

## **A DINAMICIDADE DO MODELO DO CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DE PROFESSORES DE BIOLOGIA**

GT 7: Educação em Ciências

**Trabalho Completo**

Marcela MARQUES 1 (Programa de Pós-graduação em Educação/UFMT)

m.marquesbioedu@gmail.com

Irene Cristina de MELLO 2 (Universidade Federal de Mato Grosso)

irene.mello@ufmt.br

### **Resumo**

Este trabalho descreve a trajetória do modelo conhecido como Conhecimento Especializado de Professores de Biologia (*Biology Teacher's Specialised Knowledge - BTSK*), desde a sua origem em 2015, passando pelo BTSK Transposto, até o modelo atual. De natureza qualitativa e bibliográfica, este estudo demonstra a dinamicidade do modelo BTSK por meio de suas fundamentações, descrições dos elementos que o compõem, aplicações em produções científicas e encaminhamentos metodológicos diversos durante esse percurso. Tais características nos permite dizer que o BTSK é um modelo em um “sistema aberto” em que novas pesquisas poderão contribuir com o arcabouço de conhecimentos apresentados atualmente.

Palavras-chave: Conhecimento Especializado. BTSK. Professores de Biologia.

### **1 Introdução**

Fundamentado no paradigma de Shulman (1986, 1987), onde o professor é detentor de um conhecimento próprio e único para ensinar e que este conhecimento o distingue dos demais profissionais – *Knowledge base*, este trabalho está inserido em um movimento internacional que vem percorrendo uma trajetória de proposições de modelos sobre quais conhecimentos os professores têm ou devem ter para ensinar Biologia.

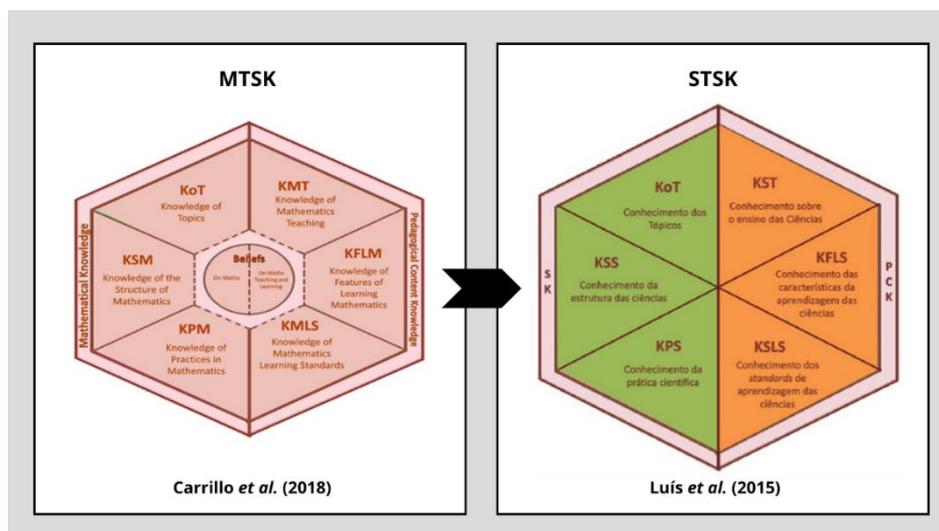
Com distintas tipologias, esses modelos saem desde de uma proposta genérica a uma proposta especializada. Entre tais, podemos citar os modelos de Grossman (1990), de Magnusson *et al.* (1999) e o Park e Oliver (2008). Esses três modelos se diferenciam em alguns aspectos quanto aos tipos de conhecimento, porém, apresentam em comum a aplicabilidade para o ensino de Ciências Naturais. Já o modelo de Gess-Newsome, proposto em 2015, tem um considerável destaque por ter sido difundido em diferentes áreas e com a particularidade de poder ser aplicado e analisado em contextos disciplinares distintos.

Em 2013, foi proposto por Carrillo *et al.* um modelo que integra apenas o conhecimento do professor, excluindo assim, conhecimentos como estratégias, competência e conhecimento do aluno, que estão presentes em outros modelos, mas que também são fundamentados no



paradigma de Shulman. Esse modelo refere-se ao conhecimento especializado inerente à profissão docente e que, nessa ocasião, foi proposto para a Matemática, designado como: Conhecimento Especializado do Professor de Matemáticas – MTSK<sup>1</sup>. O MTSK é um modelo teórico-analítico e restringe-se àqueles conhecimentos que são mobilizados durante o ensino tendo, portanto, um caráter dinâmico. Sua solidez incentivou a expansão para outras áreas, sendo iniciada com um modelo único para Ciências (Física, Química e Biologia) (Figura 1), o Conhecimento Especializado do Professor de Ciências – STSK<sup>2</sup> (Luís *et al.*, 2015).

**Figura 1 – Extensão do modelo da Matemática para o modelo das Ciências**



**Fonte:** Carrillo *et al.* (2018), Luís *et al.* (2015). Autoria própria (2024).

Todavia, no decorrer da investigação, o conhecimento caracterizado sobre Biologia mostrou-se demasiadamente específico para encontrar paralelismo no ensino das outras Ciências (Física e Química), “[...] a epistemologia de uma Ciência difere da epistemologia de outra; não é possível reduzir o conhecimento científico a um esquema epistemológico único.” (Bellini, 2007, p. 4).

Assim sendo, a proposição do modelo por Luís *et al.* em 2015, tomou outro curso direcionando-se à proposta para a Biologia com o modelo do Conhecimento Especializado do Professor de Biologia – BTSK<sup>3</sup> (Luís *et al.*, 2017).

Com um propósito descritivo, detalharemos a trajetória do BTSK até atualidade demonstrando sua dinamicidade durante esse percurso. E que, para tal, caracterizamos esta pesquisa como qualitativa, pois expressa-se o interesse pelo processo descrevendo os resultados com base na percepção de um fenômeno. Sua natureza é bibliográfica devido ao seu

<sup>1</sup> Siglas da designação em inglês: *Mathematics Teacher's Specialised Knowledge*.

<sup>2</sup> Siglas da designação em inglês: *Sciences Teacher's Specialised Knowledge*.

<sup>3</sup> Siglas da designação em inglês: *Biology Teacher's Specialised Knowledge*.

delineamento estar fundamentado em material já elaborado, realizadas no passado sobre um determinado assunto – modelo teórico, com aspectos ligados à temática abordada (Bogdan e Biklen, 2007; Gil, 2008).

## 2 Transposição Direta do MTSK para o BTSK

Após a constatação da inviabilidade da proposta de um modelo único para as Ciências Naturais, discutida durante o SIDM<sup>4</sup> na *Universidad de Huelva*, os autores apresentaram o que seria, naquele momento, a primeira aproximação à extensão do modelo da Matemática para a Biologia e a partir daí, a investigação para a Biologia começou a dar resultados significativos, como dois trabalhos científicos apresentados em eventos em Portugal (Luís *et al.*, 2017a; Luís *et al.*, 2017b) descrevendo o BTKS da seguinte forma:

### **Conhecimento da Biologia (BK)**

Conhecimento dos Temas da Biologia - KoBT: conhecimento das definições, fenômenos, teorias, leis, da Biologia.

Categorias do KoBT: Conhecimento de conceitos e de exemplos associados; Conhecimento de leis, princípios e teorias Conhecimento de fatos e fenômenos biológicos; Conhecimento de procedimentos e técnicas de observação; Conhecimento de modelos relacionados com o conteúdo e Conhecimento sobre as aplicações do conteúdo.

Conhecimento da Estrutura da Biologia - KSB: conhecimento da estrutura da Biologia, das relações entre os diferentes conteúdos.

Conhecimento da Natureza da Ciência - KNoS: conhecimento da natureza, dos princípios e das grandes ideias sobre ciências, de ciência e em ciências.

### **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK)**

Conhecimento do Ensino de Biologia KBT: conhecimento de estratégias de ensino da Biologia: microscopia; trabalho experimental; saídas de campo; e analogias.

Conhecimento das Características da Aprendizagem da Biologia - KFLB: conhecimento da forma como os alunos aprendem Biologia: o trabalho prático como elemento facilitador ou as conexões alternativas como bloqueio às novas aprendizagens.

Conhecimento dos *Standards* de Aprendizagem da Biologia - KBLS: conhecimento dos “padrões” de aprendizagem da Biologia: currículo, complementos ao currículo, estudos das associações de professores.

---

<sup>4</sup> Sigla em espanhol para: *Seminario de Investigación en Didáctica de la Matemática* da *Universidad de Huelva*, Espanha, coordenado pela *Red Iberoamericana MTSK*.

Essa proposta não contém o domínio do Conhecimento das Crenças e apresenta apenas categorias no subdomínio do Conhecimento dos Temas (KoBT). Dessa forma, atualmente essa versão é considerada como uma transposição direta do MTSK em que foram mantidos os nomes dos subdomínios trocando apenas para Biologia.

## 2.1 Aplicação do BTSK Transposto

Enquanto a pesquisadora Luís desenvolvia o modelo empírico do BTSK como objeto de sua tese na Espanha, a partir de 2018 o BTSK Transposto se estendeu a uma pesquisa de mestrado no Brasil sendo aplicado em produções científicas de diversas naturezas durante o percurso acadêmico (Marques e Moriel Junior, 2018; Marques e Moriel Junior, 2019; Marques e Moriel Junior, 2020; Marques *et al.*, 2021a; Marques *et al.*, 2021b; Marques e Moriel Junior, 2021; Marques *et al.*, 2021c).

Para a dissertação, Marques (2020) fundamentou o BTSK Transposto com dados da literatura, no âmbito da Biologia e aplicou um instrumento de análise MTSK (Moriel Junior; Alencar, 2019), adaptado para o BTSK (Figura 2) para análise dos dados oriundos de três PaP-eR (*Professional and Pedagogical experience Repertoire*<sup>5</sup>) sobre ensino de Biologia no Ensino Médio.

**Figura 2 – Instrumento de Análise MTSK adaptado para o BTSK**

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
EVIDÊNCIAS DE CONHECIMENTO			
Manifestação	Conhecimento...	associado a...	que consiste em...
[Trecho do episódio – codificação]	[Subdomínio]	[Categoria]	[Síntese do Conhecimento]
P3.§25.L2-4: "Os sinais de positivo e negativo iriam dizer se aquela relação era harmônica (benéfica) ou desarmônica (não benéfica) para cada um dos envolvidos."	dos Temas da Biologia - KoBT	conceitos e exemplos associados	conceito de relações interespecíficas das espécies: 'relação era harmônica (benéfica) ou desarmônica (não benéfica)'

Fonte: Marques (2020).

Além de caracterizar o conhecimento especializado de professores de Biologia, essa pesquisa de mestrado com o BTSK Transposto contribuiu com os indícios de categoria e abordou o ineditismo das conexões de conhecimentos por meio de uma visão integradora: "Essa visão integradora das conexões dos conhecimentos nos permite compreender como todos os conhecimentos se articularam para fomentar os conhecimentos mais expressivos e fundamentais mobilizados nos relatos das práticas do Ensino Médio" (Marques, 2020, p. 95).

<sup>5</sup> Trata-se de um relato de experiência de ensino que apresenta elementos que manifestam os conhecimentos dos professores relacionados aos aspectos da pedagogia, do conteúdo e do contexto.

### 3 BTSK Atual

Durante o processo doutoral, Luís e Carrillo (2020) publicaram o que seria o BTSK empírico com potencial analítico, sendo finalizado com a tese em 2021 e é considerado como BTSK atual.

O encaminhamento metodológico da tese se deu com a gravação de quatorze aulas de duas professoras sobre reprodução das plantas no Ensino Básico, em Portugal. A metodologia também previu entrevistas com as participantes e a triangulação dos dados aconteceu não só com a literatura no âmbito desta disciplina e das Ciências, mas também com o seu modelo fundamentador, o MTSK. Atualmente o BTSK está descrito da seguinte forma:

#### **Conhecimento da Biologia (BK)**

Conhecimento dos Temas da Biologia - KoBT: Integra o conhecimento aprofundado e integrado sobre o tema reprodução das plantas. Inclui o conhecimento de conceitos, definições e propriedades específicas que caracterizam os elementos biológicos; de leis, princípios e teorias, de fatos e fenômenos biológicos e de modelos ou registros que permitem as diferentes representações. Inclui ainda o conhecimento de procedimentos e técnicas de observação em biologia associados à condução de atividades de caráter prático.

Conhecimento da Estrutura da Biologia – KSB: Integra o conhecimento das relações entre dois conteúdos diferentes, mas ligados por uma ou mais qualidades que têm em comum.

Conhecimento da Natureza da Ciência – KNoS: integra o conhecimento sobre como se produz e valida o conhecimento científico. Inclui por um lado o conhecimento de métodos usados em biologia para investigar e produzir novo conhecimento em biologia, mas também o reconhecimento da própria evolução científica provocada pela melhoria dos instrumentos, mudança da forma de pensar e também pelas mudanças culturais.

#### **Crenças**

Crenças sobre a Biologia: integram as ideias pessoais sobre como acontecem as descobertas científicas e como se valida esse conhecimento ao nível das ciências.

Crenças sobre o ensino e aprendizagem de Biologia: integram as ideias relacionadas com a forma de estar do professor face ao ensino e a aprendizagem, que se refletem nas suas opções pedagógicas.

#### **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo - PCK**

Conhecimento do Ensino da Biologia – KBT: Integra o conhecimento o ensino de um conteúdo da biologia como o conhecimento das estratégias instrucionais, de atividades, dos

diversos recursos e materiais específicos para o ensino da disciplina. Inclui ainda o conhecimento de teorias de aprendizagem da biologia.

Conhecimento das Características de Aprendizagem da Biologia – KFLB: Integra o conhecimento sobre a forma como os alunos aprendem de quais os aspectos que tendem a ser mais fáceis ou mais difíceis de compreender e das concepções prévias dos alunos sobre um tópico da biologia.

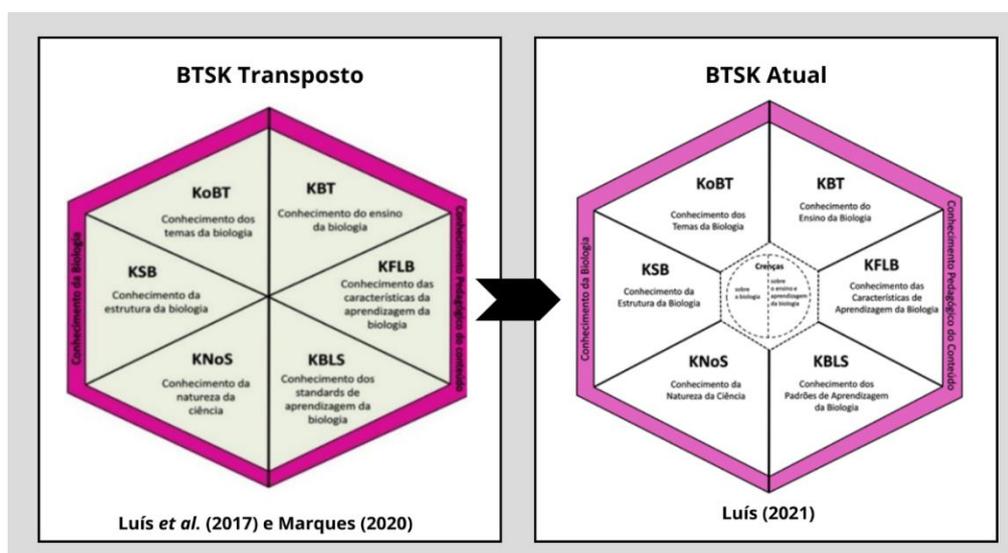
Conhecimento dos Padrões de Aprendizagem da Biologia - KBLS: Integra o conhecimento do professor de Biologia sobre o currículo da sua disciplina e de outros documentos que o complementam. Inclui o conhecimento das expectativas de aprendizagem do conteúdo da Biologia em um nível específico, o conhecimento da sequenciação, com os temas anteriores e posteriores a um determinado momento escolar.

O BTKS atual não apresenta nenhuma alteração nos nomes e ou siglas dos subdomínios, e tem como acréscimo o domínio das Crenças e as categorias dos subdomínios.

## 5 BTKS: do transposto ao atual

Com a pesquisa empírica foi possível, além da caracterização dos conhecimentos relacionados às crenças dos professores localizada no centro da figura hexagonal (Figura 3) configurando que este conhecimento permeia todos os outros, fazer a caracterização dos conhecimentos dos subdomínios em nível de categorias para todo o modelo, o que não tinha sido possível no modelo transposto (Quadro 1).

**Figura 3 – Conhecimento Especializado de Professores de Biologia**



**Fonte:** Luís *et al.* (2017), Marques (2020), Luís (2021). Autoria própria (2024).

Quadro 1 – Categorias do BTSK Atual

	Subdomínios	Categorias
BK	Temas da Biologia	Conceitos e de exemplos associados.
		Sobre leis, princípios e teorias
		Fatos e fenômenos biológicos
		Procedimentos e técnicas de observação
		Modelos associados ao conteúdo
	Estrutura da Biologia	<i>Big Ideas.</i>
Natureza da ciência	Métodos de investigação científica.	
	Estatuto da ciência e do conhecimento científico.	
Crenças	Subdomínios	Categorias
	Sobre a Biologia	Natureza da ciência.
	Sobre o ensino e a aprendizagem da Biologia	Sobre o ensino e aprendizagem.
PCK	Subdomínios	Categorias
	Ensino da Biologia	Estratégias, ciclos e sequências de aprendizagem, técnicas e atividades para o ensino de um conteúdo
		Recursos materiais, de linguagem ou virtuais de ensino associados a um conteúdo
	Características de aprendizagem da Biologia	Fortalezas e dificuldades associadas à aprendizagem de um conteúdo
	Padrões de aprendizagem da Biologia	Expectativas de aprendizagem do conteúdo em um nível específico
Sequenciação com os temas anteriores e posteriores a um determinado momento escolar.		

Fonte: Luís (2021). Autoria própria (2024).

Os subdomínios sobre as Características de Aprendizagem e o da Estrutura da Biologia, têm apenas uma categoria cada, sendo que no modelo atual, o conhecimento sobre Estrutura tem a categoria denominada de *Big Ideas* que são as grandes ideias da ciência, no caso, da Biologia, que integram diferentes temas que inter-relacionam os conteúdos das disciplinas – conceitos estruturantes.

No BTSK Transposto estava presente a categoria do Conhecimento sobre as Aplicações do Conteúdo no subdomínio do Conhecimento dos Temas (KoBT), porém, no BTSK atual não foi mobilizado pelas professoras participantes nenhum conhecimento que se enquadrassem a essa categoria presente no MTSK sendo, dessa forma, excluído dessa proposta de Luís.

Dessa maneira, temos uma trajetória que se iniciou com uma transposição direta de um modelo específico da Matemática apenas trocando o nome dos subdomínios para Biologia, passando para uma proposta fundamentada teoricamente apresentando indícios de conhecimentos para futuras categorias, a um modelo robusto, com categorias definidas, fundamentado empiricamente e com dados triangulados tendo, atualmente, produções

científicas que o consolidam como uma ferramenta teórica-analítica (Marques *et al.*, 2021; Bittencourt *et al.*, 2021; Marques e Mello, 2024).

## 8 Considerações finais

A investigação na linhagem dos conhecimentos especializados de professores possibilita aprofundar a compreensão das características da prática docente e das necessidades formativas específicas e especializadas de professores de Biologia, contribuindo também para a valorização da profissão docente.

Caracterizado como um modelo dinâmico, pois para além da plasticidade de sua trajetória – construção e aplicação, o BTKS é um modelo em um “sistema aberto”, visto que não admite-se ser uma proposta acabada, completa, partindo da premissa que o avanço das pesquisas poderá contribuir com o arcabouço de conhecimentos apresentados atualmente.

## Referências

BELLINI, M. Epistemologia da Biologia: para se pensar a iniciação ao ensino das Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 88, n. 218, 2007.

BITTENCOURT, Alexandre Horácio Couto, MAZER, Roberta Cezar, MARQUES, Marcela.; LUIÍS, Mónica. Conhecimento Especializado de Professores de Biologia em um Contexto de Inclusão Educacional. IN: CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS. Brasil: Cuiabá, 2021.

BOGDAN, Robert Charles, Birten, Sara Knopp. **Qualitative research for education; an introduction for to theory and methods**. Ed.5, Pearson A & B, 2007.

CARRILLO, Jose, CLIMENT, Nuria, CONTRERAS, Luiz Carlos, MUÑOZ-CATALÁN, Maria Cinta. Determining Specialised Knowledge For Mathematics Teaching. IN: VIII CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION (CERME 8) Org. UBUZ, B., HASER, C. *et al.* (Ed.). Antalya, Turkey: Middle East Technical University, Ankara, 2013.

CARRILLO, Jose; CLIMENT, Nuria; MONTES, Miguel; CONTRERAS, Luiz Carlos, FLORES-MEDRANO, Eric; ESCUDERO-ÁVILA, Dinazar, VASCO, Diana, ROJAS, Nielka, FLORES, Pablo, AGUILAR-GONZÁLEZ, Alvaro, RIBEIRO, Miguel.; MUÑOZ-CATALÁN, Maria Cinta. The Mathematics Teacher’s Specialised Knowledge (MTSK) model. **Research in Mathematics Education**, p. 236-253, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>

GESS-NEWSOME, Julie. A Model of Teacher Professional Knowledge and Skill Including PCK: Results of the Thinking from the PCK Summit. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J.

Loughran (Eds.), **Reexamining Pedagogical Content Knowledge in Science Education**, Routledge, p. 28-42, 2015.

Gil, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5º Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GROSSMAN, P. L. **The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education**. New York: Teachers College Press, 1990.

LUÍS, Mónica, MONTEIRO, Rute, CARRILLO, Jose. Conhecimento especializado do professor para ensinar ciências. **Livro de resumos** do XVI encontro nacional do ensino das ciências. A ciência como cultura, Lisboa, p. 690-693, 2015.

LUÍS, Mónica, MONTEIRO, Rute, CARRILLO, Jose. Conhecimento Especializado do Professor Quando Ensina Biologia e Matemática. **LIVRO DE RESUMOS DO XVII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XVII ENEC, I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, I SIEC -EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS EM MÚLTIPLOS CONTEXTOS**. Viana do Castelo, Portugal. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2017.

LUÍS, Mónica, MONTEIRO, Rute. Conhecimento de matemática e biologia mobilizado numa atividade prática sobre germinação de sementes. **LIVRO DE RESUMOS DO ENCONTRO REGIONAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA (ALGARMA)**. Portimão, Portugal. Escola Secundária Poeta António Aleixo, 2017.

LUÍS, Mónica; CARRILLO, Jose. O modelo do conhecimento especializado do professor de Biologia (BTSK). **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, p. 19-36, 2020.

LUÍS, Mónica Alexandra Correa. **Conhecimento Especializado do Professor quando Ensina Tópicos de Biologia**. Tese (Doutorado em Pesquisa em Ensino e Aprendizagem de Ciências Experimentais, Sociais e Matemáticas)234 p. 2021. Universidade de Huelva, Espanha, 2021.

MAGNUSSON, Shirley; KRAJICK, Joseph., Borko, Hilda. **Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching**. In: Gess-Newsome, J., Lederman, N. G. (Orgs.). Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 95-132, 1999.

MARQUES, Marcela; MORIEL JUNIOR, Jeferson Gomes. Conhecimento Especializado de Professores de Biologia para Ensinar Reprodução Humana. IN: SEMIEDU 2018 - 30 ANOS DO PPGE: DIÁLOGOS ENTRE POLÍTICAS PÚBLICAS, FORMAÇÃO DE PROFESSORES E EDUCAÇÃO BÁSICA, Cuiabá, 2018.

MARQUES, M.; MORIEL JUNIOR, J. G. Conhecimento Especializado de Professores de Biologia: uma Análise de Pap-eR sobre Embriologia Humana. IN: CONGRESSO IBEROAMERICANO SOBRE CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS. Huelva: CGSE, 2019.

MARQUES, Marcela; MORIEL JUNIOR, Jeferson Gomes. Conhecimentos Especializados de Professor de Biologia Mobilizados em uma Aula Prática sobre Interações Ecológicas. **Revista Reamec**, v. 8, p. 253-271, 2020.

MARQUES, Marcela. **Conhecimento Especializado de Professores de Biologia: análise de relatos de prática no Ensino Médio**. 2020. 110f. (Dissertação de mestrado). Mato Grosso: Cuiabá: Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Estado de Mato Grosso, 2020.

MARQUES, M.; SOARES, S. T.; MOREIRA, J. S. S.; MORIEL JUNIOR, J. G. Conexões de conhecimentos especializados de professores de Biologia sobre temas do Ensino Médio. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e269101220424-12, 2021a.

MARQUES, M.; SOARES, S. T. C.; MORIEL JUNIOR, J. G. Conhecimentos Especializados Mobilizados em uma Aula Prática de Biologia sobre Citologia Vegetal. **Revista Reamec**, v. 9, p. 1-26, 2021.

MARQUES, M.; SOARES, S. T. C.; MORIEL JUNIOR, J. G. Conhecimentos Especializados Mobilizados em uma Aula Prática de Biologia sobre Sistema Respiratório. **Revista Multidisciplinar**, v. 3, n. 1, p. 81-100, 2021.

MARQUES, M.; MORIEL JUNIOR, J. G. . **Conhecimento Especializado de Professores de Biologia: Proposta de Modelo Teórico**. O Ensino e suas Interfaces: um Itinerário de Pesquisas. 3ed.Londrina: Editora Científica, v. 3, p. 133-148. 2021

MARQUES, M.; LUÍS, Mónica; BITTENCOURT, Alexandre Horácio Couto, MORIEL JUNIOR, J. G. Conhecimento do Ensino no Tema Sistema Respiratório. IN: CONGRESSO IBEROAMERICANO SOBRE CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS. Brasil: Cuiabá, 2021.

MARQUES, Marcela; MELLO, Irene Cristina. Aproximações Teóricas entre o Socioconstrutivismo Vygotskiano e o Conhecimento Especializado na Área de Educação em Ciências e Matemática. **Revista Reamec**, v. 12, e24033, jan./dez., 2024, p. 1-17, 2024.

MORIEL JUNIOR, J. G., ALENCAR, A. P. Conhecimento especializado para ensinar Cálculo: um panorama da produção do COBENGE 2012-2017. **Brazilian Journal of Development**, v.5, n. 7, p. 7687-7702, 2019.

PARK, Soonhye., OLIVER, Steve. Evisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. **Research in Science Education**, New York, vol. 38, p. 261-284, 2008.

SHULMAN, Lee. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, California, vol. 15, n° 4, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, Lee. S. Knowledge and teaching: foundations of a new reform. **Harvard Educational Review**, Harvard, vol. 57, n° 1, p. 1-22, 1987.