

O Conhecimento Especializado dos Professores(as): do Generalizado à Matemática e à Biologia

The Teachers' Specialized Knowledge: from Generalized to Mathematics and Biology

Cleonice Terezinha Fernandes^a; Cláudia Inês Dahmer^a

^aUniversidade de Cuiabá, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino. MT, Brasil.

*E-mail: cleo_terezinha@hotmail.com

Resumo

Para ensinar o professor deve considerar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, selecionar conteúdos e conceitos apropriados, fazer uso de vocabulário científico para tentar aproximá-los da linguagem científica, perceber as necessidades formativas e efetuar as intervenções pedagógicas necessárias, bem como proporcionar o desenvolvimento de habilidades que possibilitem a aprendizagem dos estudantes, entre outros. Este estudo de caráter analítico-interpretativo tem por objetivo discutir as inferências e caminhos das pesquisas sobre o *knowledge base*, como é chamado na literatura especializada, o conhecimento básico dos professores/as oportunizado na formação inicial dos mesmos; insere-se como aporte teórico à pesquisa ainda em andamento sobre práticas docentes em escolas de Educação em Tempo Integral na perspectiva do conhecimento especializado para ensinar Biologia. A análise das produções se desenvolveu a partir de dois aspectos: primeiro se buscou examinar como os saberes e conhecimentos dos docentes são definidos pelos autores em uma perspectiva conceitual e segundo foram identificadas evidências da convicção teórica e prática para a formação de professores. Os saberes elencados pelos autores assentam constantes pontos de convergência e de refinamento dos modelos teóricos estudados e evidenciam a necessidade de um repertório de conhecimentos para o ensino, bem como dos saberes profissionais dos professores, como estes os mobilizam e como os usam em diferentes contextos da atividade laboral.

Palavras-chave: Ensino. Saberes Docentes. Modelos Teóricos. Formação de Professores.

Abstract

To teach, the teacher must consider the students' cognitive development, select appropriate contents and concepts, make use of scientific vocabulary to try to bring them closer to the scientific language, understand the students' training needs, carry out the necessary pedagogical interventions, as well as provide the development skills that enable students to learn, among others. This analytical-interpretative study aims to discuss the inferences and paths of research on the knowledge base, as it is called in the specialized literature, the basic teachers' knowledge provided in their initial training; and it is inserted as a theoretical contribution to the field research still in progress on teaching practices in schools of Full-Time Education in the perspective of specialized knowledge to teach biology. The productions analysis was developed based on two aspects: first it was sought to examine how the teaching knowledge is defined by the authors in a conceptual perspective and second, it was identified evidence of the theoretical and practical conviction for the teachers' training. The knowledge listed by the authors is based on constant points of convergence and refinement of the theoretical models studied and highlight the need for a repertoire of knowledge for teaching, as well as the teachers' professional knowledge, how they mobilize them and how they use them in different contexts of work activity.

Keywords: Teaching. Teaching Knowledge. Theoretical Models. Teacher Training.

1 Introdução

Para ensinar, o professor deve levar em consideração o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, *deve selecionar* conteúdos e conceitos apropriados, saber fazer uso de vocabulário científico para tentar aproximar o estudante da linguagem científica, perceber as necessidades formativas dos alunos, efetuar as intervenções necessárias, bem como proporcionar o desenvolvimento de habilidades que possibilitem a aprendizagem dos estudantes, entre outros.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo discutir as inferências e caminhos das pesquisas sobre o *knowledge base*, como é chamado na literatura especializada, o conhecimento básico dos professores/as oportunizado na formação inicial dos mesmos; identificando quais conhecimentos especializados esses precisam adquirir para

atuar em seus espaços de docência, uma vez que “o ensino das disciplinas científicas tem sido, historicamente, relacionado a elevados índices de insucesso escolar” (SILVA, 2020); cujas possíveis causas seriam a qualidade dos professores que ensinam sem uma formação docente específica e especializada ou a limitação do conhecimento profissional em termos de conteúdo e de métodos pedagógicos.

Para Pimenta (2012, p. 18-19): “dada a natureza do trabalho docente, que é ensinar como contribuição ao processo de humanização dos alunos”, cabe às licenciaturas desenvolver nos estudantes conhecimentos e habilidades, atitudes e valores que lhes permitem irem construindo seus saberes-fazeres docentes a partir das necessidades e desafios que o ensino como prática social lhes coloca no cotidiano.

Diante dessas questões, que não são recentes, países

como Estados Unidos e Canadá iniciaram um movimento de reformas na formação inicial de professores da Educação Básica, já na década de 1980. O objetivo do movimento era a reivindicação de um status profissional para os profissionais da Educação e tinha como premissa a existência de uma base de conhecimento¹ para o ensino. Diferentes pesquisadores participaram da pesquisa, a fim de sistematizar saberes, sendo que convalidaram um corpus de saberes mobilizado pelo professor com a finalidade de melhorar a formação de professores (ALMEIDA; BIAJONE, 2007).

Portanto, uma das contribuições do movimento pela profissionalização do ensino foi o reconhecimento de saberes específicos inerentes à docência. As pesquisas no Brasil foram influenciadas pelos estudos internacionais, mais fortemente na década de 1990, essa influência é evidenciada quando o professor volta a ocupar o centro das pesquisas, ou seja, destaque nos estudos acadêmicos, e outro fator importante do desenvolvimento do debate pedagógico no país foi a ampliação de cursos de Pós-graduação em Educação, fazendo com que inúmeros pesquisadores passassem a investigar e analisar os processos educativos nas escolas. Nesse contexto se destacam, entre outros, Gauthier (2006), Tardif (2014) e Pimenta (2012), que reconhecem a existência de saberes específicos que dão identidade à profissão docente; saberes que são desenvolvidos no decorrer do processo de formação e durante todo o período de atividade profissional.

Cabe ressaltar, embora Shulman (1987), Ball; Thames e Phelps (2008) e Carrillo et al. (2014) não tenham exatamente a mesma abordagem, todos têm contribuído para o fortalecimento do campo educacional, mesmo que em suas pesquisas não utilizem o termo saberes, mas os compreendem e categorizam como uma base de conhecimentos - *knowleged base*² e *Mathematical Knowledge for Teaching*³-MKT e *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge*⁴-MTSK (CARRILLO et al., 2014), respectivamente.

Dessa forma, neste estudo se busca percorrer o caminho sobre o conhecimento, em especial, o conhecimento especializado do professor, a fim de chegar ao seu objetivo final na construção de uma investigação correspondente ao mestrado em andamento, cujo objetivo: identificar os conhecimentos a ensinar - conteúdo biológico em si - e para ensinar - conteúdo didático da área - dos professores que contribuem com Alfabetização Científica - na temática específica de fisiologia vegetal de plantas superiores, nas escolas de Educação em Tempo Integral em Cuiabá/MT. O estudo se apoia no modelo MTSK – Conhecimento especializado do professor de Matemática, em inglês *Mathematics Teacher Specialized Knowledge*, transposto para

a área da Biologia - BTSK.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

O presente estudo tem uma abordagem qualitativa, caracterizado como analítico-interpretativo. A análise dos dados ocorreu por meio de leituras sucessivas das produções com a ocorrência de comparações sistemáticas entre as informações expressas, de modo a estabelecer semelhanças e diferenças entre as categorias e características principais de cada autor.

2.2 Resultados

2.2.1 Sinopse histórica dos estudos em conhecimento especializado – do generalizado para a Matemática e a Biologia

Dado o número significativo de produções sobre o *knowleged base* a contar de diferentes concepções, observa-se uma diversidade conceitual e metodológica das pesquisas realizadas. Neste artigo serão apresentadas concepções e tipologias dos seguintes autores: Gauthier (2006), Tardif (2014), Pimenta (2012), Shulman (1987), Ball et al. (2008) e Carrillo et al. (2014), que farão parte do referencial teórico da pesquisa de mestrado em andamento, já mencionada, cujo título é: *As práticas docentes em diálogo com a Alfabetização Científica em escolas de Educação em Tempo Integral na ótica do BTSK – Biology Teacher Specialized Knowledge*⁵.

Nesse sentido, Gauthier et al. (2006) concebem o ensino como a mobilização de vários saberes, que forma uma espécie de “reservatório”, o qual o professor utiliza para dar respostas às exigências nas diferentes situações de ensino. Em seu ensaio, Gauthier et al. (2006) apresentam uma classificação para os saberes docentes, que se constituem em: disciplinar, curricular, das Ciências da Educação, da tradição pedagógica e experienciais. Contudo, o autor encerra essa classificação um elemento importante que consiste em um saber intrínseco aos profissionais da educação, que é o saber da ação pedagógica, que está atrelado aos demais saberes. Tais saberes seriam mobilizados em diferentes ações da docência, pois decorrem dos diversos conhecimentos aprendidos pelo docente durante sua vida e não apenas nos anos de formação à docência. Assim, para o autor, o objetivo principal de sua pesquisa é argumentar que a profissionalização da docência está relacionada diretamente à legitimação e institucionalização dos saberes profissionais dos docentes.

Por sua vez, Tardif (2014), em seu livro *Saberes Docentes e Formação Profissional*, reitera que a prática docente é

1 Segundo Shulman (2004), base de conhecimento traduzida do inglês *knowledge em que base* significa um corpo de compreensões, conhecimentos, habilidades e disposições que um professor necessita para atuar efetivamente em uma dada situação de ensino.

2 Sigla em inglês definida para o modelo por seu autor: *knowleged base*.

3 Sigla em inglês definida para o modelo por seus autores: *Mathematical Knowledge for Teaching*.

4 Sigla em inglês definida para o modelo por seus autores: *Mathematics Teacher's Specialised Knowledge*.

5 Sigla em inglês para Conhecimento especializado do professor de Biologia.

formada por diferentes saberes, definidos como um “saber plural”, sendo aqueles “provenientes de diversos espaços, como as instituições de formação, da formação profissional, do currículo e da prática cotidiana” (TARDIF, 2014, p. 54). Para o autor, as “múltiplas articulações entre a prática docente e os saberes fazem dos professores um grupo social e profissional, que, para existir, precisa dominar, integrar e mobilizar tais saberes enquanto condições para a sua prática” (TARDIF, 2014, p. 39).

Tardif (2014), ao caracterizar os saberes docentes, afirma que esses estão relacionados às condições do trabalho na escola, à personalidade e à experiência profissional dos professores e os situa por meio de seis fios condutores, a saber:

i) saber e trabalho, estabelece a relação do professor com o trabalho na escola e na sala de aula; que se caracteriza nas relações mediadas pelo trabalho e que fornece princípios para enfrentar e solucionar situações cotidianas; ii) o segundo fio condutor identifica a diversidade ou pluralismo do saber que se conjuga como o saber plural dos professores, “compósito, heterogêneo”, por se desenvolver no próprio meio de trabalho; conhecimentos e um saber-fazer diversificado, também de natureza diversa; iii) o terceiro fio condutor indica a temporalidade do saber, compreendido como um processo temporal, uma vez que esse é adquirido no contexto de uma história de vida e de uma carreira profissional; iv) experiência de trabalho evidencia os saberes oriundos da experiência do trabalho cotidiano, que pode suscitar algumas questões, por exemplo: como os professores amalgamam esses saberes? Será que alguns saberes são privilegiados? Que princípios regem hierarquizações de saberes? Porém, essas e outras questões que fazem parte da experiência do docente são e dão o alicerce da prática e da competência profissional; v) saberes humanos denotam trabalho interativo, espaço em que o trabalhador se relaciona com o seu objeto de trabalho condicionado à interação humana que marcam o saber dos atores que atuam juntos, como os professores com seus alunos em uma sala de aula; vi) o sexto e último, saberes e formação profissional, decorre dos anteriores e se caracteriza pela “necessidade de repensar a formação para o magistério, levando em consideração os saberes dos professores e as realidades específicas de seu trabalho cotidiano (TARDIF, 2014).

Sob a mesma ótica anterior, os saberes profissionais dos docentes são relacionais, temporais, plurais, heterogêneos e subjetivos e, principalmente, compõem o fazer educativo escolar.

Pimenta (2012) considera que o eixo central, em suas pesquisas, é a construção de saberes vinculados à aplicação prática, ou seja, a base do ensino nos cursos de formação visa estruturação de conhecimentos para que os futuros professores consigam (re)significar a sua práxis pedagógica, a partir do contato efetivo com a prática educacional. A autora identifica três categorias de saberes: a experiência, o conhecimento e o saber pedagógico.

No saber da experiência, ao iniciar seu processo formativo, o acadêmico carrega saberes sobre o ofício da profissão construído na experiência enquanto aluno. Nos vários anos de vivência escolar, os futuros docentes são capazes de identificar quais eram os professores que de fato detinham conhecimento dos conteúdos, das disciplinas, que se destacavam na didática, quais contribuíram mais intensamente para a sua formação e até àqueles que lhe servem ou serviram de inspiração na carreira profissional (PIMENTA, 2012).

O conhecimento diz respeito ao conhecimento específico de uma determinada disciplina ou área, porém a autora ressalta que os futuros professores devem se apropriar dos conhecimentos científicos, culturais e tecnológicos visando desenvolvimento integral humano. Os saberes pedagógicos são aqueles inerentes à pedagogia, enquanto Ciência da Educação, são as teorias, concepções de educação, de escola, de ensino. Para Pimenta (2012, p.7) a produção de saberes docentes não se limita apenas ao processo de formação do professor e sim da prática docente, que origina a produção de saberes...[...] “tenho utilizado a produção de pesquisas em didática a serviço da reflexão dos alunos e da constituição de suas identidades como professores”.

Não obstante, dada a influência de seu programa de pesquisa knowledge base, Shulman (1987) tem sido referência para as reformas no campo educacional em nível mundial. O programa knowledge base foi proposto e efetivado a partir da crítica aos programas de formação docente, que consistiam, basicamente, em agrupar habilidades, conhecimentos, disciplinares e pedagógicos, necessários à realização das ações docentes em um determinado contexto de ensino.

Para Shulman (1987), era necessário centrar a atenção na base do conhecimento, uma vez que faltavam estudos que permitissem esclarecer o caráter desse conhecimento, assim, ele e seus colaboradores se dedicaram a desenvolver um marco teórico que explicasse e descrevesse os conhecimentos que estão na base da docência (ALMEIDA; BIAJONE, 2007) e definiram três categorias teóricas de conhecimento presentes no desenvolvimento cognitivo do professor: conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular.

Em 1987, houve uma reorganização, redefinindo o knowledge base para sete categorias. Já em 1990, Pamela Grossman, da equipe de investigação de Shulman, reorganizou-as em quatro categorias, a saber: i) conhecimento pedagógico geral, que reúne o conhecimento dos alunos e de sua aprendizagem, bem como as habilidades relacionadas à gestão da sala de aula e ao conhecimento do currículo; ii) conhecimento do conteúdo específico, constituído por aquele que é objeto de ensino e, portanto, tem influência direta nas decisões curriculares; iii) conhecimento do contexto, abrange a compreensão de onde o docente irá atuar, o que implica conhecer os alunos, individualmente e coletivamente, compreender a organização administrativa e pedagógica da escola, as particularidades sociais e culturais da comunidade

na qual a escola está inserida e perceber seus alunos em relação às suas necessidades formativas; e iv) o conhecimento pedagógico do conteúdo, conhecido pela sigla PCK⁶, tido como conhecimento nuclear, uma vez que interage com todos os demais.

O PCK tem se destacado, pois identifica as partes distintas do conhecimento para o ensino, as maneiras de formular e apresentar o conteúdo de modo compreensível aos alunos, incluindo o uso de analogias, de ilustrações, de exemplos, de explanações e de demonstrações. Além disso, o PCK também diz respeito à compreensão, por parte do docente, daquilo que facilita ou dificulta o aprendizado de um conteúdo em específico, além das concepções errôneas dos alunos e suas implicações para a aprendizagem. PCK se refere a alguma coisa que é de domínio exclusivo dos professores, dessa forma, Schulman (1987) considera ser essa a categoria que mais provavelmente diferencia o entendimento de um especialista daquele de um professor (ALMEIDA et al., 2019).

A partir dos trabalhos e das concepções teóricas de Shulman (1987), as pesquisas que tentam responder diferentes questões, no que tange ao universo dos conhecimentos docentes, vêm se multiplicando, uma das quais tem recebido maior atenção se refere ao *Mathematical Knowledge for Teaching*⁷ – MKT de (BALL; THAMES; PHELPS, 2008).

Em suma, uma das particularidades do MKT está relacionada ao aspecto em conceituar a especificidade do conhecimento do professor; que pertence tanto ao conhecimento matemático como ao conhecimento didático. Esse conhecimento, vinculado ao MKT, por ordem não é considerado um conteúdo a se aprender por si só, mas poderá levar a uma postura crítica e reflexiva do professor e contribuir para o seu desenvolvimento profissional de forma equilibrada e matematicamente correta, e contribuir na melhoria das práticas e aprendizagens dos alunos (RIBEIRO, 2017).

Para Ball; Thames; Phelps (2008) é essencial que a formação se centre em que é, efetivamente, mais necessária, ou seja, em aspectos nos quais a investigação diz que alunos e professores revelam maiores dificuldades (RIBEIRO, 2017).

O modelo MKT, conhecimento do professor, desenvolvido por Ball e colaboradores (2008) levou em consideração cada um dos domínios do conhecimento definidos por Shulman (1986) e os relacionou em três subdomínios, alocando-os ao domínio *Subject Matter Knowledge*⁸ (Conhecimento do assunto) e três subdomínios alocados ao domínio *Pedagogical*

*Content Knowledge*⁹ (Conhecimento Pedagógico do Conteúdo). O MKT permite explorar a ideia de que existe um conhecimento específico matemático para a atuação do professor na disciplina Matemática, além de considerar especificidades próprias do conhecimento didático na Matemática (RIBEIRO, 2017).

O domínio *Subject Matter Knowledge* ficou subdividido em: *Common Content Knowledge*¹⁰ (CCK) - Conhecimento de conteúdo comum; o *Specialised Content Knowledge*¹¹ (SCK) – Conhecimento de conteúdo especializado (SCK) e o *Horizon Content Knowledge*¹² (HCK). O CCK encerra o conhecimento matemático que expressa a capacidade do professor com o saber fazer. Complementarmente a esse conhecimento sobre saber fazer, o professor deve conhecer as definições conceituais, resolver problemas, determinar o resultado de uma conta ou saber ainda quando a conta não está correta, o professor cumprirá um conhecimento matemático único, associado às suas funções de ensinar presentes no SCK (RIBEIRO, 2017).

Já o HCK caracteriza um conhecimento Matemático, que não é utilizado diretamente no processo de ensino no nível educativo, em que o professor leciona, mas envolve um conhecimento mais avançado sobre a disciplina (BALL; THAMES; PHELPS, 2008). Para diferentes autores, o HCK não se restringe apenas a conhecer tópicos de Matemática avançada, mas sua contribuição maior consiste em auxiliar o professor no processo de ensino e de aprendizagem (RIBEIRO, 2017).

No domínio *Pedagogical Content Knowledge*¹³ se encontram: o *Knowledge of Content and Teaching*¹⁴ (KCT) - Conhecimento de Conteúdo e Ensino, o *Knowledge of Content and Students*¹⁵ (KCS) - Conhecimento do Conteúdo e alunos e *Knowledge of Content and Curriculum*¹⁶ (KCC) - Conhecimento de Conteúdo e Currículo. Assim sendo, o professor, para além do conhecimento matemático particular relativo aos vários conteúdos do currículo KCC, que precisa ensinar, deverá trabalhá-los de forma que sejam acessíveis e compreensíveis aos alunos (KCT), compreendendo e antecipando possíveis dificuldades e facilidades em cada um desses temas (KCS).

O KCT se caracteriza pelo conhecimento diverso, exemplos e recursos (como fontes históricas originais e problemas históricos) que podem ser utilizados para explorar diferentes temas, potencialidades e limitações de determinada

6 Sigla em Inglês definida pelos autores PCK.

7 Sigla em inglês definida para o modelo por seus autores: *Mathematical Knowledge for Teaching*

8 Sigla em inglês definida por seus autores: *Subject Matter Knowledge*.

9 Sigla em inglês definida por seus autores: *Pedagogical Content Knowledge*

10 Sigla em inglês definida por seus autores: *Common Content Knowledge*.

11 Sigla em inglês definida por seus autores: *Specialised Content Knowledge*.

12 Sigla em inglês definida por seus autores: *Horizon Content Knowledge*.

13 Sigla em inglês definida por seus autores: *Pedagogical Content Knowledge*.

14 Sigla em inglês definida por seus autores: *Knowledge of Content and Teaching*.

15 Sigla em inglês definida por seus autores: *Knowledge of Content and Students*.

16 Sigla em inglês definida por seus autores: *Knowledge of Content and Curriculum*.

seqüência didática, relacionado ao conhecimento do modo de como os alunos aprendem, a fim de potencializar as suas aprendizagens (RIBEIRO, 2017).

O MKT pode possibilitar aos professores se tornarem conhecedores e conscientes do seu fazer pedagógico, para a aprendizagem dos estudantes (RIBEIRO, 2017).

Ainda na discussão sobre conhecimento especializado, um grupo de pesquisadores SIDM17, coordenado pela Universidade de Huelva na Espanha, precisamente por Carrillo et al. (2013), desenvolveram um modelo de conhecimento profissional, denominado de Mathematics Teacher’s Specialised Knowledge18 - MTSK - Conhecimento Especializado do Professor de Matemática. Para se chegar ao MTSK, o grupo de pesquisadores levou em consideração o estudo de Schulman (1986, 1987), mas o principal referencial utilizado foi o MKT – Mathematical Knowledge for Teaching de Ball, Thames e Phelps (2008).

O modelo MKT foi utilizado, porque apresenta características que mantêm a especificidade do conhecimento em relação à Matemática, apresenta possibilidades para ser usado como ferramenta de análise sobre o conhecimento do professor e apresenta grandes possibilidades para orientar a formação de professores e, por último, vai além da pesquisa de Schulman (CLIMENT et al; 2014).

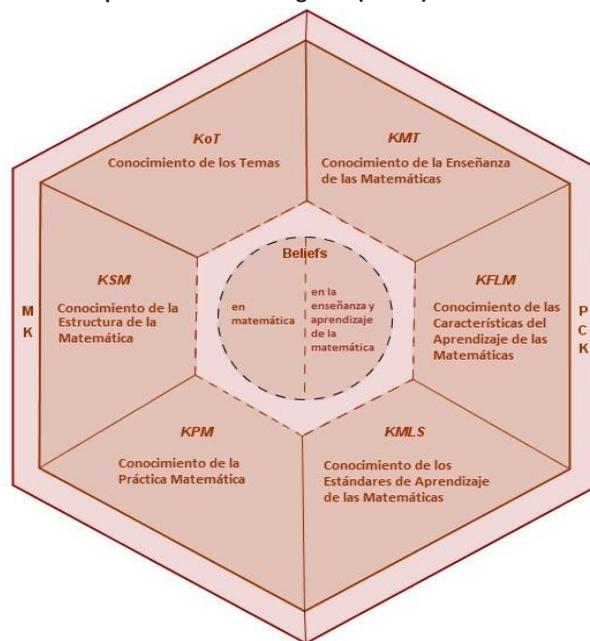
Na construção do MTSK, o grupo de pesquisadores também considerou como base os critérios definidos por Shoenfeld (2000, p.646), que consistem em: “poder descritivo, poder explicativo, escopo, poder preditivo, rigor, especificidade, falibilidade, replicabilidade e triangulação” e, além disso, o modelo pode ser considerado funcional, quando esse está articulado às situações particulares, bem como nos espaços em que seu uso é interessante, embora todo modelo seja limitado, assim, como seu campo de aplicação seja igualmente limitado, mas o valor de um modelo é relativo ao uso que se faz dele (CLIMENT et al, 2014).

Para Carrillo et al. (2013), o MTSK surge como resposta às dificuldades detectadas no MKT e toma como base as potencialidades deste e de outros modelos, que caracterizam o conhecimento do professor de Matemática. Na mesma linha, para Moriel Júnior e Wielewski (2017), o Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, MTSK, é um modelo teórico que descreve o conjunto de conhecimentos necessários ao professor para ensinar Matemática e se destaca entre os modelos em uso na comunidade científica, por apresentar foco específico no conhecimento especializado do professor e sanar lacunas conceituais de modelos anteriores

(ESCUDEIRO; FLORES; CARRILLO, 2012; CARRILLO et al., 2014; MORIEL JUNIOR, 2014).

A arquitetura do modelo MTSK apresenta dois domínios, o Conhecimento Matemático, MK19, e o Conhecimento Didático do Conteúdo, PCK20. Esses são divididos em três subdomínios cada (Figura 1). Na parte central do modelo se encontram as crenças que professores possuem sobre a Matemática e sobre o ensino e aprendizagem da Matemática, que dão sentido às ações dos professores.

Figura 1 - Domínios e subdomínios do modelo Mathematics Teacher’s Specialized Knowledge21- (MTSK)



Fonte: Carrillo e Contreras (2017).

Segue apresentação dos subdomínios do MTSK, e categorias analíticas conforme a Figura 1, com adaptação e tradução de Vasco; Moriel Junior e Contreras (2017, p.6).

Domínio Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK)

i) Conhecimento do Ensino de Matemática (KMT22)

Inclui teorias (formais e pessoais), estratégias e atividades de ensino, como as tendências em educação de Matemática, explicações instrucionais, os diversos modos e recursos para apresentar um conteúdo.

Categorias do KMT: (i) Teorias de ensino; (ii) Recursos e materiais didáticos; (iii) Estratégias, técnicas, tarefas e exemplos (VASCO; MORIEL JUNIOR; CONTRERAS, 2017, p. 6).

ii) Subdomínio Conhecimento das Características da

17 Intitulado Seminário de Investigación en Didáctica de la Matemática – SIDM.

18 Sigla definida pelos seus autores para o modelo: *Mathematics Teacher’s Specialised Knowledge*.

19 Sigla definida pelos autores: MK.

20 Sigla definida pelos autores: PCK.

21 Sigla em inglês definida pelos autores do modelo: *Mathematics Teacher’s Specialised Knowledge*.

22 Sigla em inglês para: *Knowledge of Mathematics Teaching*.

23 Sigla em inglês para: *Knowledge of Features of Learning Mathematics*.

Aprendizagem de Matemática (KFLM23).

Explora a questão relacionada sobre a aprendizagem dos alunos, ou seja, como os alunos aprendem os conteúdos matemáticos, sua forma de interagir com os conteúdos (como estratégias comuns de resolução de problemas), as características do processo de compreensão, erros comuns, dificuldades e a linguagem comumente usada por esses ao lidar com o conteúdo. Também estão incluídas teorias (formais e pessoais) sobre o desenvolvimento cognitivo dos alunos em relação à Matemática. Categorias do KFLM: (i) Teorias de aprendizagem; (ii) Fortalezas e dificuldades; (iii) Forma de interação com o conteúdo matemático; (iv) Interesses e expectativas (VASCO; MORIEL JUNIOR; CONTRERAS, 2017, p. 6).

iii) Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Matemática (KMLS24)

Está relacionado às questões relativas do currículo, tais como: normas, formas de avaliação para progressão do aluno e objetivos de desempenho de organismos externos. São, também, fontes possíveis destes conhecimentos os resultados de pesquisas na área de educação Matemática e opiniões de professores experientes sobre o sucesso no ensino.

Categorias do KMLS: (i) Expectativas de aprendizagem; (ii) Nível de desenvolvimento conceitual e procedimental esperado; (iii) Sequenciamento com temas anteriores e posteriores (VASCO; MORIEL JUNIOR; CONTRERAS, 2017, p.6).

Domínio Conhecimento Matemático (MK)

iv) Subdomínio Conhecimento da Prática da Matemática (KPM25)

Abrangem maneiras de produzir Matemática, elementos que estruturam uma demonstração e estratégias para argumentar, generalizar e explorar matematicamente.

Categorias do KPM: (i) Hierarquia e planejamento de como proceder para resolução de problemas da Matemática; (ii) Formas de validação e demonstração; (iii) O papel dos símbolos e do uso do idioma formal; (iv) Processos associados à resolução de problemas como forma de produzir na Física; (v) Práticas particulares da produção científica na Física; (vi) Condições necessárias e suficientes para gerar definições (VASCO; MORIEL JUNIOR; CONTRERAS, 2017, p. 6).

v) Conhecimento da Estrutura da Matemática (KSM26)

Refere-se às conexões intraconceituais entre tópicos de diferentes áreas da Matemática, assim como as relações entre tópicos elementares e avançados, prévios e futuros.

Categorias do KSM: (i) Conexões de complexização; (ii) Conexões de simplificação; (iii) Conexões transversais; (iv) Conexões auxiliares (VASCO; MORIEL JUNIOR;

CONTRERAS, 2017, p. 6).

vi) Conhecimento dos Tópicos (KoT27)

Engloba o conhecimento dos tópicos da Matemática isoladamente, dos procedimentos, definições, propriedades, aplicações e fenômenos em que objetos matemáticos têm origem.

Categorias do KoT: (i) Procedimentos: Como fazer?; Quando pode ser feito?; Por que se faz dessa forma?; e Características dos resultados; (ii) Definições, Propriedade e seus Fundamentos; (iii) Registros e Representações; (iv) Fenomenologia e Aplicações (VASCO; MORIEL JUNIOR; CONTRERAS, 2017, p.6).

Na centralidade do modelo MTSK estão inseridas as crenças sobre a Matemática, pertencentes ao domínio MK e ao subdomínio KMLS, que está incluso no domínio PCK; que se articulam com os demais subdomínios do supracitado domínio. As crenças provêm da experiência profissional e pessoal do professor, embora sejam consideradas convicções dos docentes e não um conhecimento fundamentado cientificamente (CARRILLO et al., 2014).

Ao que foi apresentado sobre o modelo MTSK se pode inferir que os autores, que consolidaram o modelo, pretendem que o mesmo sirva como uma ferramenta analítica para melhor compreender os conhecimentos do professor de Matemática e, ao mesmo tempo, poder projetar propostas de formação inicial e contínua consistentes às necessidades observadas (CLIMENT et al., 2014, p.45).

Dada a sua capacidade para caracterizar conhecimentos mobilizados por professores tendo-se por referência a base conceitual do modelo do MTSK acima apresentado e transcrito por Luís (2015) para o BTSK - Biology Teaching Specialised Knowledge²⁸, a presente revisão tem como intuito entender como as práticas docentes dialogam com a Alfabetização Científica - AC na ótica do referido modelo transposto para a Biologia (BTSK), especificamente, no conteúdo fisiologia vegetal de plantas superiores, levando a seguinte problematização: quais os conhecimentos mobilizados pelo professor, que contribuem com AC ao ministrar o tema fisiologia vegetal das plantas superiores?

Para atender ao objetivo foram realizadas observações em aula de três professores de três escolas de Educação Integral em Tempo Integral. O conteúdo das observações de aulas e as filmagens estão sendo transcritos em narrativas, cujo tratamento prevê a categorização das falas dos professores, por meio do modelo BTSK na construção da dissertação do mestrado.

2.3 Convergências e limitações dos modelos de análise do

24 Sigla em inglês para: *Knowledge of Mathematics Learning Standards*.

25 Sigla em inglês para: *Knowledge of Practices in Mathematics*.

26 Sigla em inglês para: *Knowledge of the Structure of Mathematics*.

27 Sigla em inglês para: *Knowledge of Topics*.

28 Sigla em inglês definida pelos autores: *Biology Teaching Specialised Knowledge*.

conhecimento especializado dos professores

Realizadas as apresentações, resumidamente, das diferentes concepções e tipologias acerca dos saberes/ conhecimento docentes, em que se busca estabelecer algumas relações de convergência e limitações entre os autores até então inferidos. Todos os autores se dedicam/dedicaram a investigar a mobilização dos saberes nas ações dos professores nas unidades escolares. Percebem os professores como sujeitos de direito, que dispõem uma história de vida pessoal e profissional e que, portanto, produzem, mobilizam saberes no exercício de sua prática.

Em relação à tipologia, embora tenham apresentado classificações distintas, uma teoria, um modelo não exclui o outro e as características peculiares de cada um se localizam exatamente nos interesses investigados, conforme quadro a seguir:

Quadro 1 - Característica peculiar de cada modelo de conhecimento especializado e seus interesses investigativos

Autores	Modelo de Conhecimento Especializado
Gauthier (2006)	Defende que o trabalho do professor é feito de saberes e, assim, desprende esforços para constituir uma Teoria Geral da Pedagogia
Tardif (2014)	Reconhece a pluralidade e heterogeneidade do saber, e dá ênfase, especialmente, aos saberes da experiência dos docentes
Pimenta (2012)	Sugere a superação da fragmentação dos saberes da docência ao levar em consideração a prática social, essa como ponto de partida e de chegada para a formação dos professores
Shulman (1987)	Se destaca pelo interesse em esclarecer o conhecimento cognitivo das disciplinas ensinadas e das relações entre os conteúdos e o ensino realmente fornecido aos estudantes. Porém esse modelo apresentou limitações por ser uma teoria genérica e não exemplificar uma determinada disciplina, dificultando uma análise e compreensão mais refinada e aprofundada do conhecimento, que é específico e especializado para ensinar determinado conteúdo (MORIEL JUNIOR; WIELEWSKI, 2017)

Ball, <i>et al.</i> (2008)	Refinaram as categorias do modelo proposto por Shulman, com destaque para a descrição do conhecimento mobilizado pelo professor de Matemática em sua prática, ressaltando o conteúdo matemático, ao mesmo tempo que considera aspectos ao processo de ensino, como a aprendizagem dos alunos. As dificuldades são a delimitação dos subdomínios conhecimento especializado de conteúdo (SCK) e conhecimento comum do conteúdo (CCK) (não se distingue onde um termina e inicia o outro) (MORIEL JUNIOR WIELEWSKI, 2017).
Carillo, <i>et al.</i> (2014)	Constroem um modelo relevante, que apresenta a possibilidade de que todo conhecimento nesse contido dever ser especializado, ao invés de apenas determinadas partes com essa característica.

Fonte: Dados da pesquisa.

E desse modo tem tido uma grande repercussão em nível mundial, diversos estudos em maestria e doutorais em andamento e concluídos, como por exemplo, um projeto de pesquisa para obtenção do título de doutora na área de Biologia, que se encontra em desenvolvimento em Portugal (LUÍS; MONTEIRO; CARRILLO, 2015).

No Brasil, o levantamento de estudos demonstra que pesquisas que antecedem a essa, a partir do MTSK, têm sido desenvolvidas por Carrilo et al. desde 2014, Moriel (2014); Fernandes (2019); Moriel, Carrilo e Climent (2019); Moriel Junior (2014); Moriel Junior e Wielewski (2017); Moriel Junior e Alencar (2019); Ribeiro; Muñoz-Catalán e Liñan (2015); Contreras e Climent (2016); todos relativos ao “Conhecimento Especializado de Professores de Matemática” – MTSK e demais pesquisadores na transposição do modelo para outras ciências, como o modelo para a Física “Conhecimento Especializado de Professores de Física”-PTSK29, proposto por Lima (2018), transposição para Química “Conhecimento Especializado de Professores de Química” – CTSK30, organizado por Soares (2018), e para Biologia “Conhecimento Especializado dos Professores de Biologia” – BTKS31 Luís (2015); Monteiro e Carrillo (2015), Marques (2020), entre outros.

3 Conclusão

Analisar o levantamento de produções científicas referentes aos saberes docentes, mesmo que partindo de abordagens conceituais e modelos teóricos diferentes, citando modelos educacionais que têm contribuído com as pesquisas na área da educação, foi muito salutar para este momento da investigação em BTKS. Foram fornecidos elementos capazes de contribuir para a discussão dos resultados da pesquisa

29 Sigla em inglês definida para o modelo por seus autores: *Physical Teacher’s Specialized Knowledge*.

30 Sigla em inglês definida para o modelo por seus autores: *ChemistryTeacher’s Specialized Knowledge*.

31 Sigla em inglês definida par o modelo por seus autores: *Biology Teaching Specialised Knowledge*.

32 O Coronavírus (COVID-19), a doença infecciosa causada por um novo vírus, de uma grande família viral. Causa problemas semelhantes à gripe e sintomas como tosse, febre e, em casos mais graves, dificuldade para respirar.

33 No Brasil, a última prova do PISA- Programa Internacional de Avaliação de estudantes foi em 2015 com 23.141 estudantes, de 841 escolas das 27 unidades federativas do Brasil.

em tela, em andamento, relativa às propostas de ensino de fisiologia vegetal e suas correlações com a emergente e necessária alfabetização científica da população estudantil brasileira.

Em tempos de uma pandemia viral³² que assola o Mundo, em tempos de discussões anti-intelectualismo, é preocupante levar para a sala de aula uma ciência viva e aplicável e que cubra, sobretudo, os objetivos atitudinais do ensino, para além dos pedagógicos e procedimentais constituindo, assim, uma proficiência mínima em Ciências, escora em que o Brasil se encontra entre os dez últimos lugares no ranking do PISA³³ em 2015. Para isto, a formação especializada do professor é fundamental e a consciência da relevância do seu fazer-pedagógico no processo de aprendizagem do aluno e seu modo de ensinar como parte inseparável deste.

O presente estudo permitiu inferir a necessidade das formações que abordam aspectos culturais, científicos, pedagógicos, tendo como referência o MTSK - Conhecimento Especializado de Professores (de Matemática) de Biologia, ainda em construção.

Referências

ALMEIDA, P.C.A.; BIAJONE, J. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. *Educ. Pesq.*, v.33, n.2, p.281-295, 2007.

ALMEIDA, P.C.A. et al. Categorias teóricas de Shulman: revisão integrativa no campo da formação docente. *Cad. Pesq.*, v.49, n.174, 2019. doi: <https://doi.org/10.1590/198053146654>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Corona Vírus – COVID 19. 2020. Brasília: MS, 2020.

CARRILLO, J.; CONTRERAS, L.C. Acta de las III Jornadas del Seminario de Investigación de Didáctica de *la Matemática de la Universidad de Huelva*. Huelva: CGSE, 2017.

CARRILLO, J. et al. El conocimiento del profesor desde una perspectiva basada em su especialización: MTSK. *Ann. Didactique Scie. Cognitives*, v.22, p.185-205, 2017.

CARRILLO, J. et al. Un marco teórico para el Conocimiento especializado del Profesor de Matemáticas. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones, 2014.

CARRILLO, J.; CONTRERAS, L.C.; MUÑOZ-CATALÁN. *Un modelo de conocimiento especializado del profesor de matemáticas*. Granada: Editorial Comares. 2013.

CLIMENT, N. et al. El conocimiento especializado del profesor de Matemáticas. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones, 2014.

FERNANDES, C. T. Conhecimento de professoras da educação infantil sobre a formação do conceito de número na perspectiva do MTSK: conhecimento especializado. Espanha: Universidade de Huelva, 2019.

GAUTHIER, C. Por uma teoria da pedagogia: pesquisas

contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: Unijuí, 2006.

LIMA, S.S. Conhecimento especializado de professores de Física: uma proposta de modelo teórico. Cuiabá: IFMT, 2018.

LUÍS, M. *Conhecimento Especializado de Professores de Biologia*. Espanha: Univesidad de Huelva, 2015.

LUÍS, M.; MONTEIRO, R.; CARRILLO, J. Conhecimento Especializado do Professor para Ensinar Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 16. 2015, Lisboa, Portugal. Anais... Lisboa: APEduC, v. 1, p.1-6, 2015.

MORIEL JUNIOR, J.G.; WIELEWSKI, G.D. Base de Conhecimento de Professores de Matemática: do Genérico ao Especializado *Rev. Ens. Educ. Cienc. Human.*, v.18, n.2, p.126-133, 2017.

MORIEL JUNIOR, J.G.; ALENCAR, A.P. Conhecimentos especializados para ensinar Cálculo: um panorama da produção do COBENGE 2012- 2017. In: DEVELOP, 5., 2019, Curitiba. Anais... Curitiba, 2019. p. 7687-7702.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Brasil no PISA 2015: Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

PIMENTA, S. G. *Saberes pedagógicos e atividade docente*. São Paulo: Cortez, 2012.

RIBEIRO, M. Conhecimento interpretativo para ensinar Matemática e História da (Educação) Matemática: contributos para a formação. *Educ. Linguagem.*, v.20, n.1, p.47-72, 2017. doi: <https://doi.org/10.15603/2176-1043/el.v20n1p47-72>.

RIBEIRO, M.; MUÑOZ-CATALÁN, M.C.; LIÑAN, M.M. *Discutiendo el conocimiento matemático especializado del profesor de infantil como génesis de aprendizajes futuros* In: SIMPÓSIO DE CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2015.

LUÍS, M. Conhecimento especializado de professores de Biologia. Espanha: Universidad de Huelva, 2015.

SILVA, M.M. Conhecimento especializado de professores de Biologia: análise de relatos de prática no Ensino Médio. Cuiabá: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, 2020.

SOARES, S.T.C. Conhecimento especializado de professores de Química: proposta de modelo com detalhamento do conhecimento dos tópicos. Cuiabá: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, 2018.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes, 2014.

VASCO, D.; MORIEL JUNIOR, J.; CONTRERAS, L. C. Subdomínios del mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK): KoT y KSM: definición, categorías y ejemplos. *JORNADAS DE INVESTIGACIÓN EM DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS*, 3., 2017, Huelva, Espanha. Anais... 2017. p.29-37.