professores; desenvolveram discussões teóricas envolvendo os referenciais; e, realizaram pesquisa bibliográfica ou documental. Apresentamos alguns

questionamentos acerca de possíveis abordagens dos resultados de pesquisas envolvendo os referenciais em tela na formação de professores. Concluímos que, a despeito desses apontamentos, tais trabalhos podem ser usados por professores formadores como referências para enriquecer suas práticas docentes levando em conta as especificidades do conhecimento do professor de Matemática evidenciadas nessas produções. Por fim, enfatizamos o MKT e o MTSK como marcos importantes na Educação Matemática principalmente por convergirem em torno da premissa de que o conhecimento necessário à prática do professor de Matemática não se restringe ao "domínio do conteúdo matemático".

Palavras-chave: MKT. MTSK. Educação Matemática. Formação de Professores.

Abstract: Mathematical Knowledge for Teaching (MKT), developed by Deborah Ball and collaborators, and Specialized Knowledge of Mathematics Teachers (MTSK), proposed by José Carrillo Yáñez and collaborators, are theoretical models developed within the scope of Mathematics Education and propose to modeling/mapping the knowledge mobilized by teachers during teaching. In the quest to understand the theoretical and practical uses of the MKT and the MTSK dimensions and to establish contributions from these references to the teaching practice of Mathematics teachers and, therefore, to the training of Mathematics teachers, we carried out a bibliographical research of publications that were sustained by the frameworks of these models. The article presents the analysis of 18 publications, made in the years 2020 and 2021, and categorized as works that: mobilized the MKT or the MTSK to analyze the knowledge evidenced in approaches about/in the practice of teachers; developed theoretical discussions involving the references; and, carried out bibliographical or documental research. We presented some questions about possible approaches to research results involving the references in question in teacher education. We concluded that, despite these notes, such works can be used by teacher educators as references to enrich their teaching practices, taking into account the specificities of the Mathematics teacher's knowledge evidenced in these productions. Finally, we emphasize the MKT and the MTSK as important milestones in Mathematics Education, mainly because they converge around the premise that the knowledge necessary for the practice of Mathematics teachers is not restricted to the "mastery of mathematical content".

Keywords: MKT. MTSK. Mathematics Education. Teaching Education.

Resumen: El Conocimiento Matemático para la Enseñanza (MKT), desarrollado por Deborah Ball y colaboradores, y el Conocimiento Especializado de los Profesores de Matemáticas (MTSK), propuesto por José Carrillo Yáñez y colaboradores, son modelos teóricos desarrollados en el ámbito de la Educación Matemática y proponen modelar/mapear la conocimiento movilizado por los profesores durante la enseñanza. En la búsqueda de comprender los usos teóricos y prácticos de las dimensiones MKT y MTSK y establecer aportes de estos referentes a la práctica docente de los docentes de Matemáticas y, por ende, a la formación de docentes de Matemáticas, realizamos una búsqueda bibliográfica de publicaciones que fueron apoyados en los marcos de estos modelos. El artículo presenta el análisis de 18 publicaciones, realizadas en los años 2020 y 2021, y categorizadas como obras que: movilizaron el MKT o el MTSK para analizar los saberes evidenciados en abordajes sobre/en la práctica docente; desarrolló discusiones teóricas involucrando las referencias; y, realizado investigaciones bibliográficas o documentales. Presentamos algunos interrogantes sobre posibles abordajes de resultados de investigaciones que involucren los referentes en cuestión en la formación docente. Concluimos que, a pesar de estos apuntes, tales obras pueden ser utilizadas por los formadores de docentes como referentes para enriquecer sus prácticas docentes, teniendo en cuenta las especificidades del saber del profesor de Matemática evidenciadas en estas producciones. Finalmente, destacamos el MKT y el MTSK como hitos importantes en la Educación Matemática, principalmente porque confluyen en torno a la premisa de que los conocimientos necesarios para la práctica de los profesores de Matemáticas no se restringen al "dominio de contenidos matemáticos".

Palabras clave: MKT. MTSK. Educación Matemática. Formación Docente.

Recebido em
10/03/2023
Aceito em
28/03/2023

INTRODUÇÃO

As ideias de Lee Shulman quanto à compreensão da aprendizagem da docência tiveram, e têm, significativa importância na formação de professores. Graeber e Tirosh (2008), por exemplo, creditam àquele autor o despertar para um olhar diferenciado, uma atenção maior, para um conhecimento único, específico, característico para o ensino.

Sob esta influência, outras produções reforçaram a ideia que de que há uma natureza específica do conhecimento matemático requerido na prática docente escolar e que os cursos de formação de professores de Matemática devem abarca-la em seus currículos.

Moreira e Ferreira (2021) fazem um apanhado sobre a formação de professores de Matemática no Brasil a partir de 1930. As disposições curriculares das licenciaturas em Matemática, que em princípio eram da forma Bacharelado + Didática, foram sofrendo influências políticas e se adequando a mudanças do contexto brasileiro, além de serem palco de disputas de valores que foram se estabelecendo.

No que diz respeito à formação de professores de Matemática, estudos mais recentes convergem em torno da premissa de que o conhecimento matemático para o ensino escolar deve ter como referência básica a profissão docente e suas demandas, chamando a atenção para a dimensão política dessa perspectiva na construção dos currículos dos cursos de Licenciatura em Matemática.

Nessa direção têm destaque trabalhos de Deborah Loewenberg Ball e colaboradores (Ball, Thames & Phelps, 2008) que, influenciados pela noção de Conhecimento Pedagógico de Conteúdo, de Shulman, introduzem o termo Mathematical Knowledge for Teaching (MKT), traduzido como conhecimento matemático para o ensino, que seria o conhecimento matemático demandado por professores de Matemática em seu fazer profissional.

Outra teorização que discute a especificidade do conhecimento do professor de Matemática foi produzida na Universidade de Huelva (Espanha) e tem como principal representante o educador espanhol Jose Carrillo Yáñez. Ele e outros pesquisadores, tendo como referência o CPC, de Shulman, e o MKT, de Ball e seus colaboradores, desenvolveram o chamado Mathematics Teachers' Specialized Knowledge (MTSK) (Carrillo *et al.*, 2014).

O MTSK é um instrumento analítico que modela/mapeia o núcleo do conhecimento profissional do professor de Matemática em dois domínios (Mathematical Knowledge – MK e Pedagogical Content Knowledge – PCK) e seus respectivos subdomínios, produzido como resposta a limitações do MKT. Pode ser considerado, portanto, como uma ferramenta metodológica que, por meio de seus subdomínios, permite analisar distintas práticas docentes.

Quanto às suas finalidades, busca, portanto,

> obter informações sobre o conhecimento do professor, especificamente os elementos que vão compor esse conhecimento e as interações entre eles. Ele é, então, preeminentemente voltado para o estudo do conhecimento que o professor põe em *uso*. (...) Quando dizemos que um professor precisa de conhecimentos pertencentes a um determinado subdomínio, não estamos nos referindo a uma lista predeterminada de conteúdos, mas queremos dizer que o professor deve necessariamente possuir conhecimentos que possam ser localizados neste subdomínio. (Carrillo-Yañez *et al.* , 2018, p. 4, tradução nossa)

É um modelo que "evita fazer alusão a referentes externos (conhecimentos de outras profissões)" (Carrillo *et al*., 2014, p.57, tradução nossa) e que, na sua constituição, as crenças e valores dos professores sobre o conteúdo, o ensino e a aprendizagem da Matemática são entendidos como permeando todos os subdomínios do conhecimento e, assim, influenciando as práticas educativas promovidas pelos docentes. Essas concepções não podem ser diretamente observadas ou medidas, apenas inferidas (Carrillo e*t al*., 2014).

Tendo em vista esses dois quadros teóricos sinalizados anteriormente, entendemos haver a configuração de um cenário propício a estudos que possam contribuir para o planejamento e desenvolvimento de práticas que visem a robustecer o trabalho de formadores de professores, tanto no contexto da formação inicial quanto da continuada. Nessa direção, conhecer trabalhos realizados e/ou publicados no Brasil que abordem os elementos do MKT ou do MTSK é um primeiro e importante passo – o que nos propusemos a fazer neste artigo.

PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa aqui relatada é de cunho qualitativo, visto que, nela, a descrição dos dados teve como foco o particular, buscando um maior nível de profundidade de compreensão; e, além

disso, não teve intenção de comprovar ou refutar algum fato, nem mesmo estabelecer regulamentações (Bogdan & Biklen, 1994).

No contexto de uma iniciação científica, nosso percurso partiu de leituras introdutórias sobre formação de professores e formação de professores de Matemática, que nos ajudaram na compreensão da necessidade do professor de Matemática produzir, a partir de suas experiências em espaços formativos vários, um conhecimento específico à sua prática docente. Feito isso, seguimos realizando estudos específicos sobre o MKT e sobre o MTSK. Na sequência, realizamos levantamento de produções científicas publicadas no Brasil, entre 2008 e 2022, que abordassem elementos dos referidos modelos na formação de professores de Matemática.

Para esse propósito, consideramos duas bases de dados: o Portal de Periódicos CAPES e a biblioteca eletrônica SciELO. No levantamento das publicações, utilizamos seis termos de busca: três referentes ao MKT e três referentes ao MTSK, indicados, respectivamente, na Tabela 1 e na Tabela 2. Inicialmente, os resultados das buscas referentes a cada um dos constructos foram armazenados e filtrados separadamente.

Foram localizados 132 trabalhos relacionados ao MKT (Tabela 1). Atendendo ao objetivo da pesquisa, de levantar e revisar produções bibliográficas publicadas no Brasil, tomamos, desse total, 76 artigos publicados em periódicos nacionais. A partir da leitura e análise dos títulos, resumos e referências bibliográficas, constatamos e eliminamos, nessa ordem: 11 artigos que não tratavam de assuntos dentro do escopo da Matemática ou Educação Matemática e 16 obras que não mencionaram o constructo teórico de Debora Ball, restando, então, 49 artigos.

Tabela 1

Resultados das buscas referentes ao MKT

Termos de busca	*Filtros utilizados*	*Quantidade de artigos localizados*		
		Portal CAPES	*SciELO*	*Total parcial*
MKT e Educação Matemática	Artigo; 2008-2022; Brasileiros (SciELO)	38	2	38
MKT e Matemática	Artigo; 2008-2022; Brasileiros (SciELO)	90	2	90

"conhecimento Matemático para o Ensino"	Artigo; 2008-2022; Brasileiros (SciELO)	62	5	62
TOTAL (desconsiderando repetições)			**132**	

Fonte: Arquivo dos autores

Tabela 2

Resultados das buscas referentes ao MTSK

Termos de busca	*Filtros utilizados*	*Quantidade de artigos localizados*		
		Portal CAPES	*SciELO*	*Total parcial*
MTSK e Educação Matemática	Artigo; 2014-2022; Brasileiros (SciELO)	20	2	20
MTSK e Matemática	Artigo; 2014-2022; Brasileiros (SciELO)	65	2	65
"conhecimento especializado do professor de matemática"	Artigo; 2014-2022; Brasileiros (SciELO)	14	3	73
TOTAL (desconsiderando repetições)			**70**	

Fonte: Arquivo dos autores

Em relação ao MTSK, localizamos 70 artigos, conforme apresenta a Tabela 2. Seguindo os mesmos procedimentos anteriormente mencionados, desconsideramos, nessa ordem, 45 trabalhos publicados fora do Brasil e 1 artigo que não fazia referência ao MTSK, restando, então, 24 produções.

Cruzando os resultados, ainda localizamos quatro artigos que constavam nas duas listagens. Dessa forma, foram levantadas ao todo 69 produções.

Considerando o número elevado de trabalhos, optamos por filtrá-los levando em conta a estratificação das revistas nas quais elas foram publicadas, de acordo com o Qualis Periódicos[1] da CAPES. A Tabela 3 traz informações sobre a quantidade de artigos publicados em cada ano,

[1] À época da pesquisa realizada, em 2019, a CAPES havia disponibilizado para os coordenadores de área uma classificação prévia dos periódicos levando-se em conta o Qualis Referência – nova metodologia adotada no Quadriênio 2017-2020. Foi essa classificação prévia que utilizamos para refinar a busca das produções.

de 2008 até abril de 2022, separados de acordo com o Qualis dos veículos em que foram divulgados.

Tabela 3

Classificação Qualis CAPES e número de artigos por ano

Ano	Qualis						
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4
2008	0	0	0	0	0	0	0
2009	1	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0
2011	1	0	0	0	0	0	0
2012	1	0	0	0	0	0	0
2013	1	0	0	0	0	0	0
2014	1	0	0	0	0	0	0
2015	4	0	0	0	0	0	0
2016	2	0	1	1	0	0	0
2017	2	0	2	4	0	0	0
2018	1	1	5	3	0	0	1
2019	1	0	3	4	0	0	0
2020	3	0	7	2	2	0	0
2021	1	1	10	3	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	19	3	28	17	2	0	1

Fonte: Arquivo dos autores

Nota-se que 29 dos 69 artigos localizados, ou seja, 42% do total, foram publicados entre 2020 e 2021. Desses, 22 foram veiculados em revistas e periódicos Qualis A. A partir dessa organização, tomamos como *corpus* da nossa investigação essas 22 produções, que correspondem a aproximadamente 39% do total de trabalhos localizados nas buscas. Todos os textos foram integralmente lidos e discutidos com os objetivos de compreender usos teóricos e práticos das dimensões do MKT e do MTSK, dados a partir desses trabalhos, e de apresentar

contribuições desses referenciais à prática docente de professores de Matemática e, portanto, à formação de professores de Matemática.

A partir das leituras realizadas, organizamos as produções em seis grupos, levando em conta a maneira com que os referenciais foram mobilizados em cada uma delas. A organização ficou sendo de artigos que: i) apenas citaram os referenciais; ii) mobilizaram os referenciais, apresentando conhecimento como listagem de habilidades ou de conteúdos/tópicos matemáticos; iii) mobilizaram o MKT para analisar os conhecimentos evidenciados em abordagens sobre/na prática de professores; iv) mobilizaram o MTSK para analisar os conhecimentos evidenciados em abordagens sobre/na prática de professores; v) realizaram discussões teóricas envolvendo os referenciais e vi) apresentaram pesquisa bibliográfica ou documental.

Ao retomarmos Ball, Thames e Phelps (2008), esses autores apresentam o MKT como sendo uma categorização do conhecimento demandado pelo professor *na* prática:

> [...] definimos o conhecimento matemático que estamos estudando como conhecimento matemático "envolvido no ensino" - em outras palavras, conhecimento matemático necessário para realizar tarefas recorrentes do ensino de matemática para estudantes. Para evitar uma perspectiva utilitária e estritamente reducionista, no entanto, buscamos uma generosa concepção de "necessidade" que considera a perspectiva, os hábitos mentais e apreciação que importam para o ensino efetivo da disciplina (Ball *et al.,* 2008, p.399, tradução nossa)

E, numa perspectiva semelhante, sabemos ainda que o MTSK, como já destacamos, é "preeminentemente voltado para o estudo do conhecimento que o professor põe em *uso*". (Carrilho- Yañez *et al*., 2018, p. 4).

Diante dos possíveis cenários desenhados por esses referenciais teóricos, entendemos que pesquisas que consideram conhecimento como listas de habilidades ou de tópicos matemáticos no desenvolvimento de análises curriculares, de normatizações e de materiais didáticos, desvinculam-se ou, no mínimo, afastam-se da prática docente, preconizada como central em ambos os modelos. Assim sendo, como o propósito deste artigo está em apresentar e discutir trabalhos que possam estabelecer contribuições do MKT e do MTSK à prática docente de professores de Matemática e, mais fortemente, à formação de professores de Matemática, optamos por nele não apresentar aquelas publicações que apenas citaram algum dos modelos

(i) ou que indicaram esses referenciais, mas consideraram conhecimento como listagem de habilidades ou de conteúdos/tópicos matemáticos (ii). Portanto, no que segue, discutiremos 18 das 22 publicações que compuseram *corpus* da pesquisa que originou este artigo.

ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES

Discussões teóricas a partir do MKT e do MTSK

Dentre os artigos selecionados para essa pesquisa, dois estabeleceram discussões teóricas que problematizaram o que chamaram de "dispositivo da especificidade matemática". Para construir esse conceito, Grilo, Barbosa e Maknamara (2021) partem da noção de Discurso da Matemática específica para ensinar que, em síntese, engloba as discussões propostas pelos modelos MTSK, MKT e MfT (Mathematics for Teaching) que, segundo eles, têm em comum a ideia de que há uma Matemática específica para o ensino.

> À luz de uma perspectiva foucaultiana, dizemos que a variabilidade de conceptualização sobre o discurso da Matemática específica para ensinar expressa a disputa para impor significados sobre o ensino de Matemática, o que termina por constituir determinados tipos de sujeito-professor(a)-de-Matemática. (Grilo, Barbosa & Maknamara, 2021, p. 4)

Nessa pesquisa, os autores defenderam a existência de um dispositivo que, por meio de alguns elementos, viabiliza esse discurso, conduzindo os professores que ensinam Matemática no sentido de torná-los úteis e habilitados para o que chamam de uma "boa docência" (p. 6).

> No caso do dispositivo que nomeamos como dispositivo da especificidade matemática, dentre esses elementos destacamos: o discurso da Matemática específica para ensinar, as organizações de pesquisas e seus enunciados científicos, as decisões regulamentares (especialmente aquelas que se referem a diretrizes curriculares) e as organizações envolvidas (universidades e escolas). (Grilo *et al.*, 2021, p. 4)

Por meio de excertos de estudos e documentos os autores argumentam que diferentes formas de poder agem conjuntamente, como uma rede, para que esse discurso se viabilize no meio educacional, assim conduzindo as práticas do professor que ensina matemática.

Sob esta ótica, Grilo e Barbosa (2021) analisaram como o poder é posto em funcionamento pelo discurso da Matemática específica para ensinar. Apoiados na perspectiva foucaultiana, os

autores mostraram que esses discursos põem em exercício diferentes tipos de poder: poder soberano, poder disciplinar, poder pastoral e biopoder.

> O governo destinado aos professores de Matemática visa conduzi-los ao entendimento de que existiria uma Matemática específica para o ensino e que para alcançá-la o professor precisaria fazer viver uma Matemática que é específica para o ensino e deixar morrer uma Matemática que não é específica para o ensino. Além disso, esses professores seriam submetidos a um exame minucioso de suas práticas para oferecerem informações que seriam capazes de aperfeiçoar os caminhos a serem trilhados para aprimorar/evoluir a Matemática específica para o ensino e subsidiar regulamentações gerais sobre a formação de professores. (Grilo & Barbosa, 2021, p.16)

A principal crítica feita por Grilo *et al.* (2021) e por Grilo e Barbosa (2021) reside no fato de que o discurso dos referenciais teóricos por eles analisados (MKT, MTSK e MfT) nega a possibilidade de outras Matemáticas adentrarem o ambiente escolar, já que os mesmos não estabelecem domínios ou enfatizam conhecimentos relacionados ao que chamaram de matemática não-escolar.

MKT como instrumento analítico

Para esta seção, selecionamos seis artigos que apresentaram um uso analítico do referencial de Ball e colaboradores. Apesar de haver entre esses trabalhos diferenças pontuais, como o foco em alguns subdomínios do MKT em detrimento de outros, todos eles utilizaram esse modelo como ferramenta para analisar os conhecimentos mobilizados pelos participantes das pesquisas durante atividades de formação. A Tabela 4 apresenta essas produções, destacando os objetivos gerais, o contexto investigativo e os meios pelos quais os dados foram coletados em cada pesquisa.

Tabela 4

Características gerais dos artigos que utilizaram MKT como instrumento analítico

Autores	*Objetivo*	*Contexto investigativo e participantes*	*Coleta de dados*
Silva, Santos, Almeida e Amorim (2021)	Analisar os conhecimentos dos participantes sobre números	Licenciandos que cursavam uma disciplina optativa de	Questionários

	racionais, em particular, dos diferentes conceitos de fração e estratégias de ensino desse tema	um curso de Licenciatura em Matemática	
Pinheiro, Silva e Pietropaolo (2020)	Analisar os conhecimentos dos participantes sobre o espaço amostral e a quantificação de probabilidades manifestados em uma tarefa proposta durante um processo de formação	Participantes de um programa de formação continuada de professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental	Resoluções, registradas nos protocolos dos professores e discussões, coletadas em vídeos e áudios gravados
Almeida e Pietropaolo (2020)	Evidenciar os Conhecimentos Didáticos e Curriculares dos participantes sobre o ensino de problemas do campo aditivo, conforme indicado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais	Cinco professores de Matemática, em início de carreira, ex-bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid)	Entrevistas e protocolos respondidos pelos professores
Batanero e López-Martín (2020)	Avaliar o Conhecimento Comum e Especializado do conteúdo de futuros professores do Ensino Médio Espanhol sobre intervalo de confiança	73 alunos que estavam inscritos em um curso de mestrado	Respostas escritas dos alunos às questões propostas
Bisognin e Bisognin (2021)	Verificar se há indícios da construção de conhecimentos necessários para ensinar Matemática usando a estratégia da Modelagem Matemática	Três, de nove professores em formação continuada, participantes de um curso de mestrado em Ensino de Matemática na disciplina de Fundamentos de Matemática	Produções escritas dos professores, gravações em áudio e entrevista
Teres e Grando (2021)	Investigar como as ações desenvolvidas pelos professores nos momentos de estudo em um grupo colaborativo mobilizam conhecimentos para o desenvolvimento do pensamento algébrico nos anos iniciais	Futuros Professores, Professores da Universidade e Professores que Ensinam Matemática em diferentes segmentos da Educação Básica.	Falas/reflexões dos professores envolvidos na pesquisa

Fonte: Arquivo dos autores

Todas as pesquisas indicadas na Tabela 4 assumiram o MKT como instrumento para analisar e mapear os conhecimentos mobilizados pelos professores durante o desenvolvimento de algumas atividades que lhes foram propostas. Essas atividades, contudo, se deram em contextos formativos e grupos de estudos, ou seja, fora de sala de aula. Sem embargo, todas as tarefas e questões propostas pelos pesquisadores estavam relacionadas a algum tema matemático, com perspectivas voltadas ao ensino desses conteúdos.

Em Almeida e Pietropaolo (2020), por exemplo, os participantes da pesquisa analisaram, interpretaram e avaliaram possíveis repostas de alunos para alguns problemas relacionados ao campo aditivo. Os pesquisadores investigaram os conhecimentos dos professores a partir das impressões, comentários e discussões por eles levantadas ao longo da pesquisa, sob uma ótica que favorecia a compreensão dos significados das operações, especialmente, por meio de situações-problema diversificadas.

Silva, Santos, Almeida e Amorim (2021) e Pinheiro, Silva e Pietropaolo (2020) propuseram aos participantes situações-problemas com a finalidade de promover discussões sobre os processos de ensino e de aprendizagem dos diferentes significados do conceito de fração e de conceitos probabilísticos, respectivamente. Além disso, em Batanero e López-Martín (2020) os alunos que participaram da pesquisa desenvolveram atividades sobre intervalo de confiança a fim de que se identificassem os conhecimentos Comum e Especializado por eles mobilizados.

Bisognin e Bisognin (2021) investigaram os conhecimentos evidenciados por três professores ao desenvolverem atividades de Modelagem Matemática. Além disso, buscaram indícios de construção de novos conhecimentos no desenrolar das atividades propostas. A partir das categorias do MKT, foram elencados indicadores que permitiram identificar e situar os conhecimentos matemáticos mobilizados e construídos pelos professores.

> Os resultados obtidos nessa experiência apontam para o potencial da Modelagem Matemática e sua importância na construção de conhecimentos para o ensino da Matemática e que os espaços ou os ambientes de aprendizagem, possibilitados por meio da aplicação dessa estratégia, devem ser considerados para que os professores possam construir os conhecimentos próprios de sua profissão (Bisognin & Bisognin, 2021, p. 16)

Em relação às conclusões dessas investigações, nenhuma delas apresentou, por exemplo, listas de conhecimentos necessários para ensinar determinado conteúdo. O que observamos foi uma tentativa de mapear, a partir do MKT, as potencialidades e fragilidades dos conhecimentos dos participantes sobre algum tema matemático (Silva *et al.,* 2021; Pinheiro *et al.,* 2020; Almeida e Pietropaolo, 2020; Batanero e López-Martín, 2020), ou ainda, validar ações formativas a partir da identificação de conhecimentos que a partir delas foram construídos (Bisognin e Bisognin, 2021; Teres e Grando, 2021).

MTSK como instrumento analítico

Nessa seção reunimos seis artigos que empregaram o MTSK para identificar os indícios e evidências de conhecimentos especializados mobilizados por licenciandos e professores de Matemática durante a prática docente ou atividades formativas. A Tabela 5 apresenta essas produções, destacando os objetivos gerais, o contexto investigativo e os meios pelos quais os dados foram coletados em cada pesquisa.

Tabela 5

Características gerais dos artigos que utilizaram MTSK como instrumento analítico

Autores	*Objetivo*	*Contexto investigativo e participantes*	*Coleta de dados*
Alencar, Cunha & Jesus (2021)	Identificar o conhecimento dos professores durante um processo de criação de uma história para o ensino de um conteúdo matemático	Grupo de professores da rede pública de Educação Infantil durante um processo formativo	Questionário; discussões entre os professores ao longo do processo
Ribeiro & Cristovão (2021)	Investigar o Conhecimento Especializado mobilizado por futuros professores de Matemática no contexto de práticas formativas na perspectiva inclusiva	Licenciandos inscritos em duas disciplinas dedicadas à prática como componente curricular, com perspectiva inclusiva	Audiogravações; materiais produzidos pelos licenciandos
Domínguez, Muñoz-Catalán & Yáñez (2021)	Analisar o conhecimento de um professor da Educação Infantil ao ensinar corpos geométricos	Professor da Educação Infantil	Observações não participantes em sala de aula (gravações em vídeo); entrevistas semiestruturadas
Bonilla & González (2021)	Analisar o conhecimento especializado que um professor de matemática possui em relação à subtração	Professor primário do segundo ano de uma Escola Concertada em Huelva, Espanha	Transcrições das gravações de aulas; entrevista semiestruturada
Policastro & Ribeiro (2021)	Ampliar o entendimento relacionado ao conteúdo do conhecimento matemático do professor sobre divisão	Sessão formativa de um Programa de Formação Continuada na qual estavam presentes nove professores: um atuante na Educação Infantil; sete atuantes nos Anos Iniciais e um atuante nos Anos Finais do Ensino Fundamental	Gravações de áudio e vídeo; produções das tarefas dos professores

Coura & Passos (2021)	Compreender o conhecimento do formador de professores de Matemática que é investigador da docência	Estudo de caso a partir das narrativas de uma docente do Ensino Superior	Gravações

Fonte: Arquivo dos autores

A partir da leitura e análise dessas produções, constatamos que três delas (Alencar, Cunha & Jesus, 2021; Policastro & Ribeiro, 2021; Ribeiro & Cristovão, 2021;) se deram em contextos formativos e, dentre outros objetivos, buscaram identificar e analisar os conhecimentos especializados mobilizados pelos participantes ao desenvolverem determinadas atividades dentre as quais destacamos: criação de história para o ensino de matemática (Alencar *et al.*, 2021); estudo teórico e implementação de planos de aula com perspectiva inclusiva (Ribeiro & Cristovão, 2021); "tarefa para formação" referente aos significados, representações e processos de ensino e aprendizagem da divisão (Policastro & Ribeiro, 2021).

Dois outros trabalhos (Bonilla & González, 2021; Domínguez, Muñoz-Catalán & Yáñez, 2021) se diferenciaram dos demais por investigarem os conhecimentos colocados em prática por professores durante o exercício da docência, ou seja, no contexto de sala de aula, em sua integralidade. As análises se deram a partir de gravações e observações de aulas que trataram de corpos geométricos (Domínguez *et al.*, 2021) e subtração (Bonilla & González, 2021).

Por fim, Coura e Passos (2021) se dispuseram a compreender o conhecimento do formador de professores de Matemática que é investigador da docência a partir da narrativa de experiências profissionais de uma professora que atua nessa área. Para a análise, as autoras adotaram uma perspectiva mais recente do MTSK, em torno do conhecimento do formador de professores de Matemática. Foi considerado, por exemplo, que o chamado Conhecimento do Conteúdo do formador engloba todo o conteúdo da formação de professores, incluindo o próprio MTSK. Os resultados reforçaram a existência de um conhecimento especializado do formador de professores de Matemática.

> Embora haja similaridades entre ensinar matemática e ensinar sobre o ensino dessa disciplina, passar do ensino de primeira para o de segunda ordem exige adquirir novos tipos de conhecimento, especialmente quando se percebe que, para atuar na formação de PM [professor de matemática], não basta transmitir conhecimento, seja ele matemático ou sobre as práticas de ensino (Coura & Passos, 2021, p. 15, comentário nosso).

Em todos os seis trabalhos, os conhecimentos mobilizados pelos participantes foram destacados, discutidos e categorizados a partir dos subdomínios do MTSK, permitindo, por exemplo, explicitar as especificidades e as particularidades desses conhecimentos, estabelecer conexões entre os subdomínios do referencial, mapear os desafios, dificuldades, fragilidades e potencialidades.

Pesquisas Bibliográficas envolvendo MKT ou MTSK

Quatro, das 18 produções que compõem o *corpus* deste artigo, apresentaram resultados de pesquisas bibliográficas e/ou documentais que, em geral, identificaram elementos e contribuições dos trabalhos com MKT e MTSK em contextos variados.

Araujo e Pazuch (2020) apresentam uma revisão de literatura feita por ocasião de uma pesquisa em que se pretendia analisar os saberes mobilizados por professores ao elaborarem tarefas investigativas de geometria dinâmica para o ensino de geometria. Para tal, as buscas por produções que tratavam do assunto se deram a partir de dois eixos: o primeiro, relacionado à Geometria Dinâmica e ao uso do software GeoGebra; o segundo, voltado ao conhecimento do professor e à Matemática.

Quanto ao primeiro eixo, foram localizados trabalhos que apresentaram propostas de atividades que envolveram softwares de geometria dinâmica (SGD), potencialidades desses softwares e aplicação de referenciais teóricos que envolvem o uso de SGD. Em relação à segunda frente de buscas, que mais nos interessa, foram localizados trabalhos que apresentaram referenciais teóricos e/ou conceituais, pesquisas de exploração e medição do conhecimento do professor e estudos de situações de aula relacionadas com o conhecimento do professor. Os autores identificaram uma tendência dos pesquisadores acadêmicos em considerar marcos teóricos específicos do conhecimento matemático do professor que ensina Matemática, tais como o MKT e o MTSK que foram empregados em alguns trabalhos.

> [...] evidenciou-se três aspectos conclusivos: (a) presença e influência do modelo MKT no campo da Educação Matemática; (b) a ausência de um modelo do conhecimento matemático do professor mediado pelo uso de tecnologias digitais, uma vez que, geralmente, são adotados estudos vinculados às Ciências da Educação; e (c) a ausência

> de pesquisas cujo objeto de estudo seja os saberes que mobiliza o professor ao elaborar tarefas para o ensino. (Araujo & Pazuch, 2020, p. 131)

Rodrigues e Teixeira (2020) assumiram o pioneirismo e relevância do MKT no campo da Educação Matemática e apresentaram os resultados de uma pesquisa que objetivou identificar como os conhecimentos matemáticos para o ensino têm sido investigados e o que é levado em consideração nas análises empreendidas. Compuseram o corpus da investigação 26 produções, sendo 15 dissertações e 11 teses. Em geral, a análise dos trabalhos se deu a partir da leitura de seus resumos. Os autores identificaram que MTK tem sido investigado em ações formativas, práticas profissionais, pesquisas bibliográficas e documentos oficiais, considerando-se em alguns desses contextos reflexões, compreensões, e concepções de professores.

Moriel Junior e Alencar (2020) identificaram contribuições e impactos de pesquisas que se basearam no MTSK nos estados de Mato Grosso e de Mato Grosso do Sul. Para tanto, analisaram ações de dois grupos de pesquisa e/ou formação da região. Os resultados apontaram que as pesquisas com MTSK em Mato Grosso iniciaram em 2014 e, em Mato Grosso do Sul, 2017. Essas produções contribuíram fortemente para a formação docente em termos de perspectivas, ações e reflexões promovidas.

O último trabalho deste grupo apresentou um mapeamento da produção relativa ao MTSK disponível na base de dados *Web of Science* (Moriel Junior, 2021). A investigação contou com 37 trabalhos publicados entre 2013 e 2021, nos quais se envolveram 45 pesquisadores e 27 instituições de nove países, dentre eles o Brasil. A principal conclusão dessa investigação

> [...] é que a produção MTSK é colaborativa e internacional, envolvendo 9 países, na Europa e América Latina. Trata-se de um movimento ibero-americano em rede que contribui para o avanço na disseminação global e, de certo modo, configura-se como um teste de validação internacional do MTSK em diferentes culturas escolares e contextos de prática e formação docente (Moriel Junior, 2021, p. 12)

ESTABELECENDO RELAÇÕES

Com base na categorização estabelecida, assumimos que 12 dos 18 trabalhos analisados neste artigo mobilizaram um dos referenciais teóricos (MKT ou MTSK) de modo analítico.

Embora distintos, os dois modelos subsidiaram análises e mapeamentos de conhecimentos apresentados por participantes das investigações realizadas e anteriormente indicadas. Em certa medida, ainda que o modelo proposto por Carrillo e colaboradores seja mais recente e tenha sido construído com a finalidade de suprir questões emergidas a partir do uso do MKT, o modelo de Ball ainda é referência para investigações atuais cujos objetivos são bastantes semelhantes aos indicados nas investigações que envolvem MTSK.

Os trabalhos analisados nos mostram que ambos os referenciais foram fundamentais às contribuições oriundas das pesquisas relatadas, no que concerne tanto à prática docente quanto à formação de professores de Matemática. Por exemplo: Silva *et al.* (2021) identificam, por meio dos subdomínios do MKT, conhecimentos evidenciados por licenciandos ao ensinarem noções e procedimentos relacionados ao conceito de fração, o que lhes permitiu destacarem algumas dificuldades presentes no ensino desse conteúdo e concluírem que

> [...] o formador de professores precisaria incluir em suas aulas situações que levem ao debate não só do conteúdo, mas também das causas dos erros cometidos pelos alunos e das maneiras de superá-las, com vistas a promover o Conhecimento do Conteúdo e do Ensino do futuro professor. (Silva *et al.,* 2021, p. 179)

Outro exemplo é o de Policastro e Ribeiro (2021), que evidenciaram a necessidade de se ampliarem os conhecimentos de alguns professores sobre os significados da subtração. Ainda com relação a essa operação, foram discutidas limitações e potencialidades dos conhecimentos desses professores tendo como referência os subdomínios do MTSK.

Esses e outros exemplos nos levaram a compreender que investigações com MKT e MTSK podem servir como rico material para formadores de professores de Matemática, que a partir delas podem/poderão considerar em práticas educativas especificidades de conhecimentos produzidos e mobilizados por professores e futuros professores de Matemática em situações de ensino e tomarem decisões com relação a quais discussões e problematizações propor, a quais encaminhamentos fazer no processo formativo.

Entretanto, ao pensarmos num contexto mais amplo, que foge a escolhas particulares de um número restrito de formadores de professores, acreditamos que é preciso ainda provocar movimentos que tenham a potência de produzir transformações mais profundas e contundentes nos processos de formação, como por exemplo, alterações curriculares nos cursos de

licenciatura ancoradas nesses e em outros referenciais. Isso nos remete a Moreira e Ferreira (2021), que afirmam que, para se promover tais mudanças, "não bastam direções teóricas defensáveis e consistentes. Há que considerar as relações de poder e de legitimidade social outorgadas aos diferentes grupos que participam das decisões curriculares, com base nas quais se estruturam os cursos de Licenciatura" (p. 27).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho tivemos como objetivos compreender os usos teóricos e práticos das dimensões do MKT e do MTSK e de apresentar contribuições desses referenciais à prática docente de professores de Matemática e, portanto, à formação de professores de Matemática. Com base no levantamento realizado, dispusemos 22 artigos, publicados em revistas nacionais nos anos 2020 e 2021, em seis categorias, a saber, trabalhos que: i) apenas citaram os referenciais; ii) mobilizaram os referenciais, apresentando conhecimento como listagem de habilidades ou de conteúdos/tópicos matemáticos; iii) mobilizaram o MKT para analisar os conhecimentos evidenciados em abordagens sobre/na prática de professores; iv) mobilizaram o MTSK para analisar os conhecimentos evidenciados em abordagens sobre/na prática de professores; v) desenvolveram discussões teóricas envolvendo os referenciais e vi) realizaram pesquisa bibliográfica ou documental. Para a discussão apresentada neste artigo, tomamos 18 dos 22 trabalhos, considerando apenas aqueles agrupados em iii, iv, v e vi.

Doze desses trabalhos utilizaram os referenciais de modo analítico, como ferramenta para mapear, classificar e organizar os conhecimentos mobilizados pelos participantes das pesquisas (professores de Matemática e licenciandos). Esses conhecimentos emergiram do desenvolvimento de atividades propostas durante ações formativas, narrativas de experiência, ou da própria prática de sala de aula. É importante reiterarmos que acreditamos que tais trabalhos podem ser usados como referências por professores formadores que, a partir deles, terão mais subsídios para enriquecer suas estratégias de formação levando em conta as especificidades do conhecimento do professor de Matemática evidenciadas nessas produções.

Por outro lado, ao consideramos as tantas possibilidades de abordagem dos resultados das pesquisas que envolvem o MTK e o MTSK em salas de aula de licenciaturas em Matemática

ou na formação continuada de professores de Matemática, consideramos ser pertinente e necessário dar lugar a alguns questionamentos: Como esses conhecimentos específicos mapeados/identificados podem ser abordados? Serão adotados ou considerados como balizadores do processo de formação, conformando assim "receitas prontas" para formar professores de Matemática? Quais intervenções podem/devem ser feitas, levando em conta as especificidades dos conhecimentos evidenciadas nessas investigações, de modo a desenvolver e ampliar os domínios do conhecimento do professor de Matemática, em particular dos próprios participantes dessas pesquisas? Será que em intervenções que se valham de produções subsidiadas teoricamente pelo MTK ou pelo MTSK estará presente a perspectiva de também compreender os conhecimentos produzidos pelos professores e futuros professores de Matemática em formação naquele momento?

A crítica feita por Grilo *et al.* (2021) e por Grilo e Barbosa (2021) nos alerta para uma questão inconteste: de poderem fazer parte dos processos acadêmicos e também escolares outras matemáticas, as quais não têm destaque nos modelos do MTK e do MTSK. Extrapolando um pouco mais esses limites, o que dizer de conhecimentos outros, aos quais seja mais provável conferir um status de não-matemáticos, que também podem ser mobilizados nesses processos acadêmicos e escolares? O que (não) fazer com eles?

Esperamos que esses questionamentos sejam propulsores de movimentos, voltados à criação e à organização de oportunidades outras de formação de professores de Matemática, que não desconsiderem os significados e os conhecimentos por eles produzidos, mas também ampliando as direções de produção de significado e de conhecimento.

Por fim, reiteramos que, apesar de haver diferenças entres os modelos teóricos MKT e MTSK e, ainda, de apontarmos questionamentos referentes às possibilidades de uso dos resultados de investigações neles subsidiadas, ambos têm relevância dentro do campo de investigação em Educação Matemática e são marcos importantes na área principalmente por convergirem em torno da premissa de que o conhecimento necessário à prática do professor de Matemática não se restringe ao "domínio do conteúdo matemático".

REFERÊNCIAS

Alencar, E. S. de, Cunha, A. C. da, & Jesus, P. dos S. de. (2021). Os desafios em formar professores da educação infantil utilizando-se de histórias para o ensino de Matemática. *Roteiro*, *46*, e23794. https://doi.org/10.18593/r.v46i.23794

Almeida, R.N., & Pietropaolo, R.C. (2020). Conhecimentos de Professores de Matemática em Início de Carreira Sobre o Campo Aditivo. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 13(1), https://doi.org/10.17921/2176-5634.2020v13n1p53-63

Araujo, R. E. G., & Pazuch, V. (2020). Tarefas Investigativas de Geometria Dinâmica e Saberes do Professor que Ensina Matemática: uma Revisão de Literatura. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 13(2), 120-132. https://doi.org/10.17921/2176-5634.2020v13n2p120-132

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

Batanero, C., & López-Martín, M. del M. (2020). Conocimiento del Intervalo de Confianza por Futuros Profesores de Bachillerato. *Jornal Internacional de Estudos em*

*Educação Matemática, 1*3(4), 363–373. https://doi.org/10.17921/2176-5634.2020v13n4p363-373

Bisogin, E., & Bisognin, V. (2021). Modelagem Matemática: uma análise do conhecimento matemático para o ensino. *Revista De Ensino De Ciências E Matemática*, *12*(2), 1–19. https://doi.org/10.26843/rencima.v12n2a06

Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação Qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora

Bonilla, M. A., & González, L. C. C. (2021). El conocimiento especializado de um maestro de primaria cuando enseña la resta. *Zetetiké*, *29*(00), e021004. https://doi.org/10.20396/zet.v29i00.8661216

Coura, F. C. F., & Passos, C. L. B. (2021). Conhecimento do formador de professores de matemática que é investigador da docência. *Zetetiké*, *29*(00), e021007. https://doi.org/10.20396/zet.v29i00.8661842

Escudero, A. M., Muñoz-Catalán, M. de la C., & Yáñez, J. C. (2021). Conocimiento especializado de un profesor de educación infantil al enseñar cuerpos geométricos. *Zetetiké*, *29*(00), e021005. https://doi.org/10.20396/zet.v29i00.8661819

Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L. C., Montes, M. A., Escudero, D., & Flores-Medrano, E. (2014). *Un Marco teórico para el Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas*. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones.

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

Graeber, A., Tirosh, D. (2008) Pedagogical Content Knowledge: Useful Concept or Elusive Notion. In: Sullivan, P., & Wood, T. (Eds.). *The International Handbook of Mathematics Teacher Education*. (Vol.1, pp. 117– 132)

Grilo, J. de S. P., Barbosa, J. C., & Maknamara, M. (2021). O dispositivo da especificidade matemática e a produção do sujeito-professor(a)-de-matemática. *Zetetiké*, *29*(00), e021011. https://doi.org/10.20396/zet.v29i00.8661833

Grilo, J. de S. P., & Barbosa, J. C.. (2021). Discurso da Matemática Específica para Ensinar: a arte de governar. *Educação & Realidade*, *46(1)*, e98349. https://doi.org/10.1590/2175-623698349

Gumiero, B. S., & Pazuch, V.. (2020). *Knowledge Quartet*: dimensões, pesquisas e reflexões sobre o conhecimento profissional do professor que ensina matemática. *Bolema: Boletim De Educação Matemática*, *34*(66), 268–293. https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a13

Moreira, P. C., & Ferreira, A. C. (2021). A Formação Matemática do Professor da Educação Básica: das Concepções Historicamente Dominantes às Possibilidades Alternativas Atuais. *Perspectivas Da Educação Matemática*, *14*(35), 1-30. https://doi.org/10.46312/pem.v14i35.13262

Moriel Junior, J. G. (2021). Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (MTSK) na Web of Science até 2020. *Zetetiké*, *29*(00), e021022. https://doi.org/10.20396/zet.v29i00.8660030

Moriel Junior, J. G., & Alencar, E. S. de. (2020). Research and teacher education with MTSK in Mato Grosso and Mato Grosso do Sul. *Research, Society and Development*, *9*(4), e98942885. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2885

Pinheiro, M. G. de C., Silva, A. da F. G., Pietropaolo, R. C. (2020). Conhecimento Profissional de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental Sobre Espaço Amostral e Quantificação de Probabilidades. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática,* 13(4), 410–419. https://doi.org/10.17921/2176-5634.2020v13n4p410-419.

Policastros, M. S., & Ribeiro, M. (2021). Conhecimento especializado do professor que ensina matemática relativo ao tópico de divisão. *Zetetiké*, *29*(00), e021020. https://doi.org/10.20396/zet.v29i00.8661906

Ribeiro, G. G., & Cristovão, E. M. (2021). Conhecimento especializado de licenciandos em matemática no contexto de práticas formativas para inclusão. *Zetetiké*, *29*(00), e021019. https://doi.org/10.20396/zet.v29i00.8661777

Rodrigues, A. L. & Teixeira, B. R. (2020). Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT): um levantamento bibliográfico em dissertações e teses brasileiras. *Revista Prática Docente*, *5*(2), 608-625. https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n2.p608-625.id689

Santana, E., Ponte, J. P. da & Serrazina, M. de L.. (2020). Conhecimento Didático do Professor de Matemática à Luz de um Processo Formativo. *Bolema: Boletim De Educação Matemática*, *34*(66), 89–109. https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a05

Silva, L. T. S., Santos, T. de F. O., Almeida, R. N., & Amorim, M. E. (2021). Conhecimentos Evidenciados Por Futuras Professoras de Matemática Sobre os Números Racionais e Sobre seu Ensino. *Jornal Internacional de Estudos em Educação*

Matemática, 14(2), 173–180. https://doi.org/10.17921/2176-5634.2021v14n2p173-180

Teres, S. L. L., & Grando, R. C. (2021). Conhecimentos mobilizados em contexto colaborativo acerca da generalização algébrica nos anos iniciais. *Zetetiké*, *29*(00), e021031. https://doi.org/10.20396/zet.v29i00.8661731