

## O modelo MTSK e sua discussão nos anos iniciais do Ensino Fundamental: um levantamento bibliográfico das teses e dissertações brasileiras

JOÃO PEDRO PICCOLI<sup>1</sup>

EDVONETE SOUZA DE ALENCAR<sup>2</sup>

### Resumo

*Este trabalho buscou investigar como as produções acadêmicas brasileiras têm discutido o modelo Mathematics Teacher's Specialized Knowledge (MTSK) nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Escolhemos como fonte de dados a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, localizando sete publicações que discutem o referencial na etapa escolar mencionada. Organizamos e sistematizamos esse levantamento, elaborando quadros conforme o título, nome dos autores, ano de publicação e instituições. Mediante as análises, observamos que quase todos esses trabalhos efetuaram estudos a partir de abordagem qualitativa, fornecendo benefícios a formação inicial e continuada de professores. Pode-se também notar que há preocupação desses pesquisadores com o conhecimento de conteúdos de diversos eixos temáticos da Matemática, entretanto não identificamos nenhum voltado à Probabilidade e Estatística. Esperamos que este trabalho possa contribuir para o aprimoramento docente, de modo a conscientizar sobre o enriquecimento desempenhado pelo referido aporte teórico ao ser utilizado criticamente em processos voltados ao ensino e aprendizagem.*

**Palavras-chave:** Pesquisa Bibliográfica; Publicações; Formação de Professores.

### Abstract

*This work sought to investigate how Brazilian academic productions have discussed the Mathematics Teacher's Specialized Knowledge (MTSK) model in the early years of Elementary School. We chose the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations as a data source, locating seven publications that discuss the reference in the aforementioned school stage. We organized and systematized this survey, creating tables according to the title, name of the authors, year of publication and institutions. Through the analyses, we observed that almost all of these works carried out studies using a qualitative approach, thus providing benefits to the initial and continuing training of teachers. It can also be noted that these researchers are concerned with knowledge of contents of different thematic axes of Mathematics, however we did not identify any focused on Probability and Statistics. We hope that this work can contribute to teaching improvement, in order to raise awareness about the enrichment provided by the aforementioned theoretical contribution when used critically in processes aimed at teaching and learning.*

**Keywords:** Bibliographic research; Publications; Teacher training.

<sup>1</sup> Universidade Federal da Grande Dourados. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – e-mail: [piccoli\\_1997@hotmail.com](mailto:piccoli_1997@hotmail.com).

<sup>2</sup> Universidade Federal da Grande Dourados. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – e-mail: [edvonete.alencar@unb.br](mailto:edvonete.alencar@unb.br).

## Introdução

Desde sempre, os desafios decorrentes do processo de ensino e aprendizagem de matemática na Educação Básica são notáveis à comunidade escolar. Entre esses podemos destacar: a ineficiência da didática tradicionalista à exposição dos assuntos; o desinteresse dos estudantes; a falta de motivação para aprender; as dificuldades de enxergar os conteúdos em aplicações do dia a dia (Masola; Vieira; Allevato, 2016).

Enquanto professores, para reverter este cenário, é essencial atualizarmos os conhecimentos didáticos e matemáticos conforme a demanda dos nossos discentes. Ao estudarmos as diferentes relações entre as ferramentas metodológicas e os conteúdos, estaremos sofisticando os saberes relacionados ao ensino de matemática, podendo, assim, refletir diretamente na aprendizagem dos estudantes. Conforme aponta Pavanello (2003), é fundamental aperfeiçoar, constantemente, os saberes associados às práticas docentes, através da formação continuada e da pesquisa.

Nesse contexto, no intuito de estudar o conhecimento especializado do professor de matemática, emergiu-se o modelo teórico do Conhecimento Especializado do Professor de Matemática (*Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* – MTSK), proposto por Carrillo-Yañez e colaboradores (2013) ao aprofundar estudos de Ball e colaboradores (2008, 2009) e de Shulman (1986, 1987). O modelo se originou sob esforços de compreender os elementos necessários ao conhecimento docente para ensinar matemática, considerando as crenças voltadas à disciplina e ao ensino e aprendizagem, de modo a garantir um ensino eficaz.

Destarte, podemos observar que, nos últimos anos, esse referencial vem sendo recomendado por pesquisadores brasileiros a diversos cursos de formação inicial e continuada, pelo fato de o considerarem um modelo completo. Entre esses, podemos destacar indicações de Moriel Junior e Wielewski (2017); Policastro, Almeida e Ribeiro (2017); e Alencar, Díaz-Levicoy e Soares (2021). Ainda, os dois últimos mencionados reforçam os benefícios dessa teoria ao conhecimento especializado do Professor que Ensina Matemática (doravante PEM) especificamente para crianças, elencando as contribuições aos anos iniciais do Ensino Fundamental (EF).

A etapa inicial de escolarização possui elevado nível de importância à vida do estudante, pois os conteúdos formam base aos conteúdos que serão estudados por eles em anos posteriores (Alves, 2016). Assim, cabe ressaltar que o ensino de matemática nos anos iniciais do EF é de extrema importância à vivência social e escolar do aluno.

No entanto, é comum o PEM nessa fase escolar não possuir habilitação específica para essa disciplina, pois, geralmente, é licenciado em Pedagogia. Usualmente, o foco desse curso superior se dá ao letramento, deixando os conhecimentos para ensinar matemática um pouco de lado, prejudicando o saber do professor acerca desses assuntos e, conseqüentemente, o aprendizado dos estudantes em sala de aula (Borchardt, 2015). Nesse contexto, ao pensarmos na melhoria das ações didáticas, é necessário que o docente esteja progressivamente em discussões advindas de formações continuadas.

A partir das considerações acima, podemos nos questionar: em que contexto emergiu o MTSK? E, desde a sua formulação, como as produções científicas brasileiras têm discutido seu aporte para os anos iniciais da Educação Básica, buscando, assim, reflexão e aperfeiçoamento das práticas docentes?

Assim, o presente estudo objetivou estudar como as pesquisas brasileiras de pós-graduação têm discutido o MTSK nos anos iniciais do EF, na intenção de colaborar, diretamente, à formação dos profissionais que atuam nessa etapa. Especificamente, pretendeu-se investigá-las conforme três categorias principais: I) públicos de formação; II) abordagem metodológica; III) conteúdos. Antes disso, para compreendermos a qualidade desse referencial, realizamos um levantamento bibliográfico sobre as origens desse modelo, percorrendo, em seguida, o significado dos seus domínios, subdomínios e categorias, ressaltando, por fim, suas potencialidades à reflexão do PEM.

Conforme apontamentos acima, o MTSK pode auxiliar muito na formação de professores. Sendo assim, ao explorarmos criticamente seus contributos à Educação Matemática, obtendo um aprendizado mais amplo desta teoria, bem como suas discussões aos anos iniciais, poderá auxiliar-nos a refletir, compreender e transformar nossas práticas metodológicas, impactando melhores resultados em sala de aula. Assim, apresentamos os caminhos propostos a partir da metodologia, descrita na sessão abaixo.

## **1 Metodologia**

Este artigo é um recorte da dissertação, escrita em formato *multipaper*, intitulada *O manual didático chileno no primeiro e segundo ano do Ensino Fundamental: influências ao conhecimento especializado do professor de matemática*. Na íntegra, essa busca investigou as influências do guia docente do Chile ao conhecimento especializado do PEM nos dois primeiros anos da Educação Básica, segundo suas especificações metodológicas, a partir do MTSK.

Dessa forma, antes de realizarmos a pesquisa primada, acreditamos que seria enriquecedor realizarmos um estudo teórico, explanando os contextos sob os quais emergiram este embasamento, discorrendo, em seguida, as caracterizações para cada um dos seus domínios, subdomínios e categorias, bem como exemplos para melhor ilustração e compreensão desses. Assim, dedicamos este artigo para apresentarmos um levantamento bibliográfico, investigando, posteriormente, sua discussão na pesquisa acadêmica brasileira aos anos iniciais do EF, em virtude de esta ser a etapa escolar de averiguação.

Selecionamos como fonte de dados ao levantamento o *site* da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), pois essa agrega múltiplas publicações voltadas a produções resultantes de pós-graduação. Assim, procuramos a palavra “Conhecimento Especializado do Professor de Matemática”, “*Mathematics Teacher Specialized Knowledge*” e “MTSK” nos campos do *título* e *assunto* da plataforma, de forma a selecionar as teses e dissertações disponíveis para catalogação e análise. Após a identificação, designamos o foco aos anos iniciais do EF, efetivando uma leitura atenta das informações abordadas e, por fim, realizamos as devidas observações, elaborando quadros com os dados obtidos e evidenciando as análises e considerações.

Considerando as características e os passos adotados para este trabalho, ressaltamos que foi realizado em pesquisa bibliográfica, espelhando em estudos de Gil (2002), o qual afirma que esse modelo de averiguação ocorre quando é executado exclusivamente a partir de materiais já publicados, com o objetivo de estabelecer diálogo com todas as publicações acerca do tema a ser investigado. Apresentamos, assim, na sessão 2, o surgimento do MTSK, na sessão 3 a definição dos seus domínios, subdomínios e categorias, e, nas últimas sessões, sua discussão com a pesquisa brasileira, a partir dos estudos selecionados na plataforma BDTD.

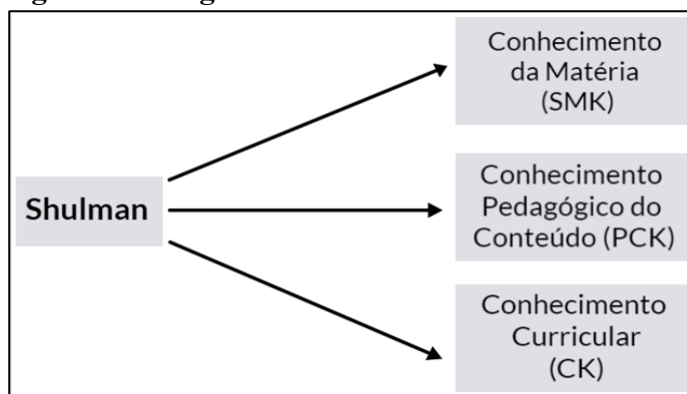
## **2 O surgimento do *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* (MTSK)**

O Conhecimento Especializado do Professor de Matemática (MTSK) surgiu mediante estudos de um grupo de pesquisas situado na Universidade de Huelva – Espanha, o *Seminário de Didáctica de la Matemática* (SIDM), liderado por José Carrillo-Yañez (*in memoriam*), ao investigarem múltiplas temáticas relacionadas ao PEM. Dentre esses, lhes interessava o conhecimento dos professores do campo matemático e o desenvolvimento profissional vinculado a eles (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018).

É interessante ressaltar que esse modelo não foi o primeiro a discutir o conhecimento especializado do PEM. Ele abrange um aprofundamento de pesquisas anteriores, as quais tentavam melhor caracterizar os conhecimentos especializados que os educadores dessa área deveriam dominar na realização de suas práticas para assegurar um ensino eficaz (Climent *et al.*, 2014). Consequente, para ascender a teoria do MTSK, os investigadores tomaram como base a teoria do Conhecimento Matemático para o Ensino (*Mathematical Knowledge for Teaching* – MKT), proposto por Ball e colaboradores (2008, 2009), os quais aprofundaram os conhecimentos propostos por Shulman (1986, 1987).

Pode-se afirmar que esse último colaborou consideravelmente para os pesquisadores, pois chamou-os a atenção que todo educador, independentemente de sua área de conhecimento e atuação, deveria possuir o domínio de três conhecimentos para que o ensino de sua disciplina fosse consideravelmente eficiente: o Conhecimento da Matéria (*Subject Matter Knowledge* – SMK), o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge* – PCK) e o Conhecimento Curricular (*Curricular Knowledge* – CK) do conteúdo ensinado. A partir disso, criamos uma ilustração para relacionar o aporte teórico de Shulman com os saberes docentes formulados por ele.

**Figura 1 – Diagrama dos conhecimentos de Shulman.**



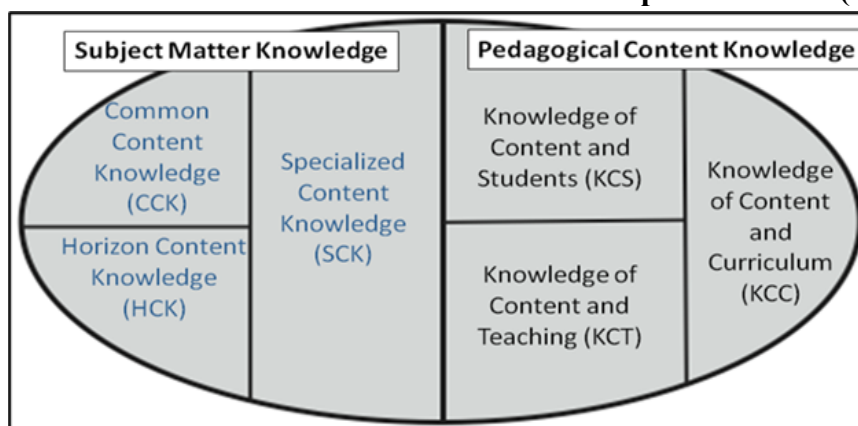
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Shulman (1986, 1987).

Consideramos seus estudos primordiais ao posicionamento crítico docente, pois foi pioneiro ao estabelecer a necessidade de o professor possuir a mediação entre o conhecimento do conteúdo e do pedagógico para ensinar. Desde então, refletiu-se que de nada adianta o educador conhecer profundamente o conteúdo a ser abordado, mas não saber como ensiná-lo, de modo que o contrário também vigora, ou seja, possuir o domínio de diferentes estratégias de aprendizagem, mas nada sobre o conteúdo a ser transmitido. Segundo Shulman (1986, 1987), essas duas situações geram falhas na aprendizagem e, portanto, destacamos na teoria desse autor a reflexão das especificidades dos conteúdos ensinados ao direcionar seu olhar aos docentes.

A partir disso, outros pesquisadores expandiram suas ideias, tanto nas áreas gerais quanto para disciplinas específicas, na tentativa de mapear o conhecimento dos professores em estudo e, assim, aperfeiçoar a definição sobre o que os educadores necessitam em suas competências profissionais. Dentre essas, para o campo da Matemática, convém destacar o modelo *Mathematical Knowledge for Teaching* (MKT), pelo fato de constituir-se como o norteador principal à formulação do MTSK (Climent *et al.*, 2014).

A elaboração do MKT se concluiu por Ball e colaboradores (2008, 2009), a partir de uma exaustiva análise de vídeos sobre a prática docente. Para observarmos como eles ampliaram as ideias de Shulman para o ramo da Matemática, estabelecendo, assim, o conhecimento matemático que os professores dessa área necessitam no exercício de sua docência, expomos abaixo a representação do modelo proposto por eles:

**Figura 2 – Domínios do Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT).**



Fonte: Ball, Thames e Phelps (2008).

Atentando-nos a figura acima, podemos notar que o MKT deu ênfase a duas categorias de Shulman – o Conhecimento da Matéria (SMK) e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) –, entre os quais se dividem em três, resultando, assim, em seis saberes necessários ao professor de Matemática. A primeira categoria abarca o Conhecimento Comum do Conteúdo (*Common Content Knowledge* – CCK), o Conhecimento Especializado do Conteúdo (*Specialized Content Knowledge* – SCK) e o Conhecimento de Conteúdo Horizonte (*Horizon Content Knowledge* – HCK), enquanto que a segunda engloba o Conhecimento do Conteúdo e Estudantes (*Knowledge of Content and Students* – KCS), o Conhecimento de Conteúdo e Ensino (*Knowledge of Content and Teaching* – KCT) e o Conhecimento do Conteúdo e Currículo (*Knowledge of Content and Curriculum* – KCC).

Definindo as categorias para o domínio do SMK, o Conhecimento Comum do Conteúdo (CCK) se refere ao conhecimento que uma pessoa adulta possui, considerando o fato de ser alfabetizada matematicamente. Assim engloba o conhecimento que o professor necessita

para a realização desse trabalho (Ball; Thames; Phelps, 2008). O Conhecimento Especializado do Conteúdo (SCK) elenca o conhecimento superior que o professor domina sobre a Matemática, sendo esse diferente dos saberes que outros sujeitos possuem. Por último, o Conhecimento de Conteúdo Horizonte (HCK) contempla quatro elementos: “uma sensação do ambiente matemático em torno do ‘local’ atual na instrução; grandes ideias e estruturas disciplinares; práticas matemáticas importantes; valores e sensibilidades matemáticas fundamentais” (Ball; Bass, 2009, p. 6 – tradução dos autores).

Agora, ao definirmos as categorizações para o domínio do PCK, o Conhecimento do Conteúdo e Estudantes (KCS) elenca o conhecimento do professor em pressentir o que será desafiador, interessante e motivador aos educandos. Portanto, envolve o conhecimento das diferentes formas que os alunos podem interagir com o conteúdo matemático, destacando suas dificuldades e como o professor pode solucioná-las. O Conhecimento de Conteúdo e Ensino (KCT) é o conhecimento que norteia o educador em casos específicos da aula, combinando o saber sobre ensino e matemática, ao avaliar as vantagens e desvantagens dos exemplos utilizados para instruir conteúdos e ideias específicas. O último, Conhecimento do Conteúdo e Currículo (KCC) é o conhecimento docente sobre as competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes, em consonância com a sua etapa escolar, estipulando, assim, os conteúdos a serem veiculados para o sucesso destas (Ball; Thames; Phelps, 2008). Para Carrillo-Yañez *et al.* (2018), o subdomínio que mais se destaca nesse modelo é o SCK, por tratar exclusivamente o conhecimento especializado dos professores.

Podemos destacar o pioneirismo do MKT ao mobilizar o conhecimento necessário ao docente de matemática no seu exercício profissional, por considerar o conhecimento matemático a vista do ensino, incluindo a estruturação dessa disciplina, as regras regidas a ela e as considerações sobre os conteúdos e suas relações (Carrillo-Yañez, 2013). Entretanto, o que motivou a formulação do MTSK foram alguns pontos do MKT considerados “falhos” pelo grupo SIDM, entre os quais alguns deles foram reconhecidos por Ball e colaboradores. Todavia, é interessante ressaltar que o objetivo do grupo não foi apenas criticar o modelo MKT, mas reconfigurar o aporte teórico a partir de suas potencialidades, sob propósito de auxiliar a análise dos saberes do educador matemático para o exercício da docência (Cabanha, 2018).

Conforme Carrillo-Yañez *et al.* (2013), esses equívocos, por primeiro, se delimitam quanto a definição dos subdomínios relacionados ao SCK e ao CCK, uma vez que se viu dificuldades em estabelecer quando termina o CCK e quando se inicia o SCK. Decidir o

conhecimento típico de um indivíduo bem-educado matematicamente requer diversas hipóteses. Assim, eles consideram mais valoroso definir esses dois subdomínios unicamente ao CCK, no que se refere ao conhecimento matemático, excluindo a comparação com o conhecimento de outros profissionais.

Outro problema, afirmado por Carrillo-Yañez, Flores e Contreras (2013), está na definição do Conhecimento de Conteúdo Horizonte (HCK), pelo fato de não sabermos quais aspectos matemáticos não pertencem a esse, uma vez que, conforme as definições descritas ao subdomínio, parece conter todos os elementos do conhecimento comum à Matemática e na forma como ela é estruturada, abarcando, assim, integralmente o MK.

Ademais, diferente do MKT, o qual parece considerar o “conhecimento matemático para ensinar”, os autores do MTSK sentiram a necessidade de destacar o termo “especializado” para o professor. Eles consideram esse termo mais abrangente, pois se refere tanto ao conteúdo matemático quanto às práticas, contemplando os processos de ensino e de aprendizagem (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018).

Moriel Junior e Wielewski (2017, p. 132) consideram o MTSK um modelo de fonte rica de informações para pesquisas relacionadas ao conhecimento docente na área da Educação Matemática, o qual gerou progressos, do genérico ao especializado. Este considera inúmeros elementos, que vão desde os documentos norteadores oficiais, as teorias relacionadas ao ensino e aprendizagem de matemática, até as ações metodológicas em sala de aula. Conforme as considerações iniciais, pode-se notar que existem diversos pesquisadores brasileiros que utilizam este aporte em estudos voltados ao conhecimento especializado do PEM, o que também nos incentivou a selecionar o MTSK como embasamento adequado a esta pesquisa.

Em continuidade, explanamos na subseção seguinte as definições que estruturam o modelo MTSK, reforçando sua importância à formação de professores.

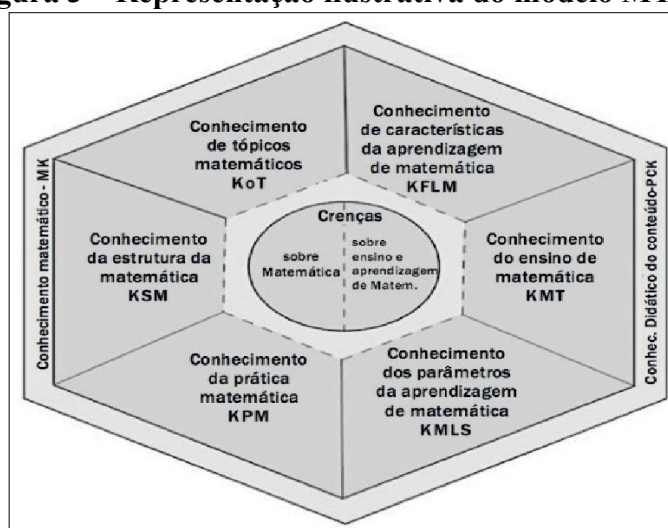
### **3 Estruturação do *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* (MTSK)**

Em primeiro lugar, é interessante ressaltar que, conforme aponta Flores-Medrano *et al.* (2014), o *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* (MTSK) apresenta duas direções: é compreendido como um modelo que institui os conhecimentos essenciais para os educadores da área da Matemática e, ao mesmo tempo, um instrumento que possui a função de sistematizar a análise das práticas realizadas por esses professores. Desse modo, podemos reforçar seu resultado a partir de uma perspectiva inovadora, considerando a sua

multiplicidade nas discussões de conhecimentos especializados.

Ao aprofundar o conhecimento utilizável de modelos anteriores, as definições do MTSK foram refinadas e emergidas a partir da análise de conteúdo de Bardin (2001), as quais possibilitaram o aprimoramento para os domínios e subdomínios do modelo (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018). Assim, os autores também consideram os domínios do MK e PCK, os quais se dividem em três conhecimentos. Nesse contexto, mostramos o modelo na ilustração a seguir, com as siglas originais na língua inglesa:

**Figura 3 – Representação ilustrativa do modelo MTSK.**



Fonte: Moriel Junior e Wielewski (2017, p. 130).

Podemos observar que os domínios e subdomínios descritos acima foram colocados sob forma de hexágono, demonstrando, assim, a articulação existente entre os conhecimentos, diferente do modelo de Ball e colaboradores (2008, 2009), os quais parecem considerá-los de forma individualizada. Nesse aporte, os autores compreendem a matemática como uma rede sistematizada de conhecimentos e, portanto, faz-se necessário a conexão entre estes ao professor. Ademais, podemos observar que o modelo estabelece dois domínios ao professor de matemática, dividindo-se em Conhecimento Matemático (*Knowledge Mathematics* – MK) e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge* – PCK), sendo representados pelos respectivos subdomínios e categorias.

No MK, existem três subdomínios: Conhecimento de Tópicos Matemáticos (*Knowledge of Topics* – KoT), Conhecimento da Estrutura da Matemática (*Knowledge of the Structure of Mathematics* – KSM) e Conhecimento da Prática Matemática (*Knowledge of Practices in Mathematics* – KPM). No PCK, existem outros três subdomínios: Conhecimento das Características da Aprendizagem de Matemática (*Knowledge Features of Learning Mathematics* – KFLM), Conhecimento do Ensino de Matemática (*Knowledge of*

*Mathematics Teaching* – KMT) e Conhecimento dos Parâmetros de Aprendizagem em Matemática (*Knowledge of Mathematics Learning Standards* – KMLS).

Ao considerarem as crenças do professor sobre a matemática e o ensino e aprendizagem dessa, podemos observar que elas estão constituídas ao centro do modelo, para representar a reciprocidade existente entre elas, tendo em vista que:

[...] a prática do professor em sala de aula é profundamente influenciada pelo que pode ser chamado de filosofia da matemática, ou seja, um conjunto de concepções e crenças (Thompson, 1992) sobre matemática e como ela é aprendida. Os conteúdos devem ser ensinados, permeando o conhecimento do professor em cada um dos subdomínios. Portanto, o MTSK também inclui crenças sobre matemática e sobre ensino e aprendizagem de matemática. Estes são representados no centro da figura para sublinhar a reciprocidade entre crenças e domínios de conhecimento. (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018, p. 5, tradução dos autores).

Outro ponto importante a se observar é que, a partir de uma análise crítica do MKT, os autores procuraram garantir que as definições de cada subdomínio fossem apresentadas referenciando-se apenas ao PEM, não fazendo menção a outras profissões, com o propósito de evitar problemas de justaposição a outros modelos. O objetivo principal foi a construção de um modelo que levava em conta apenas o conhecimento especializado docente, revelando pontos importantes que, anteriormente, não recebiam muita observação.

A partir da compreensão dessas considerações, expomos as definições para os domínios, subdomínios e categorias respectivas a eles abaixo.

### **3.1 Domínio do Conhecimento Matemático (MK)**

O Conhecimento da Matéria (SMK) proposto por Shulman (1987) considera o domínio dos conteúdos provenientes de quaisquer disciplinas que os educadores atuassem. Logo, no MTSK, esse saber passa a ser denominado Conhecimento Matemático (MK), pois aprofundou-se em conteúdos ensinados apenas pelos professores de matemática, ao considerá-la uma rede metódica de saberes, estruturada com suas próprias regras e, assim, dominar assuntos vinculados a ela é essencial (Muñoz-Catalán *et al.*, 2015).

Perante o exposto, apresentamos uma breve descrição dos subdomínios e categorias nas subseções abaixo.

#### **3.1.1 Subdomínio do Conhecimento de Tópicos Matemáticos (KoT)**

O primeiro subdomínio do MK, Conhecimento de Tópicos Matemáticos (doravante KoT), engloba o conhecimento docente mais profundo e formal que os alunos possuem sobre os conteúdos tradicionalmente ensinados em matemática, de forma que se espera dos estudantes a compreensão do “porquê” de procedimentos e razões para determinados conceitos (Carrillo-Yañez; Contreras; Climent, 2014). Carrillo-Yañez *et al.* (2018) corroboram estas ideias, ao sintetizarem que:

em resumo, KoT [...] compreende um conhecimento profundo de tópicos matemáticos, reunindo conhecimentos de procedimentos, definições e propriedades, representações e modelos, bem como contextos, problemas e significados e, nessa medida, reconhece a complexidade dos objetos matemáticos que podem surgir na aula. (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018, p. 8, tradução dos autores).

A partir dessas colocações, consideramos interessante citar as categorias que definem esse subdomínio segundo Carrillo-Yañez *et al.* (2018): Definições, Propriedades e Fundamentos; Registros de Representação; Fenomenologia e Aplicações; e Procedimentos – que engloba “Como fazer algo?”, “Quando fazer algo?”, “Por que algo é feito dessa maneira?” e Características do resultado.

Por mais que essas categorias são significativas ao KoT, não são definidas de modo aprofundado. Sendo assim, consideramos pertinente destacar a distribuição de Flores-Medrano *et al.* (2014), sob o propósito de caracterizá-las, as quais são: Fenomenologia; Propriedades e Fundamentos; Definições; e Procedimentos. Assim, expomos abaixo:

**Quadro 1 – Categorias do Conhecimento de Tópicos Matemáticos (KoT).**

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Fenomenologia	Refere-se ao conhecimento que o professor possui das situações pertencentes a um determinado tema e o que o auxiliam na maneira de introduzir o conteúdo.
Propriedades e Fundamentos	São caracterizações atribuíveis a um determinado tema ou ao modo de se proceder.
Registros de Representação	Versa o conhecimento que os docentes dominam sobre as diferentes maneiras possíveis de apresentar o conceito matemático abordado por meio de representações.
Definições	Considera o conhecimento das características que definem certo tópico e as diversas formas que o professor utiliza para defini-lo.
Procedimentos	Envolve o conhecimento da maneira como e quando um processo pode ser utilizado e também por qual motivo ele é constituído e empregado de determinada forma.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Flores-Medrano *et al.* (2014, p. 74-75).

Uma exemplificação desse conhecimento apontado por Bernardo *et al.* (2018, p. 106), para

os anos iniciais, “refere-se à necessidade de associar uma quantidade ao processo de medir, isto é, quando se reconhece que, ao dizer que a medida corresponde a 30, é necessário identificar a unidade de referência.” Outro exemplo citado por Policastro, Almeida e Ribeiro (2017) a esse subdomínio associa à definição de medida (o que é medir?), aos procedimentos aplicados a esta e aos significados matemáticos que podem sustentar o uso de instrumentos de medida não padrões para modo padrão. Couto, Almeida e Ribeiro (2017) relacionam saberes voltados à definição do retângulo, características, propriedades e os distintos modos de representar a figura geométrica. Moriel Junior e Wielewski (2017) ilustram ao indagarem “por que é necessário que duas frações tenham o mesmo denominador para serem somadas, mas não precisam para serem multiplicadas?”. Por último, Alencar, Díaz-Levicoy e Soares (2021) associam este conhecimento ao fato de o PEM saber que o número admite múltiplas aplicações, entre estas: estimação, identificação, localização, medição e ordenação.

Por fim, é importante ressaltar que, conforme Moriel Junior e Wielewski (2017) esse subdomínio focaliza o conhecimento de tópicos isoladamente de outros conteúdos, sendo que as possíveis conexões entre eles são elencadas no segundo subdomínio, o Conhecimento da Estrutura Matemática (KSM).

### **3.1.2 Subdomínio do Conhecimento da Estrutura da Matemática (KSM)**

O Conhecimento da Estrutura da Matemática (KSM) constituiu-se a partir da incorporação de algumas ideias e estruturas da disciplina de matemática apontadas pelo Conhecimento de Conteúdo Horizonte (HCK), segundo o modelo do MKT (Moriel Junior; Wielewski, 2018).

Assim, igualmente ao KoT, esse subdomínio também cumpre o conhecimento matemático. No entanto, o que o diferencia do primeiro é que, enquanto o KoT estabelece o conhecimento intraconceitual aos assuntos matemáticos, considerando-os, portanto, de forma individual, o KSM abrange o conhecimento interconceitual aplicado a esses conteúdos, ou seja, às possíveis conexões que podemos estabelecer entre eles ao reconhecê-los de maneira integrada. Dessa forma, o KoT identifica o domínio de conceito e/ou definições avançadas a partir de noções mais básicas e vice-versa (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018). Ainda, cabe ressaltar que esse conhecimento relaciona apenas os conteúdos matemáticos, excluindo as conexões com outras disciplinas.

Para Flores-Medrano *et al.* (2014) as categorias abarcadas a esse subdomínio são: Conexões de Complexificação; Conexões de Simplificação; Conexões de Conteúdos Transversais; Conexões Auxiliares. Assim, explicitamos o significado destas no quadro 2 abaixo:

**Quadro 2 – Categorias do Conhecimento da Estrutura da Matemática (KSM).**

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Conexões de Complexificação	Compreende a situação de que o assunto abordado no momento é vinculado a futuro conteúdo a ser ensinado.
Conexões de Simplificação	Abarca o entendimento de que o assunto abordado no momento é vinculado a conteúdos ensinados anteriormente.
Conexões de Conteúdos Transversais	Não há conexões de conteúdos mais simples ou mais complexos entre si, mas que possuem características e associações em comum.
Conexões Auxiliares	Consiste em processo de ensino em determinados itens de conteúdo que não tem ligação entre si, mas que podem se apoiar.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Flores-Medrano (2014, p. 77-78).

Uma aplicação desse conhecimento estudado nos anos iniciais do EF, conforme Bernardo *et al.* (2018), associa esta dimensão:

[...] ao conhecimento do professor de que os números podem assumir diferentes significados, e um deles está diretamente relacionado com a ideia de equivalência. Por exemplo, quando se estabelece uma relação de igualdade entre uma moeda de 1 real e 20 moedas de 5 centavos, faz-se necessário reconhecer que os números envolvidos na equivalência, embora sejam diferentes, representam as mesmas quantidades. (Bernardo *et al.*, 2018, p. 106).

Outro exemplo desvelado a esse subdomínio consiste no conhecimento relativo às conexões entre medir a área associada aos significados resultantes de procedimentos intuitivos, informais e algébricos (PolICASTRO *et al.*, 2017). Assim, podemos também enfatizar as conexões existentes entre as noções de medidas aos conceitos de divisão e fração. Por último, Couto, Almeida e Ribeiro (2017) relacionam o conhecimento sobre as conexões existentes entre o quadrado e o retângulo.

Perante os apontamentos acima, podemos observar que o KSM não considera os conteúdos matemáticos de modo fracionado. Sendo assim, salientamos que este influencia os educadores a aprimorarem seus conhecimentos, uma vez que essas associações desenvolvem o saber sobre como a matemática está estruturada.

### 3.1.3 Subdomínio do Conhecimento da Prática da Matemática (KPM)

O referido subdomínio veio para complementar o conhecimento do KoT e do KSM, uma vez que compreende a capacidade de o PEM ser reflexivo em relação a matemática, compreendendo diversas formas de apresentar os conteúdos, incluindo o domínio de

distintas formas de se proceder para explicar conceitos matemáticos, incluindo: o conhecimento de diversas formas durante a resolução de problemas, aplicar exemplos e contraexemplos, raciocínios e provas; as maneiras de formalizar conteúdos; e os meios de recorrência para generalizar os conteúdos abordados (Montes; Contreras; Carrillo-Yañez, 2013). O KPM “também engloba saber como explorar e gerar novos conhecimentos em matemática.” (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018, p. 9-10).

Para os primeiros anos de escolarização, um exemplo desse conhecimento consiste no fato de compreendermos as condições necessárias à definição de um quadrado e um retângulo e a formalização utilizada à discussão desses conceitos (Couto; Almeida; Ribeiro, 2017). Para o tema de Medidas, podemos “relacionar o saber docente, por exemplo, com o reconhecimento de que, para validar uma medida, é necessário relacionar noções de grandeza e de unidade” (Bernardo *et al.*, 2018, p. 107).

No entanto, o presente subdomínio ainda está em fase de estudo e, por isso, ainda não possui categorias específicas para ele. Por esse motivo, o conhecimento está definido em apenas dois descritores, o geral e o específico (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018). A partir disso, baseando-se em Flores-Medrano *et al.* (2014), criamos um quadro para explicitá-los:

**Quadro 3 – Categorias do Conhecimento de Práticas Matemáticas (KPM).**

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Descritor Geral	Considera o conhecimento sobre a maneira como a matemática é construída, sendo utilizado durante a realização de atividades matemáticas gerais.
Descritor Específico	Uma esfera particular do descritor geral associado às singularidades do conteúdo em discussão.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Flores-Medrano *et al.* (2014, p. 79).

A partir da definição exposta para os subdomínios do KoT, KSM e KPM, podemos, então, evidenciar que esses conhecimentos estão intrinsecamente associados no MK e, devido a isso, não podem ser considerados como algo descontextualizado ou desfragmentado.

Mediante estas considerações, apresentamos, agora, o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), seus subdomínios e categorias.

### 3.2 Domínio do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK)

Em continuidade à composição do MTSK, o domínio do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) concebe o entendimento dos docentes sobre as práticas em sala de aula, em conjunto de suas bases pedagógicas necessárias para a realização de um ensino de excelência. Em conjunto com o MK, este indica as ações que o educador deve tomar durante

o ensino (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018).

Para compreendermos detalhadamente a caracterização dos subdomínios e categorias referentes ao presente domínio, apresentamos esses nas subseções a seguir.

### **3.2.1 Subdomínio do Conhecimento das Características da Aprendizagem de Matemática (KFLM)**

O Conhecimento das Características da Aprendizagem de Matemática (KFLM) relaciona a compreensão dos pontos referentes ao processo da aprendizagem matemática por parte dos estudantes, sendo criado a partir dificuldades restritas aos subdomínios do MKT (Carrillo-Yañez *et al.*, 2014).

O presente conhecimento também deriva do fato de o PEM ter consciência sobre como os estudantes constroem as dificuldades durante a aprendizagem matemática, os erros comuns durante a aprendizagem dos conceitos e os obstáculos para aprenderem corretamente. Em resumo, o KFLM “está preocupado com a forma como a matemática é aprendida, isto é, com a identificação das características da aprendizagem matemática” (Moriel Junior; Wielewski, 2017, p. 131). Por conseguinte, as categorias presentes a esse conhecimento abarcam: os pontos fortes e fracos na aprendizagem de Matemática; as maneiras de os alunos interagirem com o conteúdo matemático; as teorias da aprendizagem de Matemática; e os aspectos emocionais da aprendizagem de Matemática (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018). Assim, criamos um quadro para caracterizar as categorias desse subdomínio, segundo Flores-Medrano *et al.* (2014).

**Quadro 4 – Categorias do Conhecimento das Características de Aprendizagem da Matemática (KFLM).**

<b>CATEGORIAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Formas de aprendizagem	Engloba o conhecimento que o docente possui sobre as possíveis maneiras de aquisição da aprendizagem ligada ao próprio conteúdo matemático. Assim, engloba o entendimento de teorias e questões sobre o desenvolvimento cognitivo do aluno.
Pontos fortes ou dificuldades associadas a aprendizagem	Inclui o conhecimento sobre erros, obstáculos e dificuldades do aluno com a matemática, assim como o conhecimento das devidas potencialidades.
Formas de interação dos alunos com o conteúdo matemático	Leva em conta o conhecimento que o educador detém sobre os processos e estratégias dos seus educandos, tanto os mais habituais quanto os mais incomuns.
Concepções dos alunos sobre matemática	Abrange o conhecimento do professor nas expectativas, interesses, facilidades, dificuldades e/ou concepções equivocadas que os educandos possuem em relação aos conteúdos matemáticos.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Flores-Medrano *et al.* (2014, p. 81-82).

Um exemplo para esse subdomínio consiste no fato de o educador “saber que uma das

dificuldades dos alunos diz respeito à indiferenciação quanto ao caráter cardinal e ordinal dos números” (Ribeiro; Mamore; Alencar, 2019, p. 59). Uma outra aplicação desse conhecimento refere-se a “conhecer que os alunos têm dificuldades com relação à visualização de figuras tridimensionais, quando expostas no quadro (bidimensional)”, a partir do assunto Planificação (Meireles, D. M., 2021, p. 39).

A partir das explanações acima, podemos observar que, para os subdomínios do PCK, saímos do conhecimento da matemática em si e agora estamos tratando os saberes relativos ao ensino e a aprendizagem. Cabe reforçar que, conforme o modelo MTSK, ambos são necessários para um ensino eficaz.

### 3.2.2 Subdomínio do Conhecimento do Ensino de Matemática (KMT)

O Conhecimento do Ensino de Matemática (KMT) reconhece como o ensino dessa disciplina pode e deve ser realizado, em combinação com as estratégias educativas que podem potencializar o desenvolvimento da capacidade conceitual e/ou procedimental dos discentes (Moriel Junior; Wielewski, 2017). Assim, inclui o domínio de diferentes recursos para explicação de conteúdos específicos da matemática, como a seleção de exemplos para a complementação ou a escolha de um livro, por exemplo. Por fim, ressaltamos que esse subdomínio complementa aspectos do KFLM relacionados à aprendizagem, pois focaliza nas ações didáticas, pessoais ou institucionais, para conteúdos específicos.

As categorias propostas por Carrillo-Yañez *et al.* (2018) são: Teorias do Ensino de Matemática; Recursos Didáticos (materiais e virtuais); Estratégias, tarefas, técnicas e exemplos. Nesse contexto, abordamos as categorias baseando-se em Flores-Medrano *et al.* (2014, p. 13) no quadro a seguir:

**Quadro 5 – Categorias do Conhecimento do Ensino de Matemática (KMT).**

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Teorias pessoais ou institucionalizadas de ensino	Evidencia a ideia de que o professor deva conhecer as teorias de ensino pertencentes à Educação Matemática, considerando o potencial que determinadas tarefas ou técnicas didáticas possuem para o tema abordado e as analogias, explicações e outras ações que diversos profissionais da educação fornecem para o tratamento do conteúdo.
Recursos materiais e virtuais	Considera os benefícios e desvantagens ao utilizar diferentes recursos ao conteúdo que será ministrado em sala de aula.
Atividades, Tarefas, Exemplos, Ajuda	Engloba as estratégias utilizadas no intuito de facilitar a compreensão dos estudantes em aprender o assunto matemático.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Flores-Medrano *et al.* (2014, p. 82-83).

Podemos exemplificar esse subdomínio com o fato de o professor saber que a literatura infantil, ao ser agregada ao ensino de matemática, torna-se uma ferramenta potencializadora

para a reflexão e aprendizado dos estudantes (Alencar; Díaz-Levicoy; Soares, 2021). Inclui-se também conhecer “que o Geogebra é um potente recurso para abordar a planificação das figuras geométricas espaciais, pois permite simular a desconstrução dimensional 3D-2D e 2D-3D” (Meireles, D. M., 2021, p. 38). Neste sentido, conhecer que o Geogebra possui restrições, uma vez que sempre exhibe o mesmo molde de planificação, também está contemplado no KMT.

Por último, é importante ressaltar que o presente subdomínio está associado, em grande parte, ao Conhecimento de Conteúdo e Ensino (KCT), do modelo de Ball e colaboradores (MKT), sendo estruturado e reorganizado a partir dele (Carrillo-Yañez *et al.*, 2014). Evidenciamos, assim, que esse conhecimento conduz significativamente à prática pedagógica, logrando ao ato de ensinar.

### 3.2.3 Subdomínio do Conhecimento dos Parâmetros de Aprendizagem da Matemática (KMLS)

O Conhecimento dos Parâmetros de Aprendizagem da Matemática (KMLS) elenca o conhecimento de currículos que fomentam as ações pedagógicas para o ensino de matemática e as pesquisas que discutem as etapas do conhecimento matemático, de modo a compreendermos as habilidades esperadas aos discentes para cada nível escolar (Flores-Medrano *et al.*, 2014). Deste modo, podemos evidenciar que esse subdomínio também foi abordado por Shulman (1986, 1987) e por Ball e colaboradores (2008, 2009), tendo em vista que esses também significaram o conhecimento curricular ao docente.

Em continuidade, Montes, Contreras e Carrillo-Yañez (2013) apontam que o KMLS excede o contexto institucional do professor, pois não se limita aos documentos oficiais curriculares. Engloba também pesquisas e produções realizadas por estudiosos da área da Educação Matemática, assim como crenças e ideias advindas de especialistas que focalizam as aprendizagens almejadas para cada etapa educacional.

As categorias elencadas por Carrillo-Yañez *et al.* (2018) para o referido subdomínio são: resultados esperados de aprendizagem; nível de desenvolvimento conceitual ou processual; e sequenciamento de conteúdos. Assim, o presente subdomínio elenca, ainda, o aprofundamento que o PEM necessita fazer em suas ações metodológicas para cada tópico abordado. Aprofundamos a descrição das categorias elencadas conforme apontamentos de Flores-Medrano *et al.* (2014).

**Quadro 6** – Categorias do Conhecimento dos Parâmetros de Aprendizagem da Matemática (KMLS).

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
------------	-----------

Conteúdos matemáticos que precisam ser abordados	O professor pode se apropriar desses conhecimentos através da leitura de documentos ou da percepção do que seus estudantes necessitam aprimorar no momento em que se encontra.
Conhecimento do nível de desenvolvimento conceitual ou procedimental esperado	Nível de grau conceitual ou processual que se deseja atingir aos estudantes ao abordar o conteúdo.
Sequenciamento de temas diversos	Os conhecimentos e habilidades cruciais ao abordar um tópico matemático devem conectar com os conhecimentos anteriormente adquiridos e com os subsequentes.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Flores-Medrano *et al.* (2014, p. 85).

Como exemplo para esse subdomínio, “podemos citar a análise e conhecimento prévio realizada pelos docentes aos documentos curriculares para as suas ações de planejamento” (Alencar; Díaz-Levicoy; Soares, 2021, p. 9). Outro exemplo consiste em sabermos que, no quinto ano do EF, é almejado ao aluno desenvolver conhecimentos sobre planificação, conforme a habilidade EF05MA16, proposta pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC): “Associar figuras espaciais a suas planificações (prismas, pirâmides, cilindros e cones) e analisar, nomear e comparar seus atributos” (Meireles, 2021, p. 39).

A partir da explanação do KMLS, finalizamos a apresentação sobre conhecimentos especializados que o PEM necessita para suas práticas, sob o olhar do modelo MTSK, na tentativa de um ensino integral. Salienta-se que esse referencial é bastante recomendável para cursos de formação inicial e continuada, pois apesar de constituir-se como um modelo novo, permite que os envolvidos da presente disciplina obtenham uma análise mais detalhada de possíveis aspectos que estão defasados no processo de ensino e de aprendizagem (Carrillo-Yañez *et al.*, 2018). Podemos assim confirmar a consideração de que o MTSK é amplo ao incorporar vastos elementos à formação do PEM.

Concluído os estudos teóricos do MTSK, a partir da definição dos seus domínios, subdomínios e categorias, apresentamos, a seguir, como as produções acadêmicas brasileiras de pós-graduação têm discutido esse referencial aos anos iniciais escolares desde a sua formulação.

#### **4 Organização das teses e dissertações brasileiras que discutem o MTSK nos anos iniciais do Ensino Fundamental**

Ao atendermos a última busca, conforme os caminhos metodológicos descritos na seção 1, localizamos apenas 07 (sete) publicações na BDTD para catalogação e análise. Em princípio, acreditávamos que seria encontrada uma quantidade mais considerável de pesquisas com a temática proposta, pois, ao longo de nossa trajetória como investigadores

da Educação Matemática, temos o conhecimento de outros autores que defenderam suas pesquisas de pós-graduação nos últimos três anos sob essa perspectiva. Porém, suas publicações ainda não se encontraram disponíveis na plataforma mencionada e nem na página de pós-graduação da instituição ao qual concluíram seus estudos.

Perante os fatos acima, elaboramos o quadro 7 para organizar e sistematizar as pesquisas selecionadas conforme os títulos e autores, juntamente com o ano de defesa e a instituição vinculada a esses. Assim, mostramos abaixo:

**Quadro 7 – Teses e Dissertações publicadas na BDTD que se fundamentaram à luz do MTSK nos anos iniciais do Ensino Fundamental.**

Nº	Título dos Trabalhos	Autor (ano)	Instituição
T1	Conhecimento especializado do professor dos anos iniciais no âmbito da multiplicação: uma metassíntese de teses produzidas entre 2001 e 2012 em diferentes contextos formativos	Lima, R. C. R. (2018)	Universidade Estadual de Campinas
T2	Conhecimento especializado de Geometria do professor do Ensino Fundamental I	Ribeiro, J. P. (2019)	Universidade Estadual de Ponta Grossa
T3	Conhecimento Especializado de futuros professores da Educação Infantil e Anos Iniciais sobre Paralelismo quando a base é a visualização	Conceição, S. C. (2019)	Universidade Estadual de Campinas
T4	Um estudo sobre as relações entre o desenvolvimento do pensamento algébrico, as crenças de autoeficácia, as atitudes e o conhecimento especializado de professores <i>pre-service</i> e <i>in-service</i>	Santana, R. R. F. (2019)	Universidade Estadual Paulista
T5	Conhecimento especializado de futuros professores da educação infantil e anos iniciais no âmbito da planificação de figuras geométricas espaciais	Meireles, D. M. (2021)	Universidade Estadual de Campinas
T6	Conhecimento especializado do professor nos tópicos de divisão e do tema de medidas: abordagem para uma teorização de conexões matemáticas	Policastro, M. S. (2021)	Universidade Estadual de Campinas
T7	Investigando como e quais conhecimentos os docentes devem mobilizar em suas práticas de forma a oportunizar o desenvolvimento do pensamento algébrico no Ensino Fundamental: anos iniciais	Silva, A. A. (2022)	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da Plataforma BDTD (2023).

## 5 Análise dos resultados e discussões

Após a organização acima, evidenciamos nas publicações, sob o delineamento de tabelas, as categorias para os públicos de formação atendidos, as abordagens metodológicas e, por último, os conteúdos utilizados para investigação, bem como suas contribuições de aprimoramento relacionadas ao conhecimento do PEM. Por meio disso, tivemos mais praticidade em comparar e estabelecer conexões entre as informações presentes nelas. Para

justificarmos as diferentes formas sob as quais estas foram categorizadas, escolhemos uma delas para respectiva ilustração. Assim, apresentamos as subseções a seguir.

### 5.1 Categorizações quanto ao público de formação

A formação inicial é realizada nas licenciaturas e em cursos de formação docente, enquanto que a formação continuada ocorre simultaneamente à atuação profissional, podendo ser ofertada por diferentes organizações. Conforme as considerações iniciais, diversos autores recomendam o modelo MTSK a cursos de formação inicial e continuada, ou seja, a professores *pre-service* e *in-service*, respectivamente. Nesse contexto, distribuímos as publicações selecionadas a partir do público sob os quais os pesquisadores tiveram mais foco/destaque para estudo e discussão, conforme a tabela 1 abaixo:

**Tabela 1 – Categorização das pesquisas evidenciadas no BDTD conforme os públicos de formação.**

Público	Publicações	Nº (%)
Professores <i>pre-service</i>	T1, T3, T4, T5	04 (57,143 %)
Professores <i>in-service</i>	T1, T2, T4, T6, T7	05 (71,429 %)

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Ao observarmos a tabela acima, podemos notar que 04 (quatro) publicações indicadas estudaram aspectos relacionados à professores *pre-service*, ou seja, em formação inicial. Nesse sentido, explicitamos como ocorreu a dissertação T3, a qual centrou-se em analisar o conhecimento especializado de futuros professores sobre o assunto de paralelismo e perpendicularismo (com noções iniciadas no quarto ano do EF), objetivando, através da discussão de tarefas, o aprimoramento de suas habilidades para contextos inclusivos. Para isso, coletaram-se, a partir da gravação de áudio e vídeo, as discussões realizadas durante a resolução de alguns problemas propostos a 28 estudantes de Pedagogia de uma universidade pública de São Paulo. A análise permitiu relacionar esses dados especialmente aos subdomínios do KoT, KSM e KFLM. Assim, os resultados demonstraram que esses professores em formação percebem que o paralelismo existente em figuras de duas e três dimensões possui diferentes registros de representação. Também apontaram que a apreensão operatória mereológica<sup>3</sup> é uma ferramenta que permite potencializar o aprendizado de paralelismo, podendo promover a inclusão, devido ao fato de podermos utilizar simultaneamente a alunos cegos (CONCEIÇÃO, 2019).

Agora, entre as pesquisas identificadas que se atentaram à formação continuada docente, ou seja, à professores *in-service*, identificamos 05 (cinco). Assim, consideramos relevante

---

<sup>3</sup> Estudo das relações lógicas entre o todo e as partes de um assunto.

a representatividade da tese T7, na qual Silva (2022) utilizou o MTSK para identificar, a partir da Teoria Elementar dos Números, como e quais conhecimentos são motivados pelos professores ao nortear estratégias pedagógicas que objetivam o progresso do pensamento algébrico em crianças de 6 a 10 anos. Para o alcance dos dados, realizou-se uma pesquisa de campo, com um percurso formativo de treze encontros com um grupo de professores de uma escola municipal da Zona Leste de São Paulo, a partir do currículo municipal. Desse modo, o autor evidenciou que os PEM's, ao serem expostos a episódios como aprendizes, perceberam o potencial de algumas ações didáticas que podem corresponder as necessidades dos educandos sobre o assunto proposto.

Ainda em atenção à tabela acima, podemos observar que temos mais pesquisas que propositaram amparar a formação de professores que já estão atuando nos anos iniciais do EF do que aos professores *pre-service*. Ao atentarmos as considerações iniciais do presente artigo, podemos reforçar que, segundo Borchardt (2015), como esses professores, ao estarem em processo de formação, não possuem muito foco em processos de alfabetização matemática, faz-se necessário formação continuada a eles. Desse modo, podemos observar que, felizmente, a pesquisa vem tentando colaborar para que isso de fato aconteça, mediante o seu destaque na tabela acima.

Entretanto, podemos notar que não houve muita diferença dessa informação para os pesquisadores que tentaram auxiliar a formação inicial dos PEM, pois houve diferença de apenas uma publicação. Os dados evidenciam que também se pensa em colaborações à cursos de formação e licenciaturas, levantando aspectos positivos para o ensino e aprendizagem de matemática dessa etapa escolar. Pode-se ainda notar que duas das sete publicações tiveram o intuito de atender aos dois públicos concomitantemente (T1 e T4). Assim, podemos destacar que também temos pesquisas que se preocupam em aprimorar o conhecimento do PEM nos anos iniciais desde a sua formação, estimulando-o na busca constante por conhecimento ao estar em atuação.

Finalizando esse tópico, ressaltamos que todas as pesquisas focaram em conhecimentos a todos os anos iniciais do EF, com exceção da T3, que nos forneceu colaborações ao conhecimento especializado do PEM que atua, especificamente, no quarto ano do EF. Observou-se grande anseio dos investigadores na realização de discussões que tiveram o objetivo de fornecer ferramentas e propostas que pudessem contribuir para um saber docente mais sofisticado.

## **5.2 Categorizações quanto a abordagem metodológica**

O emprego da metodologia indica um elemento essencial para caracterizar publicações

científicas, pois é através dessa que o pesquisador busca a solução para uma problemática, com o auxílio de técnicas e instrumentos adotados. Assim, a abordagem de uma pesquisa pode ser classificada como quantitativa e qualitativa, dependendo das variáveis utilizadas para o êxito dos objetivos propostos (Gil, 2002).

A abordagem quantitativa é utilizada em investigações objetivas, as quais são baseadas na quantificação. Na maioria das vezes, utilizam-se questionários para esse tipo de pesquisa, de modo que o tratamento dos dados ocorre mediante parâmetros estatísticos, adotando-se critérios para delinear os elementos abordados, explicando, assim, a questão a ser investigada pelo investigador (Dias, 2000). Por outro lado, a abordagem qualitativa não utiliza métodos quantitativos para responder ao problema de pesquisa investigada. Busca compreender, descrever, categorizar e detalhar fenômenos a partir das relações existentes entre os elementos investigados, com a intenção de explicar o porquê. Assim, essa permite uma maior subjetividade ao pesquisador (Demo, 2000).

Além disso, os dados em estudo podem ser verificados de modo misto em uma análise, classificando, portanto, a pesquisa como quali-quantitativa. Para Gil (2002), essa abordagem ocorre quando os dados coletados de modo quantitativo podem ser tratados de maneira qualitativa, decorrendo, assim, uma cooperação recíproca entre as duas abordagens.

A partir das informações acima, categorizamos as teses e dissertações indicadas quanto as especificações quantitativas, qualitativas e quali-quantitativas, conforme a tabela 2 abaixo:

**Tabela 2 – Categorização das pesquisas evidenciadas quanto a abordagem utilizada pelos autores.**

Abordagem	Publicações	Nº (%)
Quantitativa	-	0 (0 %)
Qualitativa	T1, T2, T3, T5, T6, T7	06 (85,714 %)
Quali-quant	T4	01 (14,286 %)

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Ao analisarmos a relação acima, podemos observar que 06 (seis) publicações evidenciadas utilizaram abordagem qualitativa. Entre essas, duas empregaram questionários (T2 e T7) como instrumento para coleta de dados, enquanto que duas fizeram o uso da análise de materiais (T1 e T7) e apenas uma utilizou a observação e a entrevista (T7). Ainda, tivemos três pesquisas que caracterizaram como fontes de informação as resoluções resultantes de tarefas formativas (T3, T5 e T6).

Para ilustrar os estudos que utilizaram esse tipo de abordagem, consideramos relevante

destacar a dissertação T5, na qual Meireles (2021) buscou revelar o conhecimento especializado de estudantes de Pedagogia sobre o assunto de planificação de figuras geométricas espaciais, as estratégias e recursos, e as dificuldades dos estudantes no processo de aprendizagem. Para isso, desenvolveu-se, a partir de perspectivas do MTSK, uma tarefa para um curso de formação, discutindo, assim, o conhecimento sobre o tema com licenciandos de uma turma do sexto semestre de Pedagogia de uma universidade pública de São Paulo (SP). O propósito foi conseguir informações sobre o assunto e desenvolver o conhecimento especializado acerca dele. A partir das análises, revelou-se que os professores em formação compreendem a planificação como um tipo de representação bidimensional e que conhecem suas formas de representação mais usuais. Também se apontou que eles concordaram que os objetos físicos podem auxiliar no ensino sobre o tema, tendo em vista que os estudantes possivelmente podem apresentar dificuldades durante a manipulação mental das figuras.

Agora, entre as produções acima destacadas, podemos observar que apenas a T4 procedeu os dados de forma quali-quantitativa. Na referida dissertação, Santana (2019) buscou investigar o progresso do pensamento algébrico nos anos iniciais, avaliando possíveis relações e influências dos aspectos afetivos na resolução de problemas, na capacidade de generalização e nas atitudes e crenças sobre o empenho, persistência e conhecimento especializado para ensinar. Para isso, aplicou-se questionários em 128 acadêmicos de Pedagogia de instituições privadas e 119 docentes de anos iniciais da rede pública e, entre esses, alguns foram convidados a entrevistas semiestruturadas. Os resultados evidenciaram que: os acadêmicos exibiram atitudes negativas relacionadas à matemática, enquanto que os docentes em serviço apresentaram positivas; as crenças de autoeficácia relacionadas ao conhecimento especializado sobre o pensamento algébrico mostraram-se positivas para os dois grupos, por mais que os professores em serviço tenham se mostrado mais positivo; os dois grupos revelaram mais insegurança quanto ao ensino dos conteúdos algébricos do que ao conhecimento desses, entre outros. Por fim, a autora almeja que sua pesquisa possa contribuir para ressignificar a formação dos PEM's nos anos iniciais do EF, considerando os aspectos cognitivos e afetivos.

Por último, podemos observar na tabela 2 que nenhuma das publicações acima foi investigada a partir de métodos quantitativos. Assim, podemos ressaltar que nenhuma delas utilizou, exclusivamente, procedimentos estatísticos para responder a problemas de pesquisa. Podemos, ainda, evidenciar que a grande maioria das pesquisas utilizaram abordagem qualitativa como procedimento técnico (85,714 %), na tentativa de estabelecer

relações entre os dados analisados e, assim, fornecer colaborações aos PEM's nos anos iniciais da Educação Básica. Salienta-se, portanto, a subjetividade dos pesquisadores em produzir investigações que promovam benefícios ao conhecimento docente.

### 5.3 Categorizações quanto aos conteúdos

Indicamos, por último, que as teses e dissertações identificadas procuraram desenvolver o ensino de conteúdos ligados a diversos eixos temáticos da Matemática descritos na BNCC (2017), conforme a tabela 3 abaixo:

**Tabela 3 – Categorização das publicações evidenciadas quanto aos conteúdos.**

Conteúdos	Publicações	Nº (%)
Números	T1, T6, T7	02 (42,857 %)
Geometria	T2, T3, T5	03 (42,857 %)
Álgebra	T4, T7	02 (28,571 %)
Grandezas e Medidas	T6	01 (14,286 %)

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Atentando-se a tabela acima, podemos notar que três das publicações nos trazem reflexões para o ensino de Números aos anos iniciais da etapa escolar. Em específico, a T1 foca no conteúdo de Multiplicação, a T6 em Divisão e a T7 desempenha estudos a partir da Teoria Elementar dos Números. Assim, explicitamos com maior profundidade a tese T1, na qual Lima (2018) procurou averiguar a abordagem dada pelas produções acadêmicas brasileiras ao conhecimento especializado do PEM dos anos iniciais do EF em relação ao conteúdo de multiplicação, referenciando-se no MKT e no modelo MTSK. Isso se procedeu a partir do mapeamento das teses e dissertações realizadas em programas de Pós Graduação das áreas da Educação e Ensino, entre 2001 e 2012. Assim, a autora identificou três teses de doutorado com a temática proposta, compondo, então, o *corpus* da pesquisa. Ademais realiza uma síntese interpretativa e uma metassíntese dessas, propositando estabelecer possíveis integrações. Os resultados evidenciaram desafios relacionados ao conhecimento especializado dos formadores em estratégias de formação para que os docentes possam, efetivamente, se apropriar dos conhecimentos especializados para ensinar multiplicação.

Em continuação a tabela 3, podemos também notar que três das produções investigaram aspectos do MTSK aplicados a Geometria. Entre essas, a T2 trabalhou os conteúdos vinculados ao eixo temático de modo geral, diferentemente da T3 e T5, as quais focaram, respectivamente, no assunto do Paralelismo e da Planificação de Figuras Geométricas. Nesse sentido, aprofundamos na dissertação T2, na qual Ribeiro (2019) propôs examinar o conhecimento especializado sobre os conteúdos geométricos dos professores polivalentes

do município de Telêmaco Borba – Paraná. Para reunir tais informações, foram utilizados questionários exploratórios, avaliações diagnósticas sobre o conhecimento dos discentes, um questionário autoavaliativo sobre os conteúdos propostos na BNCC (2017) e outro adaptado do instrumento *Content Representation*<sup>4</sup>, e um diário de campo para registrar observações importantes durante a coleta de dados. A análise dessas informações foi realizada através da Análise Textual Discursiva e os resultados indicaram vulnerabilidade no conhecimento específico de geometria, influenciando diretamente no conhecimento sobre o ensino dos conteúdos. A autora ainda aponta que a causa disso é a escassez de formação matemática desses docentes, refletindo, diretamente, em seus conhecimentos geométricos.

Apontamos, ainda, duas publicações que sensibilizam os educadores polivalentes quanto ao pensamento algébrico (T4 e T7) e uma que traz colaborações ao ensino de Grandezas e Medidas, a T6. Nessa tese, Policastro (2021) teve o intuito de caracterizar as especificidades do conhecimento especializado do PEM sobre os tópicos de divisão e de Medida, bem como mapear e descrever as conexões matemáticas observadas entre os aspectos intraconceituais e interconceituais sobre esses assuntos. As informações foram obtidas através da transcrição das gravações em sessões de um Programa de Formação Continuada para professores, assim como os registros escritos pelos docentes para algumas tarefas de formação. A partir da análise, emergiram descritores do MTSK ao KoT, revelando alguns elementos e ideias que unificam o conhecimento matemático do professor aos tópicos em estudo. Assim, a pesquisadora propõe uma teorização das conexões matemáticas associadas ao MTSK, expostas na forma de “pacotes de conhecimento especializado”.

Ao analisarmos as informações presentes na tabela 3, um fato que nos causou satisfação foi a presença de investigações que englobam diferentes unidades temáticas da Matemática, proporcionando-nos, desta forma, reflexões e encaminhamentos metodológicos a diversos conteúdos. Ainda, notamos pesquisas que unem saberes provenientes de dois eixos da Matemática, como a T6, que associa *Números* a *Grandezas e Medidas*, a partir de tópicos de Divisão, e a T7, que alia *Números* a *Álgebra* por meio da Teoria Elementar dos Números. Desse modo, podemos salientar que existe certa preocupação dos pesquisadores em sensibilizar o PEM em relação ao conhecimento das diferentes conexões estabelecidas entre os conteúdos matemáticos. Entretanto, observou-se que nenhum desses direcionou discussões do MTSK ao ensino de conteúdos de *Probabilidade e Estatística*, revelando,

---

<sup>4</sup>Tradução para o português: Representação do Conteúdo.

assim, escassez de estudos sobre o assunto.

## Considerações Finais

Ao rememorarmos nossos objetivos, este estudo buscou conhecer o modelo MTSK, desde suas origens até as aplicações nas pesquisas brasileiras, obtendo, dessa maneira, um conhecimento mais amplo dos pesquisadores que utilizaram este aporte em suas teses e dissertações, atentando-se aos anos iniciais. Nesse contexto, identificamos a existência de diversas publicações com a temática proposta aos anos finais do EF, ao Ensino Médio e Superior, porém poucas voltadas à etapa em estudo. A partir disso, esperamos que esse estudo tenha valorizado as publicações existentes na BDTD e que, num futuro próximo, todos os estudos voltados ao tema sejam publicados nessa plataforma, já que esta universaliza as publicações brasileiras.

Para Conti *et al.* (2019), os cursos de Pedagogia, em geral, raramente abarcam disciplinas que fornecem informações aos professores para ensinar *Probabilidade e Estatística* e, desse modo, não oferecem preparação suficiente para abordar esses conteúdos. Conforme as análises, tendo em vista a defasagem de estudos por essa perspectiva ao assunto, propomos que sejam realizadas teses e/ou dissertações voltadas a esse eixo, objetivando fornecer aprimoramentos desse ao PEM.

Para finalizar, almejamos que esta pesquisa instigue os educadores sobre a contínua busca de autoformação. Espelhando-nos em Passos *et al.* (2006), podemos perceber a importância de refletirmos constantemente sobre as ações da rotina escolar, problematizando, compreendendo e transformando-as sempre que necessário, pois é por meio disto que estaremos evoluindo essas no dia a dia. Por último, esperamos colaborar diretamente à formação de professores, auxiliando também em novas ideias para pesquisas.

## Referências

ALENCAR, E. S.; DÍAZ-LEVICOY, D.; SOARES, M. R. Um, dois, três: o conhecimento de professores dos anos iniciais do ensino fundamental sobre o sistema de numeração decimal. *Zezetiké*, v. 29, 2021, p.1-16. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/24691/1/Alencar2021Um.pdf>. Acesso em: 17 set. 2023.

BALL, D. L.; BASS, H. With and eye on the mathematical horizon: knowing mathematics for teaching to learners mathematical futures. *In*: Paper prepared based on keynote address at the 43rd jahrestagung für didaktik der Mathematik, 2009, Oldenburg, Germany. **Proceedings** [...]. Oldenburg, Germany: [s.n.], 2009.

BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content Knowledge for teaching: What

makes its special? **Journal os Teacher Education**, [s.l.], p. 389-407, 2008.

BERNARDO, R. D.; POLICASTRO, M. S.; ALMEIDA, A. R.; RIBEIRO, M.; MELO, J. M.; AIUB, M. Conhecimento matemático especializado de professores da educação infantil e anos iniciais: conexões em medidas. **Cadernos Cenpec**. São Paulo – SP, v. 8, n. 1, p. 98-124, jan./jul. 2018. Disponível em: <https://cadernos.cenpec.org.br/cadernos/index.php/cadernos/article/view/391>. Acesso em: 12 set. 2023.

BIBLIOTECA Digital Brasileira de Teses e Dissertações: **BDTD**. Brasília: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.

BORCHARDT, T. T. **A Sociedade Educativa e a Subjetivação de Professores que Ensinam Matemática nos Anos Iniciais da Educação Básica**. Dissertação (2015), 76 p.

CABANHA, D. S. C. **Conhecimento Especializado de um Formador de Professores de Matemática em Início de Carreira: o ensino a distância de derivada**. Tese (Doutorado em Educação Matemática), 2018, 201 p.

CARRILLO-YAÑEZ, J.; CLIMENT, L. C.; CONTRERAS, M. C.; MUÑOZ-CATALÁN, M. C. Determining Specialised Knowledge For Mathematics Teaching. **Congress of the European Society for Research in Mathematics Education**, 2013, Antalya, Turkey: Middle East Technical University, Ankara. p. 2985-2994. 2013. Disponível em: [http://cerme8.metu.edu/wgpapers/WG17/Wg17\\_Climent.pdf](http://cerme8.metu.edu/wgpapers/WG17/Wg17_Climent.pdf). Acesso em: 25 set. 2023.

CARRILLO-YAÑEZ, J.; CLIMENT, N.; MONTES, M.; CONTRERAS, L. C.; FLORES-MEDRANO, E.; ESCUDERO-ÁVILA, D.; VASCO, D.; ROJAS, N.; FLORES, P.; AGUILAR-GONZÁLEZ, Á.; RIBEIRO, M.; MUÑOZ-CATALÁN, M. C. The Mathematics Teacher's Specialised Knowledge (MTSK) Model. **Research in Mathematics Education**. Londres – UK, v. 20, n. 3, p. 1-18, jul. 2018.

CARRILLO, J.; CONTRERAS, L. C.; CLIMENT, N. **Un marco teórico para el Conocimiento Especializado del profesor de Matemáticas**. Huelva, Espanha: [s.n.], 2014.

CARRILLO-YAÑEZ, J.; FLORES, P.; CONTRERAS, L. C. Um modelo de conocimiento especializado del profesor de matemáticas. In: ROMERO, L. R.; SANTIAGO, M. C. C.; GUTIÉRREZ, J. F.; MOLINA, M.; ALEX, I. S (org.). **Investigación em Didáctica de la Matemática**. Homenaje a Encarnación Castro. Granada: Editorial Comares: Segovia, p. 193-200, 2013.

CLIMENT, N.; ESCUDERO-ÁVILA, D.; ROJAS, N.; CARRILLO-YAÑEZ, J.; MUÑOZ-CATALÁN, M. C.; SOZA, L. El conocimiento del profesor para la enseñanza de la matemática. In: AGUILAR, A.; CARMONA, E.; CARRILLO-YAÑEZ, J.; CONTRERAS, L. C.; CLIMENT, N.; ESCUDERO-ÁVILA, D.; FLORES-MEDRANO, E.; FLORES, P.; HUITRADO, J. L.; MONTES, M.; MUÑOZ-CATALÁN, M. C.; ROJAS, N.; SOSA, L.; VASCO, D.; ZAKARYAN, D. **Un marco teórico para el Conocimiento Especializado del profesor de Matemáticas**. Huelva, Espanha: [s.n.], 2014.

CONCEIÇÃO, S. C. **Conhecimento Especializado de futuros professores da Educação Infantil e Anos Iniciais sobre Paralelismo quando a base é a visualização**. Dissertação (Mestrado em Educação), 2019, 141 p.

CONTI, K. C. *et al.* Um cenário da Educação Estatística em cursos de Pedagogia. **REVEMAT**, v. 14, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/205448/001103622.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1 set. 2023.

COUTO, S.; ALMEIDA, M. V. R.; RIBEIRO, M. Conhecimento Especializado de Professores da Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Discutindo uma Tarefa com Foco nos Retângulos. **Anais do VI Seminário de Histórias e Investigações de/em Aulas de Matemáticas**. UNICAMP – SP, jul. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/323749877\\_Conhecimento\\_Especializado\\_de\\_Professores\\_da\\_Educacao\\_Infantil\\_e\\_Anos\\_Iniciais\\_do\\_Ensino\\_Fundamental\\_discutindo\\_uma\\_tarefa\\_com\\_foco\\_nos\\_retangulos](https://www.researchgate.net/publication/323749877_Conhecimento_Especializado_de_Professores_da_Educacao_Infantil_e_Anos_Iniciais_do_Ensino_Fundamental_discutindo_uma_tarefa_com_foco_nos_retangulos). Acesso em: 06 set. 2023.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. Atlas, 2000.

DIAS, C. Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. **Informação e sociedade**, v. 10, n. 2, p. 1-12, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/330/252>. Acesso em: 25 set. 2023.

FLORES-MEDRANO, E.; ESCUDERO-ÁVILA, D.; MONTES, M.; AGUILAR, A.; CARRILLO-YAÑEZ, J. Nuestra Modelación del Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas, el MTSK. *In*: CARRILLO-YAÑEZ, J.; CLIMENT, N.; CONTRERAS, L. C.; MONTES, M. A.; ESCUDERO-ÁVILA, D.; MEDRANO, E. F. **Un Marco teórico para el Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas**. Huelva, Espanha: Universidad de Huelva, 2014, p. 57-72.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 4ª ed., 2002.

LIMA, R. C. R. **Conhecimento especializado do professor dos anos iniciais no âmbito da multiplicação: uma metassíntese de teses produzidas entre 2001 e 2012 em diferentes contextos formativos**. Tese (Doutorado em Educação), 2018, 202 p.

MASOLA, W. J.; VIEIRA, G.; ALLEVATO, N. Ingressantes na Educação superior e suas Dificuldades em Matemática: uma Análise das Pesquisas Publicadas nos Anais dos X e XI ENEMs. **Anais do XII Encontro Nacional de Educação Matemática**. SBEM – SP, jul. 2016. Disponível em: [http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/4840\\_2593\\_ID.pdf](http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/4840_2593_ID.pdf). Acesso em: 09 set. 2023.

MEIRELES, D. M. **Conhecimento especializado de futuros professores da educação infantil e anos iniciais no âmbito da planificação de figuras geométricas espaciais**. Dissertação (Mestrado em Educação), 2021, 96 p.

MONTES, M. A.; CONTRERAS, L. C.; CARRILLO-YAÑEZ, J. Conhecimento do Professor de Matemática: Abordagens para o MKT e do MTSK. *In*: ALCARAZ, A. B.; PEREDA, G. G.; CASTRO, A. E.; Rodríguez, N. C. (org.). **Investigación en Educación Matemática**. Bilbao: SEIEM, v. 7, p. 403-410, 2013.

MORIEL JUNIOR, J. G.; WIELEWSKI, G. D. Base de Conhecimento de Professores de Matemática: do Genérico ao Especializado. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 18, n. 2, p. 126-133, 2017. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgskroton.com.br/article/view/4579>. Acesso em: 21 set. 2023.

MUÑOZ-CATALÁN, M. C.; CONTRERAS, L. C.; CARRILLO, J.; ROJAS, N.; MONTES, M. A.; CLIMENT, N. Conocimiento especializado del profesor de

matemáticas (MTSK): un modelo analítico para el estudio del conocimiento del profesor de matemáticas. **La Gaceta de la RSME**, [s.l.], v. 18, n. 3, p. 1801-1817, 2015.

PAVANELLO, R. M. A Pesquisa na Formação de Professores de Matemática para a Escola Básica. **Educação Matemática em Revista**, v. 10, n. 15, p. 8-13, 2003. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/27058/>. Acesso em: 02 set. 2023.

PASSOS, C. B. *et al.* Desenvolvimento profissional do professor que ensina Matemática: Uma meta-análise de estudos brasileiros. **Quadrante - Revista de Investigação em Educação Matemática**, v. 15, n. 1 e 2, p. 193-219, 2006. Disponível em: [http://www.apm.pt/files/\\_09\\_lq\\_47fe12e32858f.pdf](http://www.apm.pt/files/_09_lq_47fe12e32858f.pdf). Acesso em: 25 set. 2023.

POLICASTRO, M. S.; ALMEIDA, A. R.; RIBEIRO, M. Conhecimento Especializado revelado por Professores da Educação Infantil dos Anos Iniciais no tema de Medida de Comprimento e sua Estimativa. **Espaço Plural**, vol. 18, n. 36, jan./jun., p. 123-154, 2017.

POLICASTRO, M. S. **Conhecimento especializado do professor nos tópicos de divisão e do tema de medidas: abordagem para uma teorização de conexões matemáticas**. Tese (Doutorado em Educação), 2021, 288 p.

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: Foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, Harvard, p. 1-22, 1987. Disponível em: <https://people.ucsc.edu/~ktellez/shulman.pdf>. Acesso em: 21 set. 2023.

SHULMAN, L. S. Those who understand. Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, [s.l.], v. 15, n. 2, p. 4-14, fev. 1986.

SILVA, A. A. **Investigando como e quais conhecimentos os docentes devem mobilizar em suas práticas de forma a oportunizar o desenvolvimento do pensamento algébrico no Ensino Fundamental: anos iniciais**. Tese (Doutorado em Educação Matemática), 2022, 381 p.

RIBEIRO, J. P. **Conhecimento especializado de Geometria do professor do Ensino Fundamental I**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática), 2019, 156 p.

RIBEIRO, M.; MAMORE, J. E.; ALENCAR, E.S. Lente teórica: mathematics teacher's specialised knowledge – MTSK. In: ALENCAR, E. S. (Ed.), **Literatura infantil para o ensino de Matemática como recurso para a formação de professores**. Belém: Editora Twee, p. 49-64, 2019.

SANTANA, R. R. F. **Um estudo sobre as relações entre o desenvolvimento do pensamento algébrico, as crenças de autoeficácia, as atitudes e o conhecimento especializado de professores *pre-service* e *in-service***. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência), 2019, 321 p.