
Recebido: 29-01-2021 | Aprovado: 5-04-2021 | DOI: <https://doi.org/10.23882/DI2152>

Conhecimentos Especializados mobilizados em uma aula prática de Biologia sobre sistema respiratório

Specialized knowledge mobilized in a practical biology class on respiratory system

Marcela Marques, IFMT, Mato Grosso, Brasil (m.marquesbio@gmail.com)

Susel Taís Coelho Soares, IFMT, Mato Grosso, Brasil (susel.soares@blv.ifmt.edu.br)

Jeferson Gomes Moriel Junior, IFMT, Mato Grosso, Brasil (jeferson.moriel@cba.ifmt.edu.br)

Resumo: Nos anos 1980 houve uma intensificação nas pesquisas sobre base de conhecimento docente, com a configuração de tipologias muito utilizadas até hoje. Algumas delas tem sido a base para a criação de modelos teóricos específicos e especializados para diferentes disciplinas escolares, com pioneirismo na Matemática. O objetivo desta pesquisa é utilizar o recente modelo teórico de Conhecimento Especializado de Professores de Biologia, o *Biology Teachers' Specialized Knowledge* – BTSK, como ferramenta de análise de aula prática de biologia sobre sistema respiratório. Realizamos uma investigação qualitativa, interpretativa, cuja fonte de dados foi um relato de prática de ensino do referido tema de Biologia por meio de *Professional and Pedagogical Experience Repertoire* – PaP-eR e utilizamos o instrumento de análise de conhecimentos especializados (iMTSK) adaptado à Biologia. Como resultados, além das caracterizações dos conhecimentos mobilizados foram identificadas conexões entre os subdomínios identificando o caráter especializado e determinando a legitimidade do BTKS como ferramenta para compreensão e melhoria da formação de professores.

Palavras-Chave: biologia, BTKS, conexões, conhecimento especializado de professor, sistema respiratório

Abstract: In the 1980s there was an intensification of research on the teaching knowledge base, with a configuration of typologies widely used today. Some of them have been the basis for the creation of specific and specialized theoretical models for different school subjects, pioneering in Mathematics. The objective of this research is to use the recent theoretical model of Biological Teachers' Specialized Knowledge, the *Biology Teachers' Specialized Knowledge* - BTKS, as a tool for the analysis of practical biology classes on the respiratory system. We carried out a qualitative, interpretative investigation, whose data source was a report of teaching practice on the said Biology theme through the *Repertoire of Professional and Pedagogical Experience* - PaP-eR and we used the instrument of analysis of specialized knowledge (iMTSK) adapted to Biology. As a result, in addition to the characterizations of the mobilized knowledge, they were identified among the subdomains, identifying the specialized character and determining the legitimacy of BTKS as a tool for understanding and improving teacher training.

Keywords: biology, BTKS, connections, respiratory system, teachers' specialized knowledge

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1980, Shulman (1986, 1987) propõe um modelo de base de conhecimento docente incluindo o conceito de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, *Pedagogical Content Knowledge* – PCK. Tal modelo tornou-se mundialmente reconhecido e amplamente utilizado em pesquisas sobre conhecimento profissional e na formação de professores de diversas áreas. Este constructo também tem fundamentado a construção de outras tipologias mais específicas para determinadas áreas, com predomínio de produções na disciplina de Matemática (Goes, 2014).

As referidas produções na Educação Matemática têm tido implicações em outras áreas das ciências, como Física, Química e nosso caso, a Biologia. Como é o caso do modelo teórico de Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, o *Mathematics Teachers' Specialized Knowledge* (MTSK), que é fundamentado em estudos antecedentes (Ball, Thames & Phelps, 2008; Shulman, 1986) e foi elaborado pelo Prof. Dr. José Carrillo Yañez e seus colaboradores, membros da *Red Iberoamericana MTSK* (Carrillo et al., 2014; Carrillo et al., 2018). Os impactos do MTSK na Matemática, despertaram o interesse de desenvolvimento de modelos especializados em outras disciplinas. O primeiro foi para a Biologia (Luís et al., 2015; Marques, 2020), numa parceria Espanha – Portugal e a partir de 2018, em parceria com o Brasil, por intermédio do *TSK Group – Teachers' Specialized Knowledge Research Group*, coordenado pelo Prof. Dr. Jeferson Gomes Moriel Junior. No mesmo grupo, foram realizadas o desenvolvimento de modelos para a Física (Lima, 2018), a Química (Soares, 2019; Soares et al., 2020) e tem trabalhado na área da língua portuguesa (Moreira et al., 2019).

Por serem modelos novos, faz-se necessário estudos de exploração de seu uso, potencial e limites. Deste modo, o objetivo deste trabalho é utilizar o modelo teórico Conhecimento Especializado de Professores de Biologia, *Biology Teachers' Specialized Knowledge* – BTSK, como ferramenta de análise de aula prática de biologia sobre sistema respiratório. Espera-se não somente avançar na descrição de conhecimentos especializados mobilizados e como também desvelar as possíveis conexões entre os subdomínios do BTSK. Discutimos aqui parte dos resultados de uma investigação mais ampla realizada em nível de mestrado (Marques, 2020) pela primeira autora, sob orientação do terceiro autor.

2 CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

O *Biology Teachers' Specialized Knowledge* - BTSK é um modelo teórico que descreve o que pode (ou deve) ter um professor para ensinar e fazer aprender Biologia. Ele possui dois domínios e seis subdomínios, conforme descrito na Figura 1.

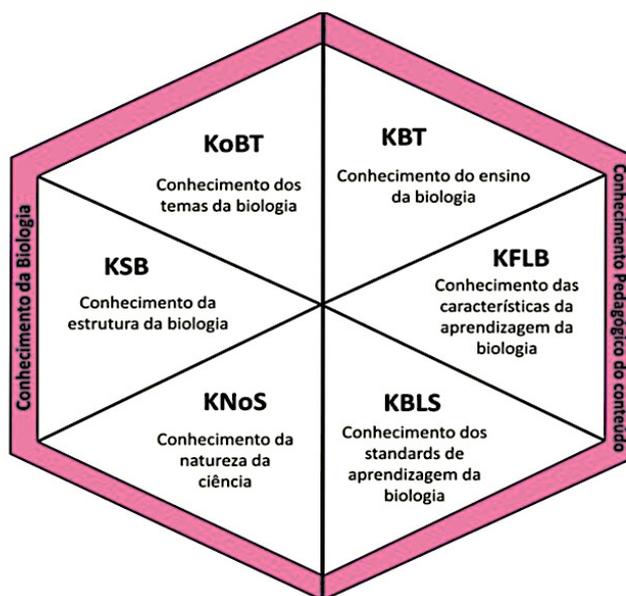


Figura 1 – Modelo de Conhecimento Especializado de Professores de Biologia (BTSK).

Fonte: Luís et al. (2015).

O domínio do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (Luís et al., 2015; Marques, 2020) possui os seguintes subdomínios: (i) Conhecimento do Ensino de Biologia (KBT) incluindo estratégias, abordagens metodológicas e teorias sobre ensino da Biologia; (ii) Conhecimento das Características da Aprendizagem da Biologia (KFLB) incluindo formas e teorias como os alunos aprendem Biologia; (iii) Conhecimento dos Standards de Aprendizagem da Biologia (KBLs) incluindo parâmetros nacionais de aprendizagem da Biologia, como o currículo, sequenciação de conteúdos escolares, dentre outros. O domínio do Conhecimento da Biologia (Luís et al., 2015; Marques, 2020) possui os seguintes subdomínios: (i) Conhecimento dos Temas da Biologia (KoBT) incluindo definições, fenômenos, teorias, leis, da Biologia; (ii) Conhecimento da Estrutura da Biologia (KSB) incluindo a estrutura da Biologia e relações entre os diferentes tópicos; (iii) Conhecimento da Natureza da Ciência (KNoS) incluindo conhecimento da natureza, dos princípios e das grandes ideias sobre ciências.

Dentre os subdomínios e seus possíveis elementos de conhecimento, os avanços da literatura indicam que apenas o subdomínio Conhecimentos dos Temas da Biologia (KoBT) já teve uma categorização formalmente elaborada (Luís et al., 2015), quais sejam:

- *Conceitos e de Exemplos Associados* que se referem ao conhecimento das definições ou propriedades específicas, que caracterizam os elementos ou conceitos biológicos e dos exemplos que ajudam a defini-lo;
- *Leis, Princípios e Teorias* que são os conhecimentos das leis, princípios e teorias associados ao tema;

- *Fatos e Fenômenos Biológicos* que traz o conhecimento sobre os fatos como verdades dogmáticas e dos fenômenos biológicos enquanto processos e sequências de acontecimentos biológicos;
- *Procedimentos e Técnicas de Observação* que é o conhecimento sobre os meios e técnicas apropriadas para realizar determinada observação, bem como sobre como e quando fazer;
- *Modelos Relacionados com o Conteúdo* que retrata sobre o conhecimento sobre estruturas ou registros que permitem diferentes representações de um determinado conteúdo;
- *Aplicações do Conteúdo* que é sobre a ampla variedade de contextos e aplicações ligada ao conteúdo e que permitem ao professor conhecer os diferentes significados que se podem atribuir ao conteúdo.

Os resultados desse trabalho e os avanços previstos dessa pesquisa, poderão contribuir com indicadores para descrição de demais categorias para os outros subdomínios do modelo.

3 METODOLOGIA

O tipo de pesquisa é qualitativo (Bogdan; Biklen, 1982), de caráter analítico-descritivo sobre um caso de prática de ensino não tradicional tendo como fonte de dados uma produção escrita em forma de relato de aula prática definido por Loughran et al. (2001) como *Professional and Pedagogical Experience Repertoire* – PaP-eR (sigla sugerida na publicação original), a saber: ser um relato de prática de ensino de Biologia, estar inseridos em um cenário propício para o ensino, abordar o aspecto prático experimental do ensino de Biologia e permitir a reconstrução do episódio de ensino.

Para a análise de dados, realizamos a análise de conteúdo (Krippendorff, 1990), com comparações sistemáticas entre os elementos de informação obtidos nos episódios que são compostos por uma sequência de ações, seguida da descrição de domínios, subdomínios, categorias e indicadores do marco teórico *Biology Teachers' Specialized Knowledge* – BTSK. Os elementos foram classificados em *evidências* de conhecimentos especializados (trechos que por si só comprovam qual ou quais conhecimentos foram mobilizados pelo professor) ou *indícios* (trechos que não são suficientes por si só para garantir a existência de um conhecimento, dando oportunidades para o pesquisador seguir investigando para convertê-lo ou não em evidência de conhecimento) (Moriel Junior & Carrillo, 2014; Flores-Mendrano, 2015).

Para caracterizar e descrever os conhecimentos especializados de Biologia segundo o BTKS, adaptamos o *instrumento de análise MTSK* (Moriel Junior & Alencar, 2019). Os conhecimentos identificados foram codificados com uma sequência

alfanumérica indicando o símbolo “§” e o número de identificação do Parágrafo, e a letra “L” seguida da numeração separada por traço para identificar a Linha, sendo que a numeração das linhas é sequencial, iniciando-se a cada parágrafo. Neste trabalho, analisamos um único PaP-eR identificado como P2 no banco de dados da primeira autora e a codificação aqui presente seguirá o seguinte exemplo: P2.§5.L3-7.

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
	Evidência	Conhecimento...	associado a... que consiste em...
[Trecho do episódio - linha ou página, artigo, ano]	[subdomínio]	[categoria]	[Síntese do conhecimento]
<i>Exemplo: “eu utilizo a resolução de problemas para ensinar derivada” (Artigo, Ano, página)</i>	<i>do ensino de matemática (KMT)</i>	<i>estratégias de ensino</i>	<i>uma abordagem de resolução de problemas para ensinar derivadas</i>

Figura 2 – Instrumento de análise MTSK (iMTSK).

Fonte: Moriel Junior & Alencar (2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Publicado em 2016 na Revista de Pesquisa Interdisciplinar (RPI), Qualis B1 (ISSN 2526- 3560), o PaP-eR: Relato de Experiência: Trabalhando Projetos de Ensino em Estágio Supervisionado relata as aulas práticas do Projeto de Ensino intitulado “Sistema Respiratório: anatomia, fisiologia e a influência do meio ambiente externo” possuiu como público-alvo, alunos do ensino médio e foi baseado em dois livros didáticos e, devido à flexibilidade do planejamento, o projeto sofreu alterações durante a sua execução, de forma que os conteúdos e atividades fossem reorganizadas, possibilitando trabalhar, utilizando infográficos, atividade experimental e simulação. A interação entre os alunos foi perceptível e vinculada ao uso de metodologias diferenciadas (Santos, 2016).

Listamos a seguir, uma síntese das etapas programas sobre o projeto de ensino “Sistema Respiratório: anatomia, fisiologia e a influência do meio ambiente externo”, sendo elas:

1. Iniciou-se com aula expositiva teórica abordando os temas: “Sistema Respiratório Humano”.
2. Atividade experimental intitulada por “Avaliando a Qualidade do Ar” em que foram colocados dois materiais confeccionados pelos alunos na escola. (Figura 3, A Materiais utilizados no experimento “Avaliando a qualidade do ar” - I. Papel filtro; II. Sacola isolante; III. Barbante/fio; IV. Tesoura; B Alunos preparando material do experimento; C Materiais e preparação do modelo para a oficina “Ventilação pulmonar” - I. Garrafa pet; II. Massa de modelar; III. Ligas de elástico; IV. Balões de festa; V. Tesoura; VI. Fita adesiva. D Material finalizado. E demonstração e teste de funcionalidade).



Figura 3 - Materiais utilizados no experimento.

Fonte: Santos (2016).

3. A segunda e terceira aula expositiva foi sobre “Sistema Respiratório no Reino Animalia”.
4. Na abordagem do tema “A Saúde Humana e o Desenvolvimento Industrial”, foi utilizado o material confeccionado na atividade experimental (Figura 4 F).

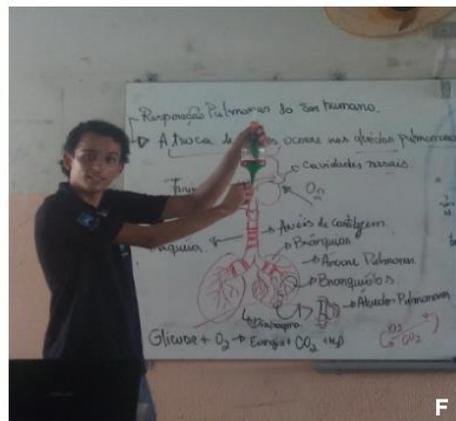


Figura 4 - Aula expositiva com utilização do material confeccionado.

Fonte: Santos (2016).

Os conhecimentos especializados de professores de Biologia identificados nesse PaP-eR sobre Sistema Respiratório estão distribuídos nos subdomínios do modelo BTK de forma assimétrica, identificada na distribuição de evidências e indícios de conhecimen-

tos (Figura 5). Identificamos 38 evidências de conhecimentos (Quadro 1) e cinco indícios (Quadro 2), totalizando 43 conhecimentos. Houve predomínio do domínio didático do conteúdo (29 conhecimentos) em relação ao domínio da Biologia (14). Destacamos que houve a prevalência do Conhecimento do Ensino da Biologia (KBT) sobre o de temas da Biologia (KoBT), reforçando a premissa de que conhecer o conteúdo não é suficiente para um docente realizar aulas práticas de Biologia.

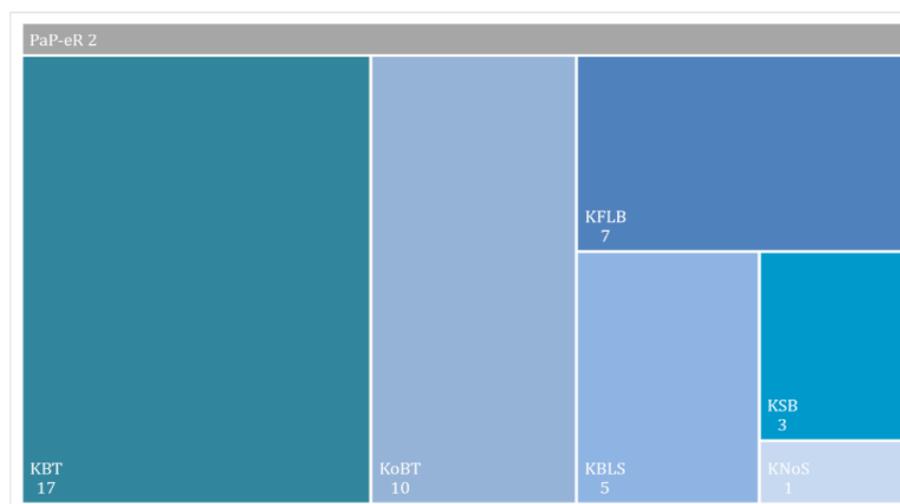


Figura 5 - Conhecimentos Especializados no PaP-eR 2 por Subdomínio do BTK.

Fonte: Marques (2020).

A seguir, apresentamos os Quadros com a identificação e descrição das evidências e indícios de conhecimentos identificados por meio do instrumento de análise.

Quadro 1 - Caracterização das Evidências de Conhecimentos Especializados/PaP-eR 2.

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
	Manifestação	Conhecimento...	associado a... que consiste em...
P2.§1.L1-2: "O Estágio Supervisionado é uma das disciplinas mais importantes para os cursos de graduação, principalmente nas licenciaturas."	dos <i>Standards</i> de Aprendizagem da Biologia - KBLs	parâmetros curriculares	uma norma dos cursos de licenciatura.
P2.§1.L4-5: "Deve fazer parte do Projeto Pedagógico dos Cursos (PPC) de licenciaturas, contando com 400 horas de prática como componente curricular supervisionado (PIMENTA & LIMA, 2012)."	dos <i>Standards</i> de Aprendizagem da Biologia - KBLs	parâmetros curriculares	uma norma referente a hora/aula dos cursos de licenciatura presente no Projeto Pedagógico dos Cursos.

Quadro 1 - Caracterização das Evidências de Conhecimentos Especializados/PaP-eR 2 (continuação).

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
	Manifestação	Conhecimento...	associado a... que consiste em...
P2.§4.L4-6: "Um dos grandes problemas no Ensino da Biologia, acentuados a esse modelo de ensino, é a forma como os conteúdos são trabalhados, uma vez que demandam memorização."	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	fragilidade do ensino devido à forma como os conteúdos de Biologia são trabalhados.
	das Características da Aprendizagem da Biologia - KFLB	forma como os alunos aprendem	uma característica de aprendizagem por meio da memorização.
P2.§8.L4-6: "O planejamento foi pensado para ser realizado em cinco aulas e as estratégias de intervenção foram elaboradas a partir dos conteúdos inclusos no livro didático adotado pela escola."	dos <i>Standards</i> de Aprendizagem da Biologia - KBLS	parâmetros curriculares	planejamento e desenvolvimento conceitual ou processual esperado em cada etapa escolar sequenciado no livro didático adotado pela escola.
P2.§9.L1-4: "Buscou-se trabalhar com Projeto de Ensino (PE) uma vez compreendida a sua importância como ferramenta para incentivar o repensar e o refazer do ensino na disciplina Biologia, sendo assim norteado por concepções relacionadas à educação, ao conhecimento, à aprendizagem, ao ensino e ao currículo (GODEFROID, 2010)."	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	uma característica do PE de incentivar o repensar e o refazer do ensino na disciplina Biologia.
	dos <i>Standards</i> de Aprendizagem da Biologia - KBLS	parâmetros curriculares	características dos parâmetros curriculares evidenciando as concepções: educacional, do conhecimento, da aprendizagem, do ensino e do currículo.
P2.§9.L4-6: "Adotou-se três atividades em sua elaboração: (I) experimento para avaliar a qualidade do ar; (II) aula prática sobre o sistema respiratório; (III) oficina sobre a ventilação pulmonar."	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	um planejamento das atividades durante a abordagem do conteúdo: 'adotou-se três atividades em sua elaboração'.
	da Natureza da Ciência - KNoS	métodos de investigação científica	uma experimentação científica: '(I) experimento para avaliar a qualidade do ar'.
	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	recursos didáticos de ensino: '(II) aula prática sobre o sistema respiratório; (III) oficina sobre a ventilação pulmonar.'

Quadro 1 - Caracterização das Evidências de Conhecimentos Especializados/PaP-eR 2 (continuação).

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
	Manifestação	Conhecimento...	associado a... que consiste em...
<p>P2.§10.L3-6: "Tendo como principal objetivo explorar a complexidade anatômica e fisiológica do sistema respiratório humano, bem como diferenciá-lo dos demais sistemas análogos existentes em outros grupos de animais a partir de aulas expositivas e dialogadas com o auxílio das atividades anteriormente citadas."</p>	dos Temas da Biologia - KoBT	conceitos e exemplos associados	propriedades específicas que caracterizam a anatomia e fisiologia do sistema respiratório humano
	dos Temas da Biologia - KoBT	aplicações do conteúdo	variedade da aplicação do conteúdo: 'diferenciá-lo dos demais sistemas análogos existentes em outros grupos de animais'.
	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	característica da estratégia de ensino: aulas expositivas e dialogadas com o auxílio de atividades.
<p>P2.§11.L1-3: Os conteúdos seguiram uma ordem sistematizada, distribuindo-se em 05 aulas que abordavam os seguintes temas: (1) a saúde humana e o desenvolvimento industrial; (2) O sistema respiratório no Reino Animalia e (3) O Sistema Respiratório.</p>	dos <i>Standards</i> de Aprendizagem da Biologia - KBLS	parâmetros curriculares	um planejamento e desenvolvimento da aula programado em cada etapa escolar seguindo uma sequência de conteúdo.
	dos Temas da Biologia - KoBT	conceitos e exemplos associados	definição dos temas: 'abordavam os seguintes temas: (1) a saúde humana e o desenvolvimento industrial; (2) O sistema respiratório no Reino Animalia e (3) O Sistema Respiratório.'
<p>P2.§13.L1-3: "Embora o capítulo do Livro Didático (LD) adotado pela escola abordasse apenas a Anatomia e Fisiologia do Sistema Respiratório da espécie humana, viu-se a necessidade de se trabalhar com este sistema de forma comparada, por isto a utilização de 2 LD para o projeto."</p>	do Ensino da Biologia - KBT	recurso para ensinar	um recurso didático (2 livros) ao trabalhar o conteúdo de forma comparada.
	dos Temas da Biologia - KoBT	conceitos e exemplos associados	propriedades do conteúdo: Anatomia e Fisiologia Comparada
	dos Temas da Biologia - KoBT	aplicações do conteúdo	uma ampla variedade de contexto da fisiologia e anatomia de outros seres vivos além da espécie humana

Quadro 1 - Caracterização das Evidências de Conhecimentos Especializados/PaP-eR 2 (continuação).

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
	Manifestação	Conhecimento...	associado a... que consiste em...
<p>P2.§13.L3-5: "Para tornar o assunto mais didático e contribuir para o entendimento dos alunos foram preparados recursos audiovisuais para todas as aulas."</p>	do Ensino da Biologia - KBT	recurso para ensinar	recursos audiovisuais para contribuir com o entendimento dos alunos.
	dos Temas da Biologia - KoBT	conceitos e exemplos associados	temas da Biologia: 'A saúde humana e o desenvolvimento industrial e O Sistema Respiratório Humano.'
	da Estrutura da Biologia - KSB	relações entre diferentes conteúdos	uma característica da interdisciplinaridade: química, história e geografia no que envolve a abordagem do conteúdo desenvolvimento industrial.
	da Estrutura da Biologia - KSB	estrutura do conteúdo	uma sequência da estrutura do conteúdo abordando primeiro a parte introdutória do sistema respiratório humano e depois sobre a saúde humana e o desenvolvimento industrial.
<p>P2.§14.L1-3: "Para a primeira aula estava previsto a execução da aula abordando o tema "A saúde humana e o desenvolvimento industrial", porém ao invés disso o tema explorado foi "O Sistema Respiratório Humano"."</p>	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	uma característica flexiva sobre a ordem de abordagem do conteúdo.
	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	recursos didáticos: slides com imagens e desenhos esquemáticos, animações e infográficos.
	das Características da Aprendizagem da Biologia - KFLB	fortalezas da aprendizagem	característica dos recursos didáticos como meios facilitadores da aprendizagem: 'auxiliaram na compreensão'.
	dos Temas da Biologia - KoBT	conceitos e exemplos associados	exemplo dos processos respiratórios: ventilação pulmonar.
<p>P2.§14.L3-5: "Durante esta (aula) foram utilizadas apresentações em slides que possuíam imagens e desenhos esquemáticos relacionados à anatomia do sistema, bem como animações e infográficos que auxiliaram na compreensão dos processos respiratórios como a ventilação pulmonar, por exemplo."</p>	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	recursos didáticos: slides com imagens e desenhos esquemáticos, animações e infográficos.
	das Características da Aprendizagem da Biologia - KFLB	fortalezas da aprendizagem	característica dos recursos didáticos como meios facilitadores da aprendizagem: 'auxiliaram na compreensão'.
	dos Temas da Biologia - KoBT	conceitos e exemplos associados	exemplo dos processos respiratórios: ventilação pulmonar.

Quadro 1 - Caracterização das Evidências de Conhecimentos Especializados/PaP-eR 2 (continuação).

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
	Manifestação	Conhecimento...	associado a... que consiste em...
<p>P2.§15.L5-8: "Foi executado a parte inicial do experimento "avaliando a qualidade do ar". Onde foram colocados 2 materiais em locais aleatórios da escola, escolhido pelos próprios discentes. Este tipo de atividade se caracteriza como um importante instrumento alternativo que se distanciam do ensino tradicional. Tende, também a melhorar a aprendizagem e intensifica o papel do discente na atividade (SUART E MARCONDES, 2009)."</p>	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	uma característica de um recurso didático (atividade experimental) como alternativa para distanciar do ensino tradicional.
	das Características da Aprendizagem da Biologia - KFLB	forma como os alunos aprendem	uma característica integradora por meio da participação do discente nas atividades como forma de melhorar a aprendizagem.
<p>P2.§16.L2-3: "Os principais recursos utilizados nas aulas seguintes foram o quadro branco e pinceis de quadro."</p>	do Ensino da Biologia - KBT	recursos para ensinar	recursos didáticos: quadro branco e pinceis.
<p>P2.§17.L1-3: "Durante a segunda e terceira aula foi ministrado o conteúdo "O Sistema Respiratório no Reino Animalia", onde foram abordados de forma comparada os diferentes meios de respiração entre os animais, focando principalmente em seus aspectos evolutivos."</p>	dos Temas da Biologia - KoBT	conceitos e exemplos associados	conceitos e definições com exemplos comparativos entre os diferentes meios de respiração animal enfatizando os aspectos evolutivos.
<p>P2.§17.L6-9: "Devido à curta duração das aulas, ao invés da oficina utilizou-se do material (figura 1. c. d. e. f.) já preparado para realizar uma simulação dos movimentos respiratórios durante a explicação do conteúdo, caracterizando-se como uma estratégia rápida de adaptação à situação encontrada naquele momento."</p>	do Ensino da Biologia - KBT	recursos para ensinar	um recurso material para simular os movimentos respiratórios

Quadro 1 - Caracterização das Evidências de Conhecimentos Especializados/PaP-eR 2 (continuação).

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
	Manifestação	Conhecimento...	associado a... que consiste em...
P2. §18.L1-4: "Foi notável que a participação dos alunos tornou-se mais efetiva quando a aula não estava "presa" aos slides. Observou-se também que a aula com os slides se tornava mais rápida, menos interativa e muitas vezes se limitava ao que estava exposto na figura. Com o quadro, era possível retornar a outras partes, desenhar, apagar e redesenhar estruturas que fossem importantes."	das Características da Aprendizagem da Biologia - KFLB	forma como os alunos aprendem	característica de interação dos alunos com o conteúdo quando utilizado o quadro dando dinamicidade à aula.
	do Ensino da Biologia - KBT	recurso para ensinar	característica de dinamicidade com a utilização do quadro como recurso didático: 'era possível retornar a outras partes, desenhar, apagar e redesenhar estruturas que fossem importantes.'
P2. §19.L5-6: "Durante a análise foram realizadas perguntas que procurassem incentivar a curiosidade do aluno, bem como sua capacidade investigativa."	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	característica dialógica por meio do uso de perguntas como forma de interação com o conteúdo abordado.
P2. §19.L6-9: "A partir do experimento e dos questionamentos provindos deste, foi possível relacionar com o conteúdo trabalhado nas aulas anteriores, quando os alunos eram questionados sobre quais atitudes do nosso dia a dia poderiam causar problemas nas estruturas respiratórias."	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	característica dialógica instigar os alunos com perguntas correlacionando com conteúdos trabalhados nas aulas anteriores.
	dos Temas da Biologia - KoBT	conceitos e exemplos associados	propriedades específicas das estruturas respiratórias.
P2. §21.L1-5: "A atividade de experimentação investigativa incentivou a maior participação dos alunos, pois este tipo de abordagem é focado em colocar o aluno diante de uma situação-problema, direcionando-o para sua resolução. Desta forma, os alunos puderam discutir, questionar suas hipóteses e ideias iniciais à luz do quadro teórico, coletar e analisar os dados para encontrar possíveis soluções para o problema."	das Características da Aprendizagem da Biologia - KFLB	forma como os alunos aprendem	características da atividade de experimentação na forma dos alunos discutirem, questionarem e analisarem as possíveis soluções para o problema.

Quadro 1 - Caracterização das Evidências de Conhecimentos Especializados/PaP-eR 2 (continuação).

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
Manifestação	Conhecimento...	associado a...	que consiste em...
P2. §21.L5-7: "Este tipo de atividade contribui para o raciocínio lógico do aluno sobre a situação ao mesmo tempo em que é possível criar e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e gerar uma conclusão plausível (SUART E MARCONDES, 2009)."	das Características da Aprendizagem da Biologia - KFLB	forma como os alunos aprendem	uma característica da atividade prática de contribuir com o raciocínio lógico dos alunos.

Fonte: Santos (2016). Elaboração: Marques (2020).

Quadro 2 - Caracterização dos Índícios de Conhecimentos Especializados/PaP-eR 2.

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
Manifestação	Conhecimento...	associado a...	que consiste em...
P2. §12.L2-3: "Surgiu a proposta, feita pela professora supervisora, de "inverter" a ordem dos conteúdos e reorganizá-los. Neste caso, não houve uma mudança radical no projeto de ensino, apenas uma reorganização de exposição de conteúdos, graças ao caráter flexível do planejamento"	do Ensino da Biologia - KBT	estratégias de ensino	característica de flexibilidade do planejamento e reorganização da sequência do conteúdo.
P2. §15.L1-2: "Foram levantadas as questões evolutivas e as possíveis pressões ambientais sofridas por nossos ancestrais para que pudéssemos ter as atuais estruturas, entre outras."	da Estrutura da Biologia - KSB	elemento estruturante	propriedades estruturantes abordadas em outros conteúdos da disciplina de Biologia: 'questões evolutivas e as possíveis pressões ambientais'.
	dos Temas da Biologia - KoBT	conceitos e exemplos associados	exemplos das condições evolutivas que proporcionaram as atuais condições.

Quadro 2 - Caracterização dos Índícios de Conhecimentos Especializados/PaP-eR 2(continuação).

TRECHO DO ARTIGO Manifestação	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
	Conhecimento...	associado a...	que consiste em...
<p>P2.§24.L1-4: "Trabalhar com este tipo de planejamento mostrou-se como uma grande oportunidade de ir além do livro didático. Permitiu uma maior interação com a sala de aula e garantiu a atuação do aluno na sala de aula. Tornando-se bastante evidente a importância de um bom planejamento sempre visando imprevistos."</p>	do Ensino da Biologia - KBT	recurso para ensinar	recursos didáticos que requerem um planejamento além do uso do livro didático.
	das Características da Aprendizagem da Biologia - KFLB	forma como os alunos aprendem	uma característica da aprendizagem: atuação do aluno em sala de aula permitindo maior interação entre eles.

Fonte: Santos (2016). Elaboração: Marques (2020).

O cerne desse relato experimental está direcionado por parâmetros curriculares – Estágio Supervisionado (P2.§1.L1-2) e Projeto Pedagógico do Curso (P2.§1.L4-5), que caracterizam o Conhecimento dos *Standards* de Aprendizagem da Biologia (KBLS) em que se utilizou desse conhecimento especializado para mobilizar como estratégia metodológica o Conhecimento do Ensino da Biologia (KBT) por meio de um Projeto de Ensino – PE que abordasse o conteúdo do sistema respiratório: ‘Buscou-se trabalhar com PE uma vez compreendida a sua importância como ferramenta para incentivar o repensar e o refazer do ensino na disciplina Biologia, sendo assim norteado por concepções relacionadas à educação, ao conhecimento, à aprendizagem, ao ensino e ao currículo’, com intuito de uma aprendizagem significativa, rompendo a barreira da memorização que por vezes é o fruto da forma que o conteúdo foi trabalhado (P2.§4.L4-6): ‘Um dos grandes problemas no Ensino da Biologia, acentuados a esse modelo de ensino, é a forma como os conteúdos são trabalhados, uma vez que demandam memorização.’. A respeito do ensino, a literatura diz que se ele estiver baseado na memorização dificilmente os alunos se manterão interessados, pois, dessa forma, não percebem a pertinência ou utilidade do conteúdo do curso, não conseguindo achar respostas para algumas perguntas, tornando o processo de aprendizagem incapaz de determinar as implicações futuras de sua realização, visto que o estilo de ensino acontece em um ritmo monótono e desmotivador (Moreira, 1999). Para Laburú (2006), a motivação do aluno pode vir a ser potencializada por um conjunto de medidas educacionais baseadas em certas estratégias de ensino ou atividades, sobre as quais todo professor tem amplo poder de decisão, como vemos no trecho P2.§15.L5-8 acerca das estratégias de ensino (Conhecimento do Ensino da Biologia – KBT) que consiste na carac-

terística de um recurso didático (atividade experimental) como alternativa para distanciar do ensino tradicional na característica integradora por meio da participação do discente nas atividades como forma de melhorar a aprendizagem (Conhecimento das Características da Aprendizagem da Biologia – KFLB).

É importante que sejam feitas as relações entre teoria e a prática ao utilizar as atividades práticas, já que essa aprendizagem não ocorre automaticamente, mas sim pela construção de suas redes conceituais, uma vez que oferecem aos alunos a oportunidade para pensar, discutir e resolver problemas (Labarú et al., 2011; Ruppenthal, 2013), como vemos nas características da atividade de experimentação na forma dos alunos discutirem, questionarem e analisarem as possíveis soluções para o problema, por meio da característica dialógica de instigar os alunos com perguntas, correlacionando com conteúdos trabalhados nas aulas anteriores: ‘A partir do experimento e dos questionamentos providos deste (alunos), foi possível relacionar com o conteúdo trabalhado nas aulas anteriores, quando os alunos eram questionados sobre quais atitudes do nosso dia a dia poderiam causar problemas nas estruturas respiratórias.’ (P2.§19.L6-9).

Em relação aos conteúdos relativos ao Sistema Respiratório, percebe-se que a transposição didática, muitas vezes, simplifica os processos ao extremo – pesquisa com livros didáticos, podendo os livros contribuir com a formação de concepções simplificadas da respiração e, nessa simplificação, não há perda da profundidade do conhecimento, fixando-se apenas na essência do conhecimento por meio das definições dos conceitos envolvidos (Ruppenthal, 2013). Contudo, estabelecer uma relação com o cotidiano trazendo uma problemática para que busquem soluções. A exemplo disso, temos o seguinte trecho: ‘Embora o capítulo do Livro Didático (LD) adotado pela escola abordasse apenas a Anatomia e Fisiologia do Sistema Respiratório da espécie humana, viu-se a necessidade de se trabalhar com este sistema de forma comparada, por isto, a utilização de 2 LD para o projeto.’ que, além do professor conhecer um recurso didático (2 livros), ele também conhecia duas categorias do Conhecimento dos Temas (KBT): Conceitos e Exemplos Associados que consiste nas propriedades do conteúdo - Anatomia e Fisiologia Comparada, e a categoria da Aplicações do Conteúdo, que consiste em uma ampla variedade de contexto da fisiologia e anatomia de outros seres vivos além da espécie humana. Portanto, a mobilização desses conhecimentos trazem a importância da intensificação nas estratégias de construção do conhecimento para os alunos na medida em que eles possam perceber que o conhecimento científico aprendido na escola serve como forma de interpretação e inserção no mundo que os cerca, trazendo à práxis docente a inserção das características ontológicas e aplicá-las à melhoria da qualidade de vida que, para isso, considera-se que a realidade deva ser objeto da educação científica, enfatizando o conhecimento construído pela ciência como esboço dessa realidade, em que dados elevados de evidências científi-

cas mostram que a poluição atmosférica é responsável por diversos efeitos na saúde humana, que se expressam de formas variadas e resultam em aumento da morbidade e/ou mortalidade por inúmeras doenças (Pietrocola, 1999; Gouveia & Maisonet, 2006 *apud* Fernandes et al., 2010; Ruppenthal, 2013).

Considerar os problemas ocorridos no cotidiano como fio condutor na prática docente contribuiu para o uso de estratégias de ensino como elemento facilitador da aprendizagem, como veremos a seguir nas etapas adotadas pela prática aplicada aos alunos:

- Etapa 1 – Flexibilidade e adequação do planejamento do PE com a abordagem do conteúdo iniciando pelo Sistema Respiratório Humano ao invés de contextualizarem o conteúdo com características ontológicas e estruturantes envolvendo conceitos sobre meio ambiente, química, história e geografia (P2.§14.L1-3).

Nessa primeira aula, a estratégia de ensino consiste em recursos didáticos como: slides com imagens e desenhos esquemáticos, animações e infográficos, visando a facilitação da aprendizagem, onde foi abordado conceitos e exemplo que contribuissem para definir ventilação pulmonar.

- Etapa 2 – Ao mencionar que foram abordadas questões evolutivas, as possíveis pressões ambientais e exemplos das condições evolutivas que proporcionaram as atuais condições, o professor não traz ao texto conceitos, definições, exemplos e/ou ilustrações que o mesmo utilizou para que pudesse concretizar a mobilização dos conhecimentos da Estrutura da Biologia (KBS) e dos Temas da Biologia (KoBT), configurando assim, como indícios do conhecimento, sugerindo que o professor possa saber mais sobre o que foi exposto no trecho, com o intuito de converter em evidência de conhecimento (Moriel Junior & Carrillo, 2014; Flores-Mendrano, 2015), que neste caso, não foi possível a conversão por falta de elementos textuais.
- Etapa 3 – Foi realizada a parte inicial do experimento “avaliando a qualidade do ar”, em que os alunos escolheram os locais de forma aleatória e colocaram 2 materiais, que consiste na característica de um recurso didático (atividade experimental) como alternativa para distanciar do ensino tradicional.
- Etapa 4 – Aconteceu aula expositiva com o conteúdo “O Sistema Respiratório no Reino Animalia” sobre fisiologia e anatomia comparada, utilizando como recursos didáticos: quadro branco e pincéis.

Para Libâneo (1994), a escolha e organização dos métodos de ensino devem corresponder a: objetivos-conteúdos-métodos e devem corresponder às condições concretas das situações didáticas e que, além disso, os métodos peculiares de cada disciplina implicam ao conhecimento das características dos alunos quanto à capacidade de assimilação

de conteúdos, conforme a idade e o nível de desenvolvimento mental e físico e suas características socioculturais e individuais.

Amparados na reflexão e construção de uma visão integradora, aprofundamos na discussão deste PaP-eR abordando sobre as conexões de conhecimentos que é a relação de ligação entre os subdomínios que abrangem conhecimentos especializados manifestos em um episódio de ensino, seja ele em uma manifestação de um trecho bibliográfico, documental ou advindo da transcrição de gravações audiovisuais. Entretanto, as conexões entre os conhecimentos especializados são dadas na mobilização dos conhecimentos que permeiam os subdomínios dos conhecimentos pedagógicos e do conteúdo, caracterizando assim, o conhecimento especializado de professores. Portanto, as conexões não estão obrigatoriamente vinculadas à quantidade de vezes que foram identificadas, mas sim sobre sua relevância na mobilização dos conhecimentos especializados durante o processo ensino-aprendizagem. (Marques, 2020).

Contudo, o PaP-eR e sobre Sistema Respiratório apresentou uma maior mobilização do Conhecimento da Estratégia de Ensino (KBT) (cf. Figura 5) quando o professor utilizou o Projeto de Ensino como uma estratégia oportuna para desenvolver, junto com os pibidianos, aulas práticas para avaliação do ar e com confecção de material que também seria manipulado durante as aulas expositivas com intuito de facilitar a aprendizagem e envolver os alunos com temas interdisciplinares.

Notamos que os demais conhecimentos, principalmente os mais presentes entre as conexões (Conhecimentos das Características da Aprendizagem da Biologia – KFLB, Conhecimentos dos Temas da Biologia – KoBT) sustentaram a mobilização do Conhecimento do Ensino da Biologia (KBT), como explícito no trecho P2.§18.L1-4: ‘Foi notável que a participação dos alunos tornou-se mais efetiva quando a aula não estava “presa” aos slides. Observou-se também que a aula com os slides se tornava mais rápida, menos interativa e, muitas vezes, limitava-se ao que estava exposto na figura. Com o quadro, era possível retornar a outras partes, desenhar, apagar e redesenhar estruturas que fossem importantes.’ Assim como traz a evidência do trecho P2.§21.L1-5 em que consiste apresentar características da atividade de experimentação na forma dos alunos discutirem, questionarem e analisarem as possíveis soluções para o problema, e o trecho: "Foi executado a parte inicial do experimento “avaliando a qualidade do ar”. Em que foram colocados 2 materiais em locais aleatórios da escola, escolhido pelos próprios discentes. Este tipo de atividade se caracteriza como um importante instrumento alternativo que se distanciam do ensino tradicional. Tende também a melhorar a aprendizagem e intensifica o papel do discente na atividade” (P2.§15.L5-8).

5. CONSIDERAÇÕES

Conseguimos com este trabalho caracterizar o conhecimento especializado de professores de Biologia sobre Sistema Respiratório e compreender como as conexões entre os subdomínios fundamentam o conhecimento especializado que o professor de Biologia mobiliza durante a aula, em que, para tanto, o mesmo deve dispor de conhecimentos pedagógicos sobre as fortalezas de aprendizagem e estratégias de ensino (Conhecimento das Características da Aprendizagem da Biologia e Conhecimento do Ensino de Biologia, respectivamente) para explicar sobre o tema Sistema Respiratório (Conhecimentos dos Temas da Biologia), sendo este o conhecimento mais encontrado, porém não mais evidente para ensinar sobre Sistema Respiratório.

A caracterização dos conhecimentos expostos nos resultados nos permite concluir que o conhecimento especializado se dá na relação entre os subdomínios, os quais pontuam a relevância do conhecimento mobilizado em aula para que ocorra o processo de ensino e de aprendizagem do ensino de Biologia. Sendo assim, corroborando com a legitimidade do modelo transposto para Biologia como uma ferramenta para compreensão e melhoria da formação de professores. Estes resultados reforçam a importância da continuidade das pesquisas que utilizem e contribuam para o desenvolvimento do BTKS.

A expectativa é que continuemos a desenvolver pesquisas com o modelo teórico BTKS, incluindo metodologias empíricas, utilizando as gravações de aulas.

Entendemos que, com profissionais mais capacitados, dotados de conhecimentos especializados, haja melhoria da qualidade do ensino da Biologia, progresso na atuação da profissão docente e da sua valorização.

Referências

- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1982). *Qualitative research for education; an introduction for to theory and methods*. Boston, Allyn and Bacon, 27-30.
- Carrillo, J., Climent, N., Contrearras, L.C., Montes, M.A., Escuro-Ávila, D., & Flores-Medrano, E. (Eds.). (2014). *Un marco teórico para el conocimiento especializado del profesor de Matemáticas*. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones.
- Carrillo, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L.C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M., & Muñoz-Catalán, M.C. (2018). The Mathematics Teachers' Specialised Knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236-253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Fernandes, J. S., Carvalho, A. M., Campos, J. F., Costa, L. O., & Filho, G. B. (2010). Poluição atmosférica e efeitos respiratórios, cardiovasculares e reprodutivos na saúde humana. *Revista Médica de Minas Gerais*, 20, (1), 92-101. <http://rmmg.org/artigo/detalhes/387>
- Flores-Mendrano, E. (2015) *Una profundización en la conceptualización de elementos del modelo de Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas (MTSK)* (Tesis doctoral). Universidad de Huelva, España. <http://hdl.handle.net/10272/11503>
- Goes, L. F. (2014). *Conhecimento Pedagógico do conteúdo: estado da arte no campo da educação e no ensino de química* (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, Brasil. <https://doi.org/10.11606/D.81.2014.tde-30042015-154835>
- Krippendorff, K. (1990) *Metodologia de análisis de contenido. Teoría y práctica*. Barcelona: Paidós.
- Laburú, C. E, Barros, M. A., & Silva, O. H. M. (2011). Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referências conciliáveis da educação científica. *Ciência & Educação*, 17(2), 469-487. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200014>
- Libâneo, J. C. (1994). *Didática*. São Paulo: Cortez.
- Lima, S. S. (2018). *Conhecimento especializado de professores de Física: Uma proposta de modelo teórico*. (Dissertação de Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil. https://www.researchgate.net/publication/332034659_CONHECIMENTO_ESPECIALIZADO_DE_PROFESSORES_DE_FISICA_UMA_PROPOSTA_DE_MODELO_TEORICO
- Luís, M. (2021). *Conhecimento Especializado de Professores de Biologia* (Tese de doutoramento não publicada). Universidad de Huelva, Espanha.
- Luís, M., Monteiro, R., & Carrillo, J. (2015). Conhecimento especializado do professor para ensinar ciências. In *Encontro Nacional de Educação em Ciências, XVI, Lisboa, 10-12 setembro 2015* (pp.690-693). Lisboa: APEDUC. <http://apeduc.ipcb.pt/XVIENEC%20Lisboa%2011-12%20setembro%202015.pdf>

- Loughran, J., Milory, P., Berry, A., Gunstone R., & Mulhall, P. (2001). Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. *Research in Science Education*, 31(2), 289-307. <https://doi.org/10.1023/A:1013124409567>
- Marques, M. (2020). *Conhecimento especializado de professores de Biologia: Análise de relatos de prática no Ensino Médio*. (Dissertação de Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil. http://ppgen.cba.ifmt.edu.br/media/filer_public/6e/06/6e06c8d2-abe3-4e1f-a0c3-3a0f4dffa3f8/dissertacao_marcela_marques.pdf
- Moreira, J., Evangelista, E., & Mello, G. (2019). Conhecimento especializado de professores: potencialidades do modelo da matemática para o ensino de língua portuguesa. In *IV Congreso Iberoamericano sobre Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas, Huelva, España, 10-12 septiembre 2019* (pp.135-140). Huelva: uhu.es Publicaciones.
- Moreira, M. A. (1999). *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU.
- Moriel Junior, J.G., & Carrillo, J. (2014). Explorando indícios de conhecimento especializado para ensinar matemática com o modelo MTSK. In *XVIII Simposio SEIEM - Investigación en Educación Matemática, Salamanca, España, 4-6 septiembre 2014* (pp.465-474). Granada: SEIEM. <http://hdl.handle.net/10272/10204>
- Moriel Junior, J. G., & Alencar, A. P. (2019). Conhecimento especializado para ensinar Cálculo: um panorama da produção do COBENGE 2012-2017. *Brazilian Journal of Development*, 5(7), 7687-7702. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n7-010>
- Pietrocola, M. (1999). Construção e Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. *Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)*, 4(3), 213-227. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/604>
- Ruppenthal, R. (2013). *O Ensino do Sistema Respiratório através da Contextualização e de Atividades Práticas* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/6669>
- Santos, Y. S. (2016). Relato de Experiência: trabalhando projetos de ensino em estágio supervisionado. *Revista de Pesquisa Interdisciplinar*, 1, 437-443. <http://dx.doi.org/10.24219/rpi.v1iEsp.108>
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Soares, S. T. C. (2019). *Conhecimento Especializado de Professores de Química – CTSK: Proposta de Modelo Teórico*. (Dissertação de Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil. http://ppgen.cba.ifmt.edu.br/media/filer_public/a9/34/a9340feb-fba8-4403-90c1-86e1ea9b85a4/dissertacao_-_susel_tais_coelho_soares.pdf
- Soares, S. T. C., Lima, S. S., & Carbo, L. (2020). Conhecimento especializado de professores de Química: modelo teórico. *Revista REAMEC*, 8(2), 648-666. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i2.10255>