

**A crise climática nos livros didáticos de Biologia (PNLD 2018-2020) à luz do modelo do
Conhecimento Especializado de Professores de Biologia**

**The climate crisis in Biology textbooks (PNLD 2018-2020) in the light of the Specialized
Knowledge model of Biology Teachers**

**La crisis climática en los libros de texto de Biología (PNLD 2018-2020) a la luz del
modelo de Conocimientos Especializados de los Profesores de Biología**

Recebido: 24/11/2020 | Revisado: 29/11/2020 | Aceito: 09/12/2020 | Publicado: 12/12/2020

Katherine Iasmin Lima Rossito Carneiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5525-4719>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: kilimadesouza@hotmail.com

Geison Jader Mello

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0991-2327>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: geison.mello@cba.ifmt.edu.br

Jeferson Gomes Moriel Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1526-8002>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: jeferson.moriel@cba.ifmt.edu.br

Resumo

O livro didático é um importante instrumento no aprendizado escolar, servindo de ponte para abordagem de conteúdos complexos e tornam a linguagem acadêmico-científica acessível a faixa etária estudantil. Levando em consideração a sua relevância, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o conhecimento especializado sobre o tema Crise Climática presente nos livros didáticos de Biologia, indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático (2018-2020), utilizando o modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Biologia como ferramenta metodológica. A temática foi analisada nos livros de primeiro ou terceiro ano de seis coleções didáticas, onde destacamos trechos dos livros que se configurassem como episódios de ensino contendo conhecimento especializado. Nas seis obras analisadas, identificamos o total de 148 conhecimentos especializados segundo o modelo do

Conhecimento Especializado de Professores de Biologia. Percebemos que a temática crise climática é trabalhada de forma crítica e reflexiva nos livros didáticos, mas alguns trechos analisados podem desenvolver nos estudantes a sensação de que nada se faz para resolução desta problemática, descaracterizando o esforço de instituições de pesquisas nacionais e internacionais em produzir estudos sobre os impactos provenientes da crise climática e suas medidas de mitigação. No atual panorama político de nosso país, é de grande importância falar sobre a crise climática, uma vez que o negacionismo cresce à medida que os governantes se aproveitam da incredulidade social quanto as catástrofes ambientais, comumente vivenciados no Brasil e no mundo, intensificados pelo desenvolvimento nos diversos setores econômicos, que invisibilizam seus impactos a longo prazo para o ambiente e a sociedade.

Palavras-chave: BTKS; Coleções didáticas; Conhecimento especializado; Crise climática; Ensino de biologia.

Abstract

The textbook is an important tool in school learning, serving as a bridge to approach complex content and make academic-scientific language accessible to the student age group. Taking into account its relevance, the objective of this work was to characterize the specialized knowledge on the theme of Climate Crisis present in Biology textbooks, indicated by the National Textbook Program (2018-2020), using the Specialized Knowledge Model of Teachers of Biology as a methodological tool. The theme was analyzed in the first or third year books of six didactic collections, where we highlight excerpts from the books that were configured as teaching episodes containing specialized knowledge. In the six analyzed works, we identified a total of 148 specialized knowledge according to the Specialized Knowledge model of Biology Teachers. We realize that the thematic climate crisis is worked on in a critical and reflective way in textbooks, but some excerpts analyzed may develop in students the feeling that nothing is done to solve this problem, mischaracterizing the effort of national and international research institutions to produce studies on the impacts arising from the climate crisis and its mitigation measures. In the current political panorama of our country, it is of great importance to talk about the climate crisis, since the negationism grows as the government takes advantage of the social incredulity about the environmental catastrophes, commonly experienced in Brazil and in the world, intensified by the development in the various economic sectors, which make their long-term impacts invisible to the environment and society.

Keywords: BTSK; Didactic collections; Specialized knowledge; Climate crisis; Biology teaching.

Resumen

El libro de texto es una herramienta importante en el aprendizaje escolar, que sirve como puente para abordar contenidos complejos y hacer que el lenguaje académico-científico sea accesible para el grupo de edad de los estudiantes. Teniendo en cuenta su relevancia, el objetivo de este trabajo fue caracterizar el conocimiento especializado sobre el tema de Crisis Climática presente en los libros de texto de Biología, señalado por el Programa Nacional de Libros de Texto (2018-2020), utilizando el Modelo de Conocimiento Especializado de Docentes de La biología como herramienta metodológica. El tema fue analizado en los libros de primer o tercer año de seis colecciones didácticas, donde destacamos extractos de los libros que se configuraron como episodios didácticos que contienen conocimientos especializados. En los seis trabajos analizados, identificamos un total de 148 conocimientos especializados según el modelo de Conocimientos Especializados de Docentes de Biología. Nos damos cuenta de que la crisis climática temática se trabaja de manera crítica y reflexiva en los libros de texto, pero algunos extractos analizados pueden desarrollar en los estudiantes la sensación de que no se hace nada para resolver este problema, caracterizando erróneamente el esfuerzo de las instituciones de investigación nacionales e internacionales para producir estudios sobre los impactos derivados de la crisis climática y sus medidas de mitigación. En el panorama político actual de nuestro país, es de gran importancia hablar de la crisis climática, ya que el negacionismo crece a medida que el gobierno se aprovecha de la incredulidad social ante las catástrofes ambientales, comúnmente vividas en Brasil y en el mundo, intensificadas por el desarrollo en los distintos sectores económicos, que invisibilizan sus impactos a largo plazo para el medio ambiente y la sociedad.

Palabras clave: BTSK; Colecciones didácticas; Conocimiento especializado; Crisis climática; Enseñanza de la biología.

1. Introdução

O Ensino Médio é a última etapa da formação acadêmica básica. Os discentes, que antes aprendiam sobre Biologia, Química e Física em uma única disciplina - Ciências da Natureza –passam a ter disciplinas específicas para cada temática abordada dentro da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias. Tal acontecimento causa uma ruptura na rotina

estudantil, demandando uma prática de ensino que promova olhares significativos para as ciências, no processo de construção da aprendizagem (Krasilchik, 2005; Brasil, 2017).

Atualmente, a Biologia permanece na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, sendo uma das quatro áreas de conhecimento presentes na BNCC - Linguagens e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias; e Ciências Humanas e suas tecnologias (Brasil, 2017).

Um dos principais desafios do professor de Biologia é contextualizar os inúmeros conteúdos, muitos deles com palavras de difícil escrita e fala, que não fazem parte do vocabulário dos estudantes. Dessa forma, para que estes assuntos sejam apreendidos de maneira satisfatória, é preciso trabalhar com diferentes abordagens e instrumentos, ancorados na contextualização, que possibilita a percepção dos temas no cotidiano dos educandos (Duré; Andrade; Abílio, 2018).

O livro didático é o principal material presente nas escolas e possui papel destacado no ensino formal em nosso país. Este, serve de suporte para o trabalho docente desde o século XIX, com objetivo de tornar o conhecimento científico mais acessível aos estudantes, viabilizando a transposição do saber científico para o saber escolar, em linguagem adequada para as etapas de desenvolvimento. Sua distribuição, de forma gratuita, é datada desde 1929 e, atualmente, é regulamentada pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), custeado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) (Bittencourt, 2003; Mantovani, 2009; Costa, 2013; Rumenos, 2016).

Estes livros chegam até as escolas depois de criteriosa avaliação feita pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que aprova as obras que sejam condizentes com o esperado para as etapas formativas e, a partir de 2018, também segundo os preceitos da BNCC. Os exemplares são distribuídos gratuitamente aos alunos e podem ser reutilizados durante a vigência da aprovação, período este de três anos (Rumenos, 2016).

Apesar de passar por diversas fases de escolhas até sua utilização, os livros didáticos apresentam algumas falhas. Uma delas se refere a abordagem de alguns conteúdos, que no momento da transposição da linguagem científica para a escolar acabam perdendo características importantes, que possam dar a entender a Ciência de forma estática, como as pesquisas desenvolvidas para atingir tais conhecimentos e sua linha temporal, os estudos controversos sobre determinados assuntos, tanto no âmbito científico como na sociedade (Barreto, 2009; Costa, 2013; Rumenos, 2016).

Autores como Barreto (2009), Costa (2013), Delaqua e Bassoli (2013), Rumenos (2016) e Souza (2017), reforçam que os livros necessitam de abordagem crítica e reflexiva

para tratar de temas que não estão em consenso no meio científico, uma vez que estudar as causas e consequências destes eventos favorece a reflexão dos estudantes, quanto ao seu pertencimento no meio ambiente e fomenta discussões que abordem conceitos científicos. Segundo Rumenos (2016), o tema da crise climática é um dos que merecem destaque no ambiente de ensino-aprendizagem, devido a sua importância e atualidade.

A Educação Ambiental é um importante instrumento para possibilitar a conscientização ecológica e reeducação ambiental frente as mudanças climáticas. Sua origem se deu a partir de movimentos de preservação do meio ambiente, com a Conferência de Estocolmo como seu primeiro marco significativo, na busca pelo equilíbrio da relação homem-natureza (Sato, Silva & Jaber, 2018; Silva, 2019).

A principal contribuição da EA seria subsidiar os cidadãos, mais do que encontrar sua contribuição individual, a ter condições de participar das decisões coletivas que envolvem o tema (Silva, 2013). Nesse contexto, ela é o agente transformador e sua ação deveria permear todas as disciplinas escolares, ampliando sua significação.

Diante da importância do trabalho da Educação Ambiental em sala de aula e na sociedade como um todo, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o Conhecimento Especializado de Professores Biologia sobre a crise climática nos livros didáticos de Biologia indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o triênio 2018-2020, com base no modelo teórico do Conhecimento Especializado de Professores de Biologia - BTKS (Luís & Carrillo, 2020).

1.2 Conhecimento Especializado de Professores de Biologia – BTKS

Os estudos sobre a base de conhecimento de professores foi iniciado por Lee Shulman, com o modelo do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK¹), que visava “denominar um conhecimento que diferencia um professor de uma dada disciplina de um especialista dessa mesma disciplina” (Fernandez, 2015).

Shulman é um dos teóricos mais referenciados na área de formação docente, com valiosas “contribuições para o avanço de temáticas ligadas à aprendizagem da docência”, que buscou dar visibilidade ao “conhecimento de professores” sobre “o conteúdo específico, porém, atrelado à sua dimensão didática. Essa transformação do conteúdo em formas didaticamente poderosas é o que Shulman denomina de conhecimento pedagógico do

¹ Sigla da língua inglesa para: *Pedagogical Content Knowledge*.

conteúdo” (Fernandez, 2011; Goes, 2014).

Seus estudos buscaram a “valorização da atividade profissional dos professores elevando-a a um espaço de transformação e construção de conhecimentos específicos para a profissão”, além de igualar sua produção de conhecimentos práticos aos conhecimentos “que são produzidos na academia e que influenciam e são influenciados pelo PCK” (Fernandez, 2015).

Pela valorização dada ao conhecimento de conteúdo específico, o PCK acabou recebendo mais atenção de pesquisadores das didáticas específicas em contraposição às didáticas gerais (Fernandez, 2015). Desta forma, o modelo foi “explicado e ampliado por diversos pesquisadores que, de certa forma, acabam modificando e/ou ampliando a proposta original” (Goes, 2014).

A área de Ciências da Natureza e Matemática foi a que mais se destacou nesta perspectiva, conforme estado da arte desenvolvido por Goes e Fernandez (2018), que reuniu estudos sobre a produção mundial sobre o PCK entre os anos de 1986 a 2013. O modelo mais recente da área foi proposto em 2012 por diversos pesquisadores do PCK, que se reuniram no intuito de unificar as definições sobre o PCK no ensino de Ciências, dando origem ao PCK da Cúpula ou Modelo do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo da Cúpula (Ballerini, 2014; Lima, Darsie & Mello, 2020).

Na área da Matemática, destacamos o modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (MTSK), proposto por Carrillo, Avila, Flores-Medrado & Mora (2014), que buscaram acrescentar maiores contribuições ao PCK, abordando o tema de forma mais aprofundada. Este último modelo será mais detalhado devido a ser a base para a transposição feita para a área da Biologia.

O MTSK é um dos modelos teóricos que visa compreender os conhecimentos especializados que os professores possuem para ensinar Matemática e preencheu, de maneira mais satisfatória, as lacunas deixadas pelos modelos anteriores. Seu surgimento se deu como resposta as lacunas deixadas pelos modelos anteriores. Este modelo considera o caráter especializado do conhecimento dos professores de matemática de maneira integral, evitando comparações com outras áreas. Foi desenvolvido visando contemplar conhecimentos relativos: às definições e conceitos matemáticos; às conexões entre os conhecimentos matemáticos; à prática matemática; aos conhecimentos relativos à estratégia de ensino de Matemática; ao processo de aprendizagem matemática; e ao currículo (Carrillo et al., 2014; Soares, 2019).

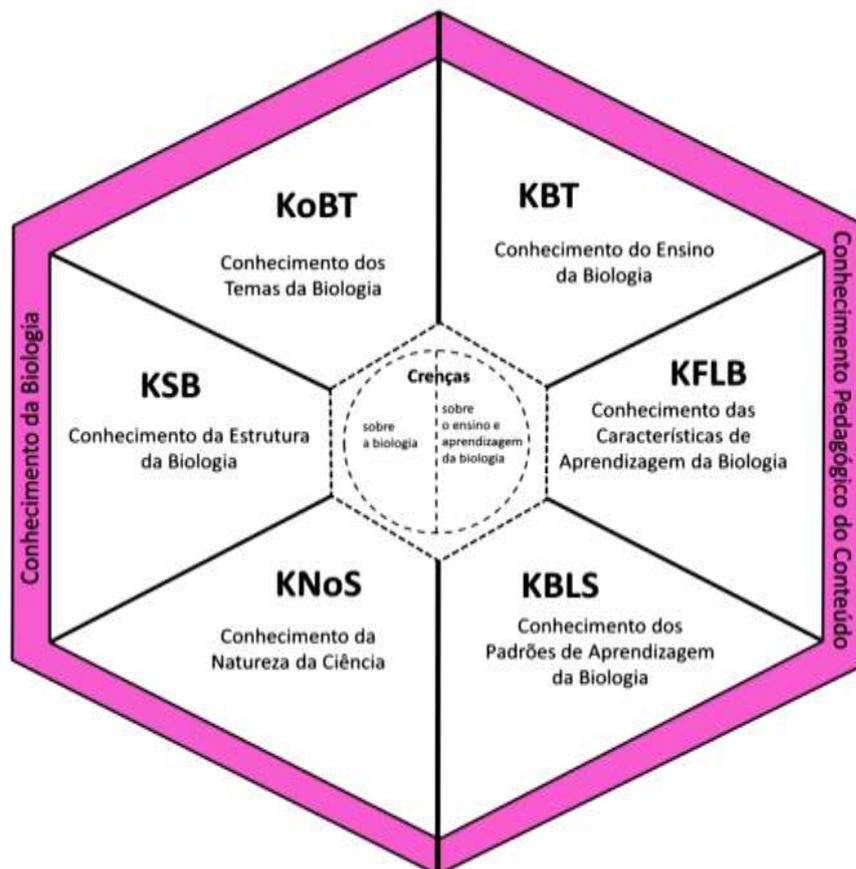
Diante da contribuição significativa para a especialização dos conhecimentos trazidos

pelo MTSK e buscando organizar quais são os conhecimentos necessários para ensinar Biologia, no ano de 2015 é iniciada a proposta de transposição do modelo para esta área formativa, originando o Conhecimento Especializado de Professores de Biologia – BTSK (Luís & Carrillo, 2020).

As disciplinas de matemática e biologia têm diferenças muito profundas especialmente na natureza do conhecimento científico. Este aspecto confirma a especificidade do modelo do conhecimento especializado do professor de matemáticas à sua disciplina, mas abre também uma janela de oportunidade à criação de um modelo do conhecimento específico e próprio do professor de biologia. Assim, as diferenças epistemológicas entre as duas disciplinas proporcionam a possibilidade de produzir um modelo especializado do professor de biologia, sublinhando todas as diferenças que a natureza do conhecimento de ambas as disciplinas evidenciem (Luís & Carrillo, 2020, p. 24).

Sua estrutura se assemelha ao MTSK, apresentando formato hexagonal, três domínios e seis subdomínios (Figura 1).

Figura 1. Estrutura do BTSK.



Fonte: Luís & Carrillo (2020)

Este modelo apresenta três domínios, sendo eles: Conhecimento da Biologia (KB) e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), cada um dividido em três subdomínios e Crenças, que possui dois subdomínios.

O domínio do conhecimento da biologia é caracterizado como o conhecimento aprofundado e abrangente do professor sobre o conteúdo, o conhecimento sobre as diferentes possibilidades de interação deste tema com outros e o conhecimento sobre os processos científicos. O domínio do conhecimento pedagógico do conteúdo inclui o conhecimento sobre as estratégias/recursos para o ensino da Biologia, sobre as características da aprendizagem dos alunos e o conhecimento das diretrizes do ministério e outros documentos orientadores. O domínio das crenças inclui as ideias próprias dos professores sobre a biologia, a produção do conhecimento científico, os estudantes, o ensino, a aprendizagem ou o currículo, presentes na tomada de decisões e nas formas de agir dos professores. Trata-se de um conhecimento subjetivo ou conhecimento implícito (Luís & Carrillo, 2020, p. 24).

Os subdomínios do Conhecimento da Biologia são: Conhecimento dos temas da Biologia (KoBT), conhecimento sólido e consistente sobre os temas; Conhecimento da estrutura da Biologia (KSB), conhecimento da relação íntima e dependente entre um tema em estudo e outros através de uma característica comum; e Conhecimento da natureza da Ciência (KnoS), Conhecimento sobre como se produz e valida a ciência que constitui uma componente central da literacia científica.

Os subdomínios do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo são: Conhecimento do ensino da Biologia (KBT), conhecimento das teorias de ensino, o conhecimento de estratégias, atividades, recursos, materiais no contexto do ensino das ciências e da biologia em particular; Conhecimento das características de aprendizagem da Biologia (KFLB), conhecimento que o professor tem sobre a forma como os alunos aprendem biologia e sobre as teorias de aprendizagem; e Conhecimento dos padrões de aprendizagem da Biologia (KBLS), conhecimento do professor sobre o que o aluno deve aprender num determinado ano de escolaridade e com que profundidade, que relações têm esses conteúdos com os que já aprendeu em anos anteriores e que relações tem com os conteúdos que irá aprender no futuro.

Os subdomínios das Crenças são: Crenças sobre a natureza da ciência (BB), que integra as ideias pessoais sobre como acontecem as descobertas científicas e como se valida esse conhecimento ao nível das ciências; e Crenças sobre o ensino (BTLB), que integra as ideias relacionadas com a forma de estar do professor face ao ensino e à aprendizagem, que se reflete nas suas opções pedagógicas (Luís & Carrillo, 2020). Cada subdomínio possui categorias que definem suas características, conforme reunido no Quadro 1.

Quadro 1. Domínios, subdomínios e categorias do BTKS.

| Domínios | Subdomínios | Categorias |
|---|---|---|
| Conhecimento da Biologia (Biology Knowledge – BK) | Conhecimento dos Temas da Biologia (Knowledge of the Biology topics – KoBT) | Conhecimento de conceitos da biologia e de exemplos associados. |
| | | Conhecimento sobre leis, princípios e teorias da biologia. |
| | | Conhecimento de factos e fenómenos biológicos. |
| | | Conhecimento de procedimentos e técnicas de observação em biologia. |
| | | Conhecimento de modelos associados ao conteúdo da biologia. |
| | Conhecimento da Estrutura da Biologia (<i>Knowledge of Structure of Biology</i> – KSB) | Conhecimento de Big Ideas. |
| Conhecimento da Natureza da Ciência (<i>Knowledge of the Nature of Science</i> - KNoS) | Conhecimento de métodos de investigação científica. | |
| | Conhecimento do estatuto da ciência e do conhecimento científico. | |
| Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (Pedagogical Content Knowledge - PCK) | Conhecimento do Ensino da Biologia (Knowledge of Biology Teaching – KBT) | Conhecimento de estratégias, ciclos e sequências de aprendizagem, técnicas e atividades para o ensino de um conteúdo da biologia. |
| | | Conhecimento de recursos materiais, de linguagem ou virtuais de ensino associados a um conteúdo da biologia. |
| | Conhecimento das Características de Aprendizagem da Biologia (<i>Knowledge of the Features of Learning Biology</i> - KFLB) | Conhecimento das fortalezas e dificuldades associadas à aprendizagem de um conteúdo da biologia. |
| | Conhecimento dos padrões de Aprendizagem de Conteúdos da | Conhecimento das expectativas de aprendizagem do conteúdo da biologia num nível específico. |

| | | |
|--------------------------|--|--|
| | Biologia (KBLS) | Conhecimento da sequenciação com os temas anteriores e posteriores a um determinado momento escolar. |
| | | |
| <i>Crenças (Beliefs)</i> | Subdomínio das Crenças sobre a Biologia (Beliefs about Biology - BB) | Crenças sobre a natureza da ciência. |
| | Crenças sobre a natureza da ciência. | Crenças sobre o Ensino. |

Fonte: Luís & Carrillo (2020)

2. Metodologia

Esta pesquisa é de natureza qualitativa (Minayo, 2002) e foi desenvolvida por meio da análise de seis coleções de livros didáticos de Biologia, presentes no Guia de Livros Didáticos aprovados pelo PNLD 2018. Este guia indicou a aprovação de dez coleções, que estão em utilização no triênio de 2018-2020. Destas, foram escolhidas seis coleções didáticas, sendo elas as mais utilizadas pelas escolas da região cuiabana, que foram reunidos, entre maio e julho de 2020, da seguinte forma:

- I. Contato com os professores que atuam na rede estadual, para verificar se possuíam as obras e se poderiam emprestá-las.
- II. Consulta ao PDDE Interativo² para verificar o resultado da escolha das obras das Escolas Estaduais de Cuiabá e Várzea Grande.
- III. Contato com as Escolas Estaduais de Cuiabá e Várzea Grande, para solicitar o empréstimo ou doação dos livros didáticos.
- IV. Encaminhamento de requerimento de empréstimo dos livros para as escolas parceiras.

No Quadro 2, são apresentadas as seis coleções que foram analisadas, com seus autores, título, volume a ser analisado e editora. Adotamos a nomenclatura “C” e um número

² Disponível em: <http://pddeinterativo.mec.gov.br/#>. Acesso em: junho de 2020.

em ordem crescente, para otimizar a identificação (Rumenos, 2016).

Quadro 2. Informações referentes aos livros didáticos de Biologia que foram analisados

| NOMENCLATURA | AUTORES) | TÍTULO | VOLUME | EDITORA |
|--------------|---|------------------------------------|--------|------------------|
| C1 | MARTHO, G. R.; AMABIS, J. M. | Biologia Moderna - Amabis & Martho | 3 | Moderna |
| C2 | SILVA J., C.; SASSON, S.; CALDINI J., N. | Biologia | 1 | Saraiva Educação |
| C3 | RIOS, E. P.; THOMPSON, M. | Conexões com a Biologia | 1 | Moderna |
| C4 | GODOY, L.; OGO, M. | #contato Biologia | 3 | Quinteto |
| C5 | BIZZO, N. | Integralis - Biologia: Novas Bases | 3 | IBEP |
| C6 | GEWANDSZNAJDER, F.; LINHARES, S.; PACCA, H. | Biologia Hoje | 3 | Editora Ática |

Fonte: Autores, adaptado de Rumenos (2016).

Esta pesquisa se propôs identificar a abordagem da crise climática nos temas “Efeito Estufa”, “Aquecimento Global”, “Destruição da Camada de Ozônio”, “Poluição” e “Sustentabilidade”. Para isto, utilizamos os procedimentos de pré-análise do Conteúdo, proposto por Bardin (2004), para sistematizar a escolha do *corpus* documental a ser analisado, que foram reunidos *a priori*. Para isto, fizemos uso da leitura flutuante dos livros didáticos com o intuito de “conhecer o texto, deixando-se invadir por impressões” (p. 96).

Utilizamos o modelo teórico do Conhecimento Especializado de Professores de Biologia - BTSK (Luís & Carrillo, 2020) como ferramenta metodológica de análise dos trechos se configuraram como episódios de ensino³, contendo conhecimentos especializados acerca da temática.

A análise dos dados se deu por meio do instrumento de análise MTSK (Moriel Junior; Alencar, 2019), conforme Quadro 3, que foi adaptado para análise dos conhecimentos especializados de Biologia, presentes nos livros didáticos.

³ Os episódios correspondem a um fragmento que tem início e fim reconhecíveis e uma sequência de ações que o constitui (Rojas, Flores & Carrillo, 2013; Marques & Moriel Junior, 2020).

Quadro 3. Instrumento de Análise MTSK.

| Manifestação do Sujeito | Análise do Pesquisador | | |
|---|------------------------|-----------------|------------------------------|
| | Trecho | Conhecimento... | Associado a... |
| Trecho do episódio (Artigo, ano, linha ou página) | [subdomínio] | [categoria] | [Síntese do conhecimento] |
| ... | ... | ... | ... |

Fonte: Moriel Junior & Alencar (2019)

Para a catalogação dos trechos contendo os episódios de conhecimento especializado, foi adotada a seguinte codificação: letra “C” e um número de 1 a 6, com referência as coleções de livros didáticos; letra “v” e um número de 1 a 3, indicando o volume da coleção analisada; letra “p”, identificando o número da página; letras “Pr”, identificando os parágrafos e um número em ordem crescente, sendo iniciados a cada página; e letra “L”, identificando as linhas e um número em ordem crescente, que também foram iniciados a cada parágrafo, conforme exemplo: C10.v3.p180.Pr1.L2-5.

3. Resultados e Discussão

Nesta seção apresentamos os resultados obtidos da análise dos livros didáticos de duas das seis coleções do *corpus* documental desta pesquisa, fazendo uso do modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Biologia para identificação e descrição das evidências extraídas de cada livro didático, bem como sua discussão geral.

Analizamos apenas os volumes que incluíam conteúdos sobre mudanças climáticas, apresentados dentro da temática de Ecologia. Devido a esta particularidade, apenas os volumes 1 e 3 das coleções foram analisados, visto que os temas trabalhados no segundo volume das coleções são voltados para a “Classificação dos seres vivos”, “Microbiologia”, “Reinos” e “Fisiologia Animal”.

3.1 Análise da Coleção “Biologia Moderna: Amabis & Martho”

Amabis, José Mariano; Martho, Gilberto Rodrigues. Biologia Moderna: Amabis & Martho. 1. edição. volume 3. São Paulo: Moderna, 2016.

Analizamos o volume 3 da coleção *Biologia Moderna: Amabis & Martho*, que

abordou a temática mudanças climáticas em dois capítulos: *Relações Ecológicas e A humanidade e o ambiente*, sendo este último mais rico em informações e trechos destacados. O Quadro 4 detalha as evidências identificadas e suas respectivas análises.

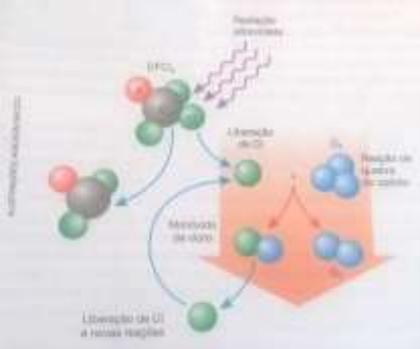
Quadro 4. Evidências dos conhecimentos especializados do volume 3 da coleção C1.

| Manifestação do Sujeito | Análise do Pesquisador | | |
|---|---|--|---|
| | Trecho | Conhecimento... | Associado a... |
| Trecho do episódio (Artigo, ano, linha ou página) | [subdomínio] | [categoria] | [Síntese do conhecimento] |
| C1.v3.p.227.Pr3.L2-6: [Um estudo Internacional publicado recentemente pela revista científica <i>Science</i> indicou o acentuado declínio nas populações de grandes predadores. De acordo com o artigo, a perda de espécies no topo da cadeia alimentar, devido à ação humana, pode produzir grande impacto nos ecossistemas terrestres.] | da Natureza da Ciência - KNoS | Método e conhecimento científico | Uma citação de divulgação científica sobre os efeitos da crise climática, acentuada pela ‘ação humana’, que ‘indicou o acentuado declínio nas populações de grandes predadores’. |
| C1.v3.p.263.Pr2.L3-7: [Eis algumas das principais ameaças ao planeta: poluição; aumento da temperatura global; destruição da camada de ozônio; esgotamento de fontes de energia e de outros recursos naturais; extinção de espécies. Isso se deve principalmente à explosão populacional humana e aos modelos vigentes de desenvolvimento industrial e tecnológico implementados pelo progresso científico.] | dos Temas da Biologia - KoBT | Conceitos e exemplos associados | ‘Algumas das principais ameaças ao planeta’ devido ‘aos modelos vigentes de desenvolvimento industrial e tecnológico: poluição; aumento da temperatura global; destruição da camada de ozônio; esgotamento de fontes de energia e de outros recursos naturais’. |
| C1.v3.p.264.Pr6.L1-4: [Em 1987, uma comissão de estudos ambientais enfatizou um conceito que amadureceu ao longo da década de 1970: o desenvolvimento sustentável . Segundo a comissão, desenvolvimento sustentável é aquele que leva em conta as necessidades atuais da humanidade sem comprometer a capacidade das futuras gerações de obter o necessário à sua vida.] | dos Temas da Biologia - KoBT | Conceitos e exemplos associados | Um consenso do conceito de desenvolvimento sustentável, amadurecido por uma comissão de estudos ambientais. |

| | | | |
|---|--|--|---|
| <p>C1.v3.p.265.Pr1.L1-2: [Poluição (do latim poluere, manchar, poluir) é a presença concentrada no ambiente de determinadas substâncias ou agentes físicos, genericamente denominados poluentes.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos associados</p> | <p>Uma definição de poluição e poluentes: ‘presença concentrada no ambiente de determinadas substâncias ou agentes físicos, genericamente denominados poluentes’.</p> |
| <p>C1.v3.p.265.Pr2.L1-4: [As atividades humanas, principalmente nas sociedades industrializadas, geram diversos tipos de materiais poluentes: lixo dos mais diversos tipos, fumaça, resíduos industriais, gases liberados pelo escapamento de veículos motorizados etc., além de grande quantidade de resíduos orgânicos, como excrementos e urina.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos associados</p> | <p>Exemplos de poluentes gerados pela atividade humana: ‘lixo dos mais diversos tipos, fumaça, resíduos industriais, gases liberados pelo escapamento de veículos motorizados etc’.</p> |
| <p>C1.v3.p.266.Pr1.L2-4: [Em Londres, no inverno de 1952, as condições climáticas não permitiram a dispersão dos poluentes liberados pelos automóveis, pelas fábricas e pelos sistemas de aquecimento das residências, o que produziu efeitos dramáticos: mais de 4 mil pessoas morreram em poucos dias, em virtude de problemas respiratórios causados pelos poluentes que se concentraram na baixa atmosfera.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Aplicações do Conteúdo</p> | <p>Utilização do evento climático ocorrido em Londres, em 1952, para contextualizar os efeitos que grandes quantidades de poluentes que não se dispersam de forma adequada pode causar.</p> |
| <p>C1.v3.p.266.Pr4.L1-3: [As principais fontes geradoras da poluição atmosférica são os motores de veículos, as indústrias (siderúrgicas, fábricas de cimento e de papel, refinarias etc.), a incineração de lixo doméstico e as queimadas de campos e florestas.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos associados</p> | <p>Tipificação de fontes de poluição atmosférica: ‘motores de veículos, as indústrias, a incineração de lixo doméstico e as queimadas de campos e florestas’.</p> |
| <p>C1.v3.p.266.Pr6.L1-5: [Um dos poluentes mais perigosos para os habitantes das grandes metrópoles é o monóxido de carbono (CO), um gás incolor, inodoro, menos denso que outros gases do ar e extremamente tóxico para os seres humanos. Esse gás é produzido pela queima</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos associados</p> | <p>Especificação da ‘principal fonte de emissão’ de monóxido de carbono à atmosfera: ‘são os motores a combustão de veículos como automóveis,</p> |

| | | | |
|--|--|--|---|
| <p>incompleta de moléculas orgânicas e sua principal fonte de emissão são os motores a combustão de veículos como automóveis, motocicletas, ônibus, caminhões etc.]</p> | <p>da Estrutura da Biologia - KSB</p> | <p>Relações entre diferentes conteúdos</p> | <p>motocicletas, ônibus, caminhões etc’.</p> <p>Descrição do monóxido de carbono: ‘um gás incolor, inodoro, menos denso que outros gases do ar [...], produzido pela queima incompleta de moléculas orgânicas’.</p> |
| <p>C1.v3.p.266.Pr10.L1-4: [Ao reagir com o vapor d’água presente na atmosfera, esses óxidos (<i>dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio</i>) podem levar à formação de ácido sulfúrico (H₂SO₄) e ácido nítrico (HNO₃), que se dissolve nas nuvens, precipitando-se na forma de chuvas ácidas.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos associados</p> | <p>Uma definição da formação de chuvas ácidas: reação de óxidos com vapor d’água, que originam ‘ácido sulfúrico (H₂SO₄) e ácido nítrico (HNO₃), que se dissolve nas nuvens’.</p> |
| <p>C1.v3.p.267.Pr1.L1-6: [Em condições normais, as camadas mais baixas da atmosfera são mais quentes porque absorvem calor irradiado pela superfície terrestre. Por ser menos denso, o ar quente tende a subir, carregando poluentes eventualmente presentes em suspensão. O ar quente que sobe é substituído por ar frio que desce e este, ao se aquecer, voltar a subir. O movimento ascendente e descendente de ar, denominado corrente de convecção, é responsável pela dispersão dos poluentes atmosféricos continuamente produzidos em uma cidade.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos associados</p> | <p>Descrição da corrente de convecção, ‘responsável pela dispersão dos poluentes atmosféricos produzidos em uma cidade’.</p> |
| <p>C1.v3.p.267.Pr3.L1-5: [Nos meses de inverno, devido ao resfriamento do solo, a camada baixa de ar atmosférico pode esfriar mais que a camada imediatamente superior, fenômeno denominado inversão térmica. Com isso, os movimentos de convecção são interrompidos e os poluentes deixam de se dispersar para as camadas mais altas da atmosfera, concentrando-se na camada de ar frio aprisionada entre a superfície e a camada de ar quente.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos associados</p> | <p>Caracterização da inversão térmica: ‘, a camada baixa de ar atmosférico pode esfriar mais que a camada imediatamente superior’, concentrando os poluentes atmosférico entre as camadas de ar frio e quente.</p> |

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p>C1.v3.p.268.Pr1.L1-4: [Parte da radiação solar que chega à Terra é refletida pelas nuvens e pela superfície terrestre; outra parte é absorvida principalmente pelo solo e reirradiada para atmosfera na forma de calor (radiação infravermelha). Esse fenômeno natural é denominado efeito estufa e contribui para manter aquecida a superfície terrestre, impedindo a perda muito rápida de calor para o espaço.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos associados</p> | <p>Uma explicação do efeito estufa: ‘parte da radiação solar que chega à Terra é refletida pelas nuvens e pela superfície terrestre; outra parte é absorvida principalmente pelo solo e reirradiada para atmosfera na forma de calor’.</p> |
| <p>C1.v3.p.268.Pr2.L1-5: [O efeito estufa resulta principalmente da presença na atmosfera de vapor d’água, gás carbônico (CO₂), metano (CH₄) e dióxido de nitrogênio (NO₂), cujas moléculas têm capacidade de absorver calor. O aumento de alguns desses gases na atmosfera, em consequência das atividades antrópicas, vem provocando a intensificação do efeito estufa. Estima-se que, nos próximos anos, isso levará a um aumento significativo da temperatura média na superfície terrestre.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Fatos e fenômenos biológicos</p> | <p>Uma definição dos principais elementos do efeito estufa e sua intensificação provocada em ‘consequência do aumento de sua emissão por atividades antrópicas’.</p> |
| <p>C1.v3.p.268.Pr4.L2-7: [O metano resulta principalmente da decomposição da matéria orgânica. O aumento da população humana contribui para a maior produção de lixo e esgotos, o que está diretamente relacionado com a elevação da concentração de gás metano na atmosfera; o aumento das áreas alagadas para o cultivo de arroz, onde ocorre muita decomposição de matéria orgânica, também tem elevado a concentração de metano atmosférico. Outras fontes emissoras de metano são os rebanhos de gado bovino e caprino.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos associados</p> | <p>Exemplos de atividades humanas que aumentam a concentração de metano na atmosfera: ‘lixos e esgotos; cultivo de arroz e rebanhos de gado bovino e caprino’.</p> |
| <p>C1.v3.p.268.Pr6.L1-3: [Alguns cientistas consideram conservadoras essas estimativas da ONU e acreditam que, se os gases responsáveis pelo efeito estufa continuarem a se acumular na atmosfera, devemos esperar uma elevação de até 4°C na</p> | <p>da Natureza da Ciência - KNoS</p> | <p>Métodos de investigação científica</p> | <p>Observações feitas por ‘alguns cientistas’ sobre o aumento dos ‘gases responsáveis pelo efeito estufa na atmosfera’, que elevarão ‘até 4°C na</p> |

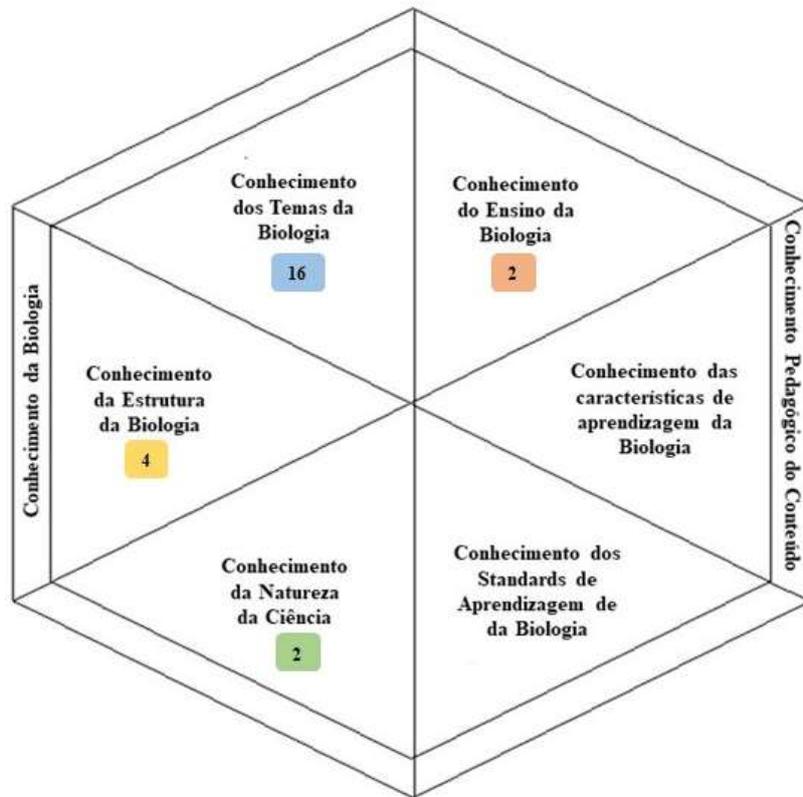
| | | | |
|---|--|---|--|
| <p>temperatura média mundial nos próximos 50 anos.]</p> | | | <p>temperatura média mundial’.</p> |
| <p>C1.v3.p.270.Pr3.L1-6: [Entre outros agentes, descobriu-se que a principal causa da destruição da camada de ozônio é a liberação, na atmosfera, de gases do grupo dos clorofluorcarbonetos, abreviadamente chamados de CFCs. Eles são gases sintéticos (isto é, produzidos em laboratórios indústrias) utilizados em aerossóis e em compressores de geladeiras e também liberados durante a fabricação de certos tipos de plástico de embalagens. Os CFCs acumulam-se nas altas camadas da atmosfera, onde o cloro de suas moléculas reage com moléculas de ozônio, quebrando-as.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Fatos e fenômenos biológicos</p> | <p>Uso de observações e pesquisas sobre a ‘destruição da camada de ozônio’ por meio da ‘liberação, na atmosfera, de gases CFCs’.</p> |
| | <p>da Estrutura da Biologia - KSB</p> | <p>Relações entre os diferentes conteúdos</p> | <p>Utilização de conteúdo da Química para explicar o que são CFCs: ‘do grupo dos clorofluorcarbonetos, são gases sintéticos e acumulam-se nas altas camadas da atmosfera, onde o cloro de suas moléculas reage com moléculas de ozônio’.</p> |
| <p>C1.v3.p.271.Pr1.L1-11: [Representação esquemática da degradação do ozônio. A radiação ultravioleta, responsável pela produção de ozônio, também pode destruir esse gás se houver CFCs na atmosfera. Sob a ação da radiação ultravioleta, as moléculas de CFC quebram-se e libera um átomo de cloro que se combinam com o ozônio, formando gás oxigênio e monóxido de cloro. Como este último composto é instável, ele libera átomos de cloro e a reação de destruição do ozônio se amplia.]</p> | <p>do Ensino da Biologia - KBT</p> | <p>Recursos para ensinar</p> | <p>Uma ‘representação esquemática’ para facilitar a aprendizagem sobre a ‘degradação do ozônio’ na atmosfera.</p> |
|  | <p>da Estrutura da Biologia - KSB</p> | <p>Relações entre os diferentes conteúdos</p> | <p>Uma apresentação da degradação do ozônio atmosférico de forma interdisciplinar (Química): ‘as moléculas de CFC quebram-se e libera um átomo de cloro que se combinam com o ozônio, formando gás oxigênio e monóxido de cloro’.</p> |
| <p>C1.v3.p.272.Pr1.L1-6: [A forma mais comum e talvez a mais antiga de</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos</p> | <p>Caracterização do processo de</p> |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>poluir as águas é por meio do lançamento de dejetos humanos e de animais domésticos em rios, lagos e mares. Por serem constituídos de material orgânico, esses dejetos aumentam a quantidade de nitratos e fosfatos, bem como de outros nutrientes presentes no ambiente aquático, fenômeno denominado eutrofização ou eutroficação.]</p> | | <p>associados</p> | <p>eutrofização: ‘lançamento de dejetos humanos e de animais domésticos em rios, lagos e mares, que aumentam a quantidade de nitratos e fosfatos, bem como de outros nutrientes’.</p> |
| <p>C1.v3.p.272.Pr78.L8-19: [Representação esquemática da poluição de um rio ao longo de seu curso; o lançamento de esgotos e de resíduos industriais nos rios é uma das principais formas de poluição. O aumento da concentração de poluentes causa alteração da comunidade biológica que habita o rio, o que pode levar à sua eliminação.]</p> | <p>do Ensino da Biologia - KBT</p> | <p>Recursos para ensinar</p> | <p>Um recurso didático: ‘representação esquemática da poluição de um rio ao longo de seu curso’.</p> |
|  | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceitos e exemplos associados</p> | <p>Uma caracterização do resultado da poluição dos rios: ‘o aumento da concentração de poluentes causa alteração da comunidade biológica que habita o rio, o que pode levar à sua eliminação’.</p> |

Fonte: Autores, adaptado de Amabis; Martho (2016).

A análise dos conhecimentos presentes neste livro resultou no total de 19 evidências e totalizou 24 conhecimentos, sendo 22 deles pertencentes ao domínio Conhecimento da Biologia e 2 pertencentes ao domínio Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. Foram identificados quatro subdomínios do BTKS. Destes, apenas um subdomínio pertencia ao domínio do *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*, sendo ele o do Conhecimento do Ensino da Biologia, apresentando 2 conhecimentos. Em contrapartida, os três subdomínios do *Conhecimento da Biologia* foram contemplados na análise, com predominância do subdomínio Conhecimento dos Temas da Biologia, presente em 16 conhecimentos, seguido do subdomínio do Conhecimento da Estrutura da Biologia, presente em 4 conhecimentos e o subdomínio Conhecimento da Natureza da Ciência, presente em 2 conhecimentos (Figura 2).

Figura 2. Conhecimentos encontrados no Livro “Biologia Moderna: Amabis & Martho”.



Fonte: Autores, adaptado de Luís; Carrillo (2020).

3.2 Análise da Coleção “#contato Biologia”

Ogo, Marcela Yaemi; Godoy, Leandro Pereira de. #contato biologia, 3º ano. 1ª edição. São Paulo: Quinteto, 2016.

Analisamos o volume 3 da coleção *#contato Biologia*. Nesta obra, a temática mudanças climáticas foi evidenciada em três capítulos: *Introdução à Ecologia e ciclos biogeoquímicos; Recursos naturais e biodiversidade; Problemas ambientais e biodiversidade*. O Quadro 5 detalha as evidências identificadas e suas respectivas análises.

Quadro 5. Evidências dos conhecimentos especializados do volume 3 da coleção C4.

| Manifestação do Sujeito | Análise do Pesquisador | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|--|
| | Trecho | Conhecimento... | Associado a... Que consiste em... |
| Trecho do episódio (Artigo, ano, linha ou página) | [subdomínio] | [categoria] | [Síntese do conhecimento] |
| C4.v3.p176.Pr2.L1-3: [Atualmente, o ciclo do carbono sofre intensa interferência das atividades humanas, que causam desequilíbrio entre a quantidade de carbono que é liberada na atmosfera e a que é fixada no ambiente e nos seres vivos.] | dos Temas da Biologia - KoBT | Conceito e exemplos associados | Uma constatação: ‘o ciclo do carbono sofre intensa interferência das atividades humanas, que causam desequilíbrio’ entre a quantidade emitida e absorvida. |
| C4.v3.p177.Pr1.L1-3: [O conceito de sequestro de carbono foi definido no protocolo de Kyoto, em 1997, e trata do processo de absorção de carbono da atmosfera, visando conter ou reverter o acúmulo de CO ₂ .] | dos Temas da Biologia - KoBT | Conceito e exemplos associados | Definição do sequestro de carbono: ‘processo de absorção de carbono da atmosfera, visando conter é ou reverter o acúmulo de CO ₂ ’. |
| C4.v3.p256.Pr1.L1-5: [O título da pintura acima, <i>No país negro</i> , se refere a uma região belga chamada Borinage, que, no século XIX, foi transformada devido à descoberta de jazidas de carvão mineral. A partir dessa descoberta, fábricas passaram a se estabelecer no local e cidades foram construídas ao redor. Além disso, a zona rural foi devastada, conferindo um aspecto obscuro à cidade, como retratado por Meunier.]  | do Ensino da Biologia - KBT | Estratégia de ensino | Uma representação (pintura) como exemplo sobre o impacto das alterações climáticas para o ambiente e seres vivos em consequência do uso intensivo da queima de combustíveis fósseis. |
| C4.v3.p259.Pr2.L1-6: [Muitas pessoas vivem nas áreas litorâneas em todo o planeta, o que faz aumentar a quantidade de fontes poluidoras. Nesse ambiente, existem diversas formas de interferências humanas, como lançamento de | dos Temas da Biologia - KoBT | Conceito e exemplos associados | Exemplos de fontes poluidoras dos oceanos: ‘lançamento de resíduos provenientes de esgoto e de atividades industriais’. |

| | | | |
|--|---|--------------------------------------|---|
| resíduos provenientes de esgoto e de atividades industriais.] | dos Temas da Biologia - KoBT | Conceito e exemplos associados | Conceito de eutrofização e como ocorre: as algas se multiplicam pelo excesso de nutrientes da água e os microrganismos que decompõem estas algas já mortas consomem o oxigênio que seria destinado ao consumo de outros organismos. |
| C4.v3.p260.Pr4.L1-6: [Um problema relacionado à poluição da água é eutrofização , que consiste no excesso de nutrientes na água. Ela pode ocorrer naturalmente ou ser acelerada pela interferência humana. O excesso de material orgânica (nutrientes) oriundos da poluição causa a multiplicação das algas, que, quando morrem, começam a se decompor, dando origem à proliferação de microrganismos decompositores que consomem gás oxigênio.] | dos Temas da Biologia - KoBT | Conceito e exemplos associados | Definição de efeito estufa e sua importância para o aquecimento da Terra: ‘Quando a radiação solar atravessa a atmosfera, parte dela é retida por alguns gases atmosféricos, aquecendo o planeta’. |
| C4.v3.p262.Pr1.L1-4: [Outro aspecto importante do ar atmosférico está relacionado à temperatura do planeta Terra, em um fenômeno chamado de efeito estufa natural . Quando a radiação solar atravessa a atmosfera, parte dela é retida por alguns gases atmosféricos, aquecendo o planeta.] | do Ensino da Biologia - KBT | Recursos para ensinar | Uma representação esquemática para facilitar a visualização do efeito estufa natural. |
| C4.v3.p262.Pr1.L4-6: [Da radiação solar que chega à superfície terrestre, parte dela retorna ao espaço. O restante é absorvido pelo vapor-d'água e por gases do efeito estufa, entre eles o CO ₂ , e retorna à superfície na forma de calor. Veja abaixo.] |  | Recursos para ensinar | Uma representação esquemática para facilitar a visualização do efeito estufa natural. |
| C4.v3.p262.Pr5.L1-4: [A combustão é um tipo de reação química que libera gases e partículas. Muitos dos produtos dessa reação química são poluentes, os quais têm causado diversos problemas ao ambiente, como a poluição atmosférica, a intensificação do efeito estufa, a | dos Temas da Biologia - KoBT | Conceito e exemplos associados | Caracterização da combustão e dos problemas causados ao ambiente: ‘é um tipo de reação química que libera gases e partículas [...], os quais têm causado diversos problemas ao ambiente, como a poluição atmosférica, a |

| | | |
|---|--|--|
| <p>inversão térmica e a chuva ácida.]</p> | | <p>intensificação do efeito estufa, a inversão térmica e a chuva ácida’.</p> |
| <p>C4.v3.p264.Pr1.L1-5: [Os poluentes atmosféricos podem ser classificados em poluentes primários e poluentes secundários. Os poluentes primários são emitidos pelas fontes poluidoras diretamente para o ambiente (monóxido de carbono, fuligem, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos, aldeídos). Os poluentes secundários resultam de ações dos poluentes primários com outros compostos químicos, como o gás ozônio.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceito e exemplos associados</p> <p>Classificação dos poluentes atmosféricos: ‘Os poluentes primários são emitidos pelas fontes poluidoras diretamente para o ambiente (monóxido de carbono, fuligem, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos, aldeídos). Os poluentes secundários resultam de ações dos poluentes primários com outros compostos químicos, como o gás ozônio’.</p> |
| <p>C4.v3.p264.Pr2.L1-5: [De acordo com os processos responsáveis pela liberação dos poluentes, a poluição atmosférica pode ser causada por fontes fixas ou móveis. As fontes móveis são fontes em movimento, como os veículos, trens, aviões e embarcações marítimas. Nas fontes fixas, os poluentes são lançados de um ponto específico, como chaminés, e, geralmente, provêm de processos industriais de usinas termelétricas.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceito e exemplos associados</p> <p>Classificação quanto as fontes de poluição atmosférica: pode ser causada por fontes fixas ou móveis. As fontes móveis são fontes em movimento, como os veículos. [...] Nas fontes fixas, os poluentes são lançados de um ponto específico, como chaminés’.</p> |
| <p>C4.v3.p264.Pr3.L1-9: [Alguns gases são bastante poluentes, como os óxidos de nitrogênio (conhecido como NO_x). O óxido de nitrogênio (N₂O) é incolor e provém de fontes naturais, de motores a combustão, termelétricas, indústrias e fertilizantes. Seu aumento pode intensificar o efeito estufa, causando modificações climáticas em todo o planeta. O óxido nítrico (NO) é um poluente primário, incolor e inodoro, produzido naturalmente por microrganismos ou pela combustão. Ele pode reagir com o gás ozônio, destruindo a camada de ozônio, e é um dos principais gases do efeito estufa. O dióxido de nitrogênio (NO₂) tem coloração avermelhada, é tóxico e irritante para as mucosas, e está presente em altas concentrações</p> | <p>da Estrutura da Biologia - KSB</p> | <p>Relações entre os diferentes conteúdos</p> <p>Uma definição e classificação interdisciplinar (Química) sobre os óxidos de nitrogênio: ‘O óxido de nitrogênio (N₂O) provém de fontes naturais, de motores a combustão. Seu aumento pode intensificar o efeito estufa. O óxido nítrico (NO) é um poluente primário, produzido naturalmente por microrganismos ou pela combustão. é um dos principais gases do efeito estufa. O dióxido de nitrogênio (NO₂) é tóxico e irritante para as mucosas, e está presente em altas concentrações nas grandes cidades’.</p> |

| | | | |
|---|--|---|--|
| nas grandes cidades.] | | | |
| <p>C4.v3.p264.Pr4.L1-4: [Entre os problemas relacionados aos óxidos de nitrogênio destaca se o smog fotoquímico (<i>smoke</i> = fumaça + <i>fog</i> = nevoeiro). Trata-se de um conjunto de reações químicas desses óxidos com compostos orgânicos voláteis, gerados a partir da combustão incompleta de hidrocarbonetos.]</p> | <p>da Estrutura da Biologia - KSB</p> | <p>Relações entre os diferentes conteúdos</p> | <p>Conceito interdisciplinar (Química) sobre o 'smog fotoquímico: Trata-se de um conjunto de reações químicas desses óxidos com compostos orgânicos voláteis, gerados a partir da combustão incompleta de hidrocarbonetos'.</p> |
| <p>C4.v3.p266.Pr2.L2-4: [Em dias frios, ocorre a inversão térmica, na qual uma camada de ar quente fica sobre o ar mais frio. Os poluentes encontram uma camada de ar quente, que bloqueia o seu movimento, promovendo seu acúmulo próximo à superfície terrestre.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceito e exemplos associados</p> | <p>Explicação sobre como ocorre a inversão térmica: 'uma camada de ar quente fica sobre o ar mais frio. Os poluentes encontram uma camada de ar quente, que bloqueia o seu movimento, promovendo seu acúmulo próximo à superfície terrestre'.</p> |
| <p>C4.v3.p266.Pr4.L1-4: [A água da chuva natural tem pouca acidez, por causa do ácido carbônico formado na reação química com o gás carbônico da atmosfera. A intensificação da emissão de poluentes como o óxido de nitrogênio e o dióxido de enxofre, que se transformam os ácidos nítrico e sulfúrico, respectivamente, tornam a água da chuva mais ácida.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceito e exemplos associados</p> | <p>Explicação de como as chuvas se tornam mais ácidas: 'A intensificação da emissão de poluentes como o óxido de nitrogênio e o dióxido de enxofre, que se transformam os ácidos nítrico e sulfúrico, respectivamente, tornam a água da chuva mais ácida'.</p> |
| <p>C4.v3.p266.Pr5.L1-13: [1- Emissão de poluentes. 2- Ao entrar em contato com as gotículas de água presentes na atmosfera, o dióxido de enxofre os óxidos de nitrogênio passam por diversas reações químicas, formando ácidos. 3- A solução aquosa, que se precipita em forma de chuva ácida,</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceito e exemplos associados</p> | <p>Etapas de formação da chuva ácida.</p> |

pode chegar a ser 1000 vezes mais ácido que a chuva natural.]



do Ensino da
Biologia - **KBT**

Recursos
para ensinar

Uma representação
esquemática para facilitar a
visualização da formação das
chuvas ácidas.

C4.v3.p273.Pr2.L1-4: [Em uma aula cujo tema é a sustentabilidade, a professora de biologia de Cássia, Roberto e Laura pediu a cada um deles que pegasse um elástico de cor diferente. Em seguida, determinou que fizesse em uma intersecção entre eles.]

do Ensino da
Biologia - **KBT**

Estratégia
de ensino

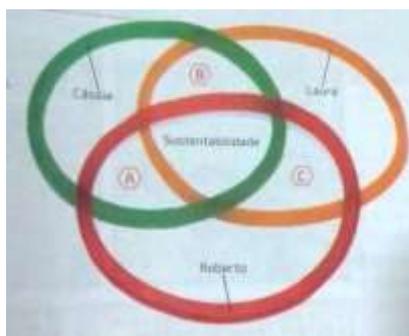
Estratégia de ensino do tema
sustentabilidade de forma
contextualizada e prática.

C4.v3.p273.Pr3.L1-16: [A professora pediu-lhes que considerassem que o elástico verde representava desenvolvimento social, o amarelo, o desenvolvimento econômico e o vermelho, a conservação ambiental. E questionou o que significa intersecção entre eles. Ela, então, explicou que a sustentabilidade considera essas três áreas.]

do Ensino da
Biologia - **KBT**

Estratégia
de ensino

Estratégia para ensinar sobre
sustentabilidade com uso de
analogia para representar os
três pilares da
sustentabilidade.



C4.v3.p273.Pr5.L1-2: [Assim, a sustentabilidade busca o desenvolvimento de uma sociedade, almejando igualdade entre as pessoas, na qual todos respeitam o ambiente e os recursos naturais.]

dos Temas da
Biologia - **KoBT**

Conceito e
exemplos
associados

Definição de
sustentabilidade: ‘a
sustentabilidade busca o
desenvolvimento de uma
sociedade, almejando
igualdade entre as pessoas, na
qual todos respeitam o
ambiente e os recursos

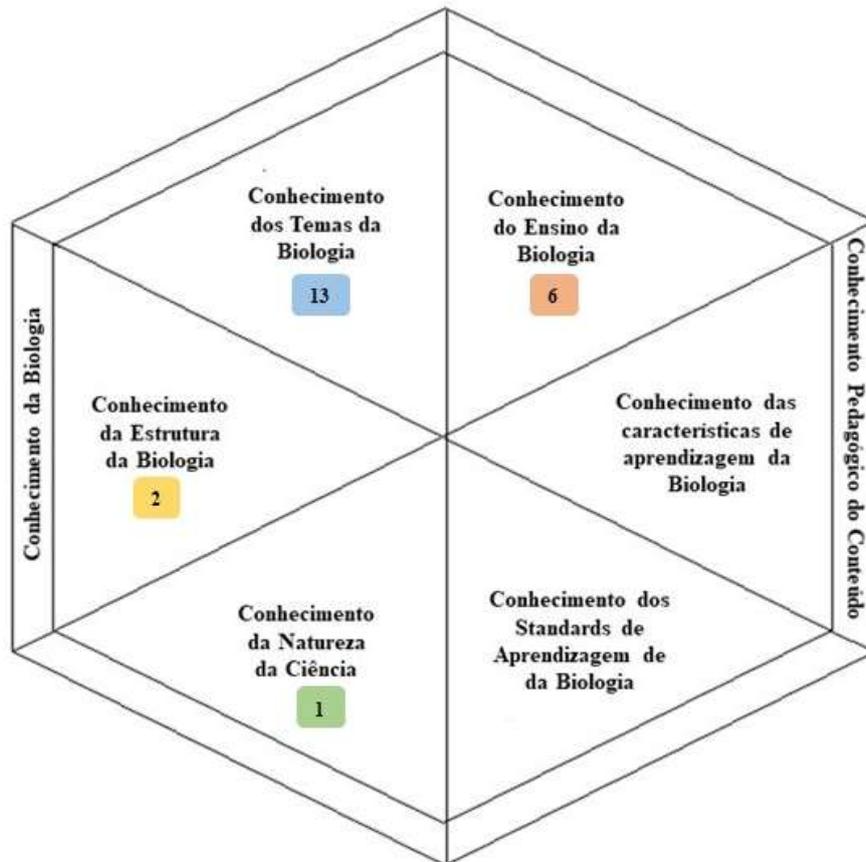
| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>C4.v3.p280.Pr1.L1-3: [Nas últimas décadas, a concentração de gases do efeito estufa na atmosfera aumentou muito rapidamente, intensificando o efeito estufa natural elevando a temperatura global média do planeta. A esse fenômeno deu-se o nome de aquecimento global.]</p> | <p>dos Temas da Biologia - KoBT</p> | <p>Conceito e exemplos associados</p> | <p>naturais’.</p> <p>Caracterização do aquecimento global: ‘Nas últimas décadas, a concentração de gases do efeito estufa na atmosfera aumentou muito rapidamente, intensificando o efeito estufa natural elevando a temperatura global média do planeta’.</p> |
| <p>C4.v3.p280.Pr5.L1-4: [Observe que as variações na temperatura média global começaram a aumentar a partir de 1900, período no qual as emissões de poluentes atmosféricos já estavam acontecendo.]</p>  | <p>do Ensino da Biologia - KBT</p> | <p>Recursos para ensinar</p> | <p>Utilização de recurso gráfico para facilitar a visualização da alteração climática mundial.</p> |
| <p>C4.v3.p280.Pr9.L1-5: [Os efeitos das mudanças climáticas não são percebidos somente nas regiões polares. De acordo com o Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC), outros ecossistemas que possuem grande probabilidade de serem prejudicados e de perderem biodiversidade são os recifes de corais, as áreas costeiras úmidas e os cumes das altas montanhas.]</p> | <p>da Natureza da Ciência - KNoS</p> | <p>Método e conhecimento científico</p> | <p>Exemplos de locais impactados pelas mudanças climáticas segundo comprovações científicas reunidas pelo IPCC: ‘outros ecossistemas que possuem grande probabilidade de serem prejudicados e de perderem biodiversidade são os recifes de corais, as áreas costeiras úmidas e os cumes das altas montanhas’.</p> |

Fonte: Autores, adaptado de Ogo; Godoy (2016).

Esta obra reuniu o total de 21 evidências e totalizou 22 conhecimentos, sendo 16 deles pertencentes ao domínio Conhecimento da Biologia e 6 conhecimentos pertencentes ao domínio Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. A mesma quantidade de subdomínios (quatro) foi identificada nas evidências deste livro, havendo diferença apenas no número de conhecimentos de cada um deles. No domínio do *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* foram identificados 6 conhecimentos do subdomínio do Conhecimento do Ensino da Biologia. No domínio do *Conhecimento da Biologia*, pudemos identificar os três subdomínios, com

predominância do subdomínio Conhecimento dos Temas da Biologia, presente em 13 conhecimentos, seguido do subdomínio do Conhecimento da Estrutura da Biologia, presente em 2 conhecimentos e o subdomínio Conhecimento da Natureza da Ciência, presente em 1 conhecimento (Figura 3).

Figura 3. Conhecimentos encontrados no Livro “#contato Biologia”.

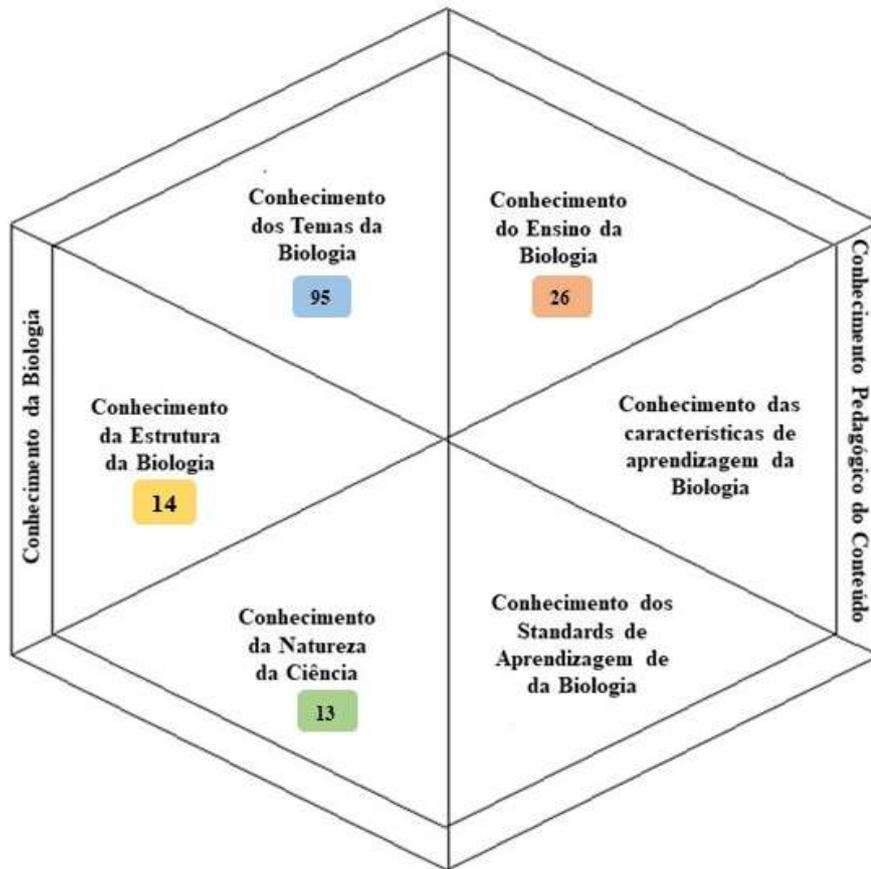


Fonte: Autores, adaptado de Luís; Carrillo (2020).

3.3 Discussão geral dos resultados

As seis coleções analisadas totalizaram 148 conhecimentos. Destes, 122 fazem parte do domínio do *Conhecimento da Biologia* e 26 pertencem ao domínio do *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*. Na Figura 4 apresentamos a quantidade de conhecimentos por subdomínio na adaptação do modelo elaborada pela primeira autora.

Figura 4. Total de conhecimentos encontrados nas seis coleções didáticas.



Fonte: Autores, adaptado de Luís; Carrillo (2020).

O subdomínio com maior número de conhecimentos encontrados foi o do *Conhecimento dos Temas da Biologia*, com 96 conhecimentos. Marques (2020), em sua pesquisa, analisou três artigos científicos configurados como relatos de experiência de Ensino, identificou o total de 34 conhecimentos provenientes deste subdomínio. Atribuímos o número elevado de conhecimentos desta análise em razão de o livro didático possuir um aspecto mais conteudista, devido à grande quantidade de informações e detalhes presentes em cada tema abordado.

Em se tratando do grande volume de informações dos livros didáticos, é importante ressaltar a Teoria da Carga Cognitiva, que trata sobre as limitações da nossa memória de curto prazo (ou Memória de Trabalho) em armazenar novos itens (Sweller, 2003 *apud* Souza, 2010). Segundo Souza (2010), essas limitações da Memória de Trabalho condicionam a forma como se aprende, devendo, por lógico, condicionar também a forma como se ensina. Desta

forma, é importante que os livros didáticos ofereçam esquemas⁴ adequados para que o ensino dos conteúdos seja eficaz e haja redução na carga cognitiva.

Ainda no domínio do *Conhecimento da Biologia*, os subdomínios do *Conhecimento da Estrutura da Biologia* e *Conhecimento da Natureza da Ciência* também foram identificados totalizando 14 e 13 conhecimentos, respectivamente. Os números de conhecimentos superaram aqueles encontrados por Marques (2020), que obteve o total de 5 e 3 conhecimentos, respectivamente. Este fato, talvez seja associado aos artigos analisados pela autora relatarem atividades teórico-práticas, que possibilitam melhor o trabalho dos demais subdomínios do domínio do *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*.

Apesar da riqueza de representações gráficas e esquemáticas dos livros didáticos de maneira geral, os conteúdos que abordavam as mudanças climáticas geraram apenas 26 conhecimentos, todos eles pertencentes ao *Conhecimento do Ensino da Biologia*. Marques (2020), por outro lado, obteve o total de 41 conhecimentos relacionados a este subdomínio, apresentando também o total de 27 conhecimentos do subdomínio *Conhecimento das Características da Aprendizagem da Biologia* e 8 conhecimentos do subdomínio *Conhecimento dos Standards de Aprendizagem da Biologia*. Apesar de não termos encontrados os conhecimentos acima citados, supomos que a disposição dos textos e das figuras nos livros didáticos tornam implícitos os conhecimentos presentes no domínio do *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*.

De maneira geral, observamos que o Domínio da Biologia se destacou nesta pesquisa pelo livros didáticos possuírem como característica principal, a função descritiva dos conteúdos. É possível que este padrão se dê devido a “grande parte dos professores brasileiros o transformar no principal ou, até mesmo, único instrumento a auxiliar o trabalho nas salas de aula e as editoras, por sua vez, oferecerem um produto voltado, principalmente, para se adaptar a esta realidade precária vivenciada pelos professores brasileiros”, conforme abordado por Silva (2012, p. 806).

Na análise dos seis livros didáticos, que constituíram o *corpus* documental deste trabalho, identificamos 15 conexões entre os subdomínios (Quadro 4), com maior relevância entre os subdomínios do *Conhecimento dos Temas da Biologia* e *Conhecimento do Ensino da Biologia*, assim como apresentado por Marques (2020), que também apresentou grande expressividade no subdomínio *Características da Aprendizagem da Biologia* (KFLB).

⁴ Esquemas podem ser definidos como estruturas mentais utilizadas para organizar o conhecimento. Presume-se que os esquemas permitem muitos elementos serem tratados como um único elemento na Memória de Trabalho e, como resultado, mais capacidade de Memória de Trabalho é liberada (Sweller, 2003 *apud* Souza, 2010).

Quadro 6. Conexões entre os subdomínios.

| Conexões entre os subdomínios | Número de conexões | Domínios pertencentes |
|-------------------------------|--------------------|--|
| KoBT ↔ KSB | 4 | Conhecimento da Biologia |
| KoBT ↔ KNoS | 2 | Conhecimento da Biologia |
| KNoS ↔ KSB | 2 | Conhecimento da Biologia |
| KoBT ↔ KBT | 6 | Conhecimento da Biologia e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo |
| KNoS ↔ KSB ↔ KBT | 1 | Conhecimento da Biologia e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo |

Legenda: KoBT. Subdomínio do Conhecimento dos Temas da Biologia/ KSB. Subdomínio do Conhecimento da Estrutura da Biologia/ KNoS. Subdomínio do Conhecimento da Natureza da Ciência/ KBT. Subdomínio do Conhecimento do Ensino da Biologia.

Fonte: Autores.

Supomos que o maior número de conexões entre estes subdomínios resulte da complementação dos conceitos abordados por meio de esquematizações, gráficos ou imagens, que é característico dos livros didáticos e fortalece o processo de ensino e aprendizagem. Marques (2020, p. 98) aponta que a maior importância das conexões, que caracteriza a especialização do conhecimento, está “em como esses conhecimentos se tornam especializados do professor de Biologia ao estabelecer as conexões entre eles e ao permearem durante a prática docente”.

As conexões entre os conhecimentos especializados são amparadas na reflexão e construção de uma visão integradora de conceitos e propriedades a partir do raciocínio em busca de promover a formação, desenvolvimento e 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, p. 92).

Para além dos subdomínios identificados, também merece destaque refletir sobre a abordagem da crise climática nos livros didáticos analisados. Percebemos que a temática é apresentada em todas as obras considerando a perspectiva mista, que atribuiu as alterações climáticas tanto as causas naturais, mas acelerada devido a ação humana. Os autores apresentam dados científicos atuais, de agências renomadas e, apesar de abordarem os temas “Efeito Estufa”, “Aquecimento Global”, “Destrução da Camada de Ozônio”, “Poluição” e

“Sustentabilidade” sob olhar crítico, alguns destes foram abordados de maneira superficial, principalmente nos textos em que o tema “Sustentabilidade” foi explorado, apresentando conceitos e exemplos mais voltados para a consciência pessoal, o que reflete as pesquisas atuais.

As pesquisas em mudanças ambientais globais têm, até o presente momento, examinado muito menos os problemas institucionais – os sistemas sociopolíticos causadores dos problemas. Pesquisas focadas nesses sistemas serviriam não só para diagnosticar as causas e as raízes sociopolíticas e institucionais dos impactos físicos e sociais, como também poderiam contribuir para o conhecimento essencial que possa guiar tentativas de transformação efetiva, democrática e sábia – conhecimento rigorosamente gerado e julgado por pares pelos processos padronizados para publicação científica (Lahsen, Marcovitch & Haddad, 2017, p. 254).

A visão catastrófica observada por Rumenos (2016) nos livros didáticos do Ensino Fundamental do PNLD 2014-2016 não foi fortemente evidenciada nas obras escolhidas, mas alguns trechos analisados podem tender para esta abordagem, que podem desenvolver nos estudantes a sensação de que nada se faz para resolução desta problemática, descaracterizando o esforço de instituições de pesquisas nacionais e internacionais em produzir estudos sobre os impactos provenientes da crise climática e suas medidas de mitigação.

4. Considerações Finais

Neste trabalho pudemos caracterizar o conhecimento especializado acerca da crise climática em seis livros didáticos da área, aprovados pelo PNLD 2018-2020, fazendo uso do modelo teórico do Conhecimento Especializado de Professores de Biologia como ferramenta metodológica e analisamos os episódios de ensino com o auxílio do instrumento de análise do MTSK, com suas devidas adaptações para o BTK. Com base na análise realizada, pode-se concluir que o objetivo deste trabalho foi alcançado com sucesso.

Para além dos subdomínios identificados, também merece destaque refletir sobre a abordagem da crise climática nos livros didáticos analisados. Percebemos que a temática é apresentada em todas as obras considerando a perspectiva mista, que atribuiu as alterações climáticas tanto as causas naturais, mas acelerada devido a ação humana, o que demonstra atualização e preocupação por parte dos autores dos livros didáticos em prol de trazer informações e conhecimentos atuais e condizentes com a visão adotada pelos principais órgãos

de estudos climáticos, como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os livros apresentaram dados científicos atuais, de agências renomadas e abordam os temas “Efeito Estufa”, “Aquecimento Global”, “Destruição da Camada de Ozônio”, “Poluição” e “Sustentabilidade” sob olhar crítico, convidando os estudantes a refletirem a respeito. De maneira geral, apenas o último tema foi explorado de maneira superficial na maior parte das obras, uma vez que apresentou apenas conceitos e exemplos voltados para a consciência pessoal, perdendo a oportunidade de abordar o assunto de forma ampla, que fomentassem a criação e manutenção de sociedades sustentáveis e políticas públicas governamentais em prol da Sustentabilidade.

No atual panorama político de nosso país, é de grande importância falar sobre a crise climática, uma vez que o negacionismo cresce à medida que os governantes se aproveitam da incredulidade social quanto as catástrofes ambientais, comumente vivenciados de Norte a Sul do Brasil e do mundo, intensificados pelo desenvolvimento nos diversos setores econômicos, que invisibilizam seus impactos a longo prazo para o ambiente e a sociedade.

Acreditamos que a principal relevância deste trabalho seja sua abrangência, uma vez que a análise foi desenvolvida em materiais que são veiculados nacionalmente. Desta forma, os professores que atuam em sala de aula do país, bem como os autores das obras analisadas, podem ter acesso aos conhecimentos que foram mobilizados para escrita dos livros didáticos e compreender suas conexões, assim como as reflexões oriundas desta análise.

Por se tratar de um modelo teórico recente, é de grande importância que novas pesquisas sejam realizadas fazendo uso do BTKS como ferramenta investigativa, tanto para novas análises de livros didáticos, com outras temáticas, como também em pesquisas de campo, analisando os conhecimentos mobilizados em sala de aula por professores da disciplina.

Referências

Amabis, J. M., Martho, G. R. (2016). *Biologia Moderna: Ambis & Martho*. São Paulo: Moderna.

Ballerini, J. K. (2014). *Características da base de Conhecimentos de Professores no Ensino de Biologia Celular a partir de um curso de formação continuada*. Dissertação (Mestrado em

Educação para a Ciência), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, Brasil.

Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo* (3a ed.). Lisboa: Edições 70.

Barreto, M. M. (2009). *Análise de livros didáticos de geografia do ensino fundamental considerando diferentes hipóteses sobre o aquecimento global e as mudanças climáticas*. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Bittencourt, C. (2003). Livros didáticos entre textos e imagens. In: *O Saber histórico na sala de aula* (8a ed.). São Paulo: Contexto.

Bizzo, N. (2016). *Integralis - Biologia: Novas Bases*. Volume 3. São Paulo: IBEP.

Brasil. (2017). *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica.

Brasil. (2017). *PNLD 2018: biologia – guia de livros didáticos – Ensino Médio*. Secretária de Educação Básica/Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica.

Carrillo, J., Avila, D. I. E., Mora, D. V. & Medrano, E. F. (2014). *Un marco teórico para el conocimiento especializado del profesor de matemáticas*. Universidad de Huelva Publicaciones.

Costa, E. A. (2013). *Análise de livros didáticos de biologia do ensino médio quanto ao tema “poluição” numa perspectiva CTS/CTSA*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, Brasil.

Delaqua, F. A. & Bassoli, F. (2013) Ciência acrítica: o aquecimento global nos livros didáticos de biologia. In: Congresso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciencias, 10. *Anais... [...]* Girona, Barcelona, Espanha.

Duré, R. C., Andrade, M. J. D. & Abílio, F. J. P. (2018). Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de Ensino Médio relaciona com o seu cotidiano? *Experiências em Ensino de Ciências*, 13 (1), 259-272.

Fernandez, C. (2011). PCK - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - VIII ENPEC. *Anais... [...]* Campinas, São Paulo, Brasil.

Fernandez, C. (2015). Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. *Revista Ensaio*, 17 (2,) 500-528.

Goes, L. F. (2014). *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: estado da arte no campo da educação e no ensino de Química*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Goes, L. F. & Fernandez, C. (2018). Reflexões metodológicas sobre pesquisas do tipo estado da arte: investigando o conhecimento pedagógico do conteúdo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 94-118.

Krasilchik, M. (2005). *Prática de Ensino de Biologia* (4a ed). São Paulo: Universidade de São Paulo.

Lahsen, M., Marcovitch, J. & Haddad, E. (2017). Dimensões Humanas e Econômicas das Mudanças Climáticas. In: *Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar*. São José dos Campos, São Paulo: INCT.

Lima, S. S., Darsie, M. M. P. & Mello, G. J. (2020). Análise comparativa dos modelos usados como ferramenta metodológica nas pesquisas sobre o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK) de professores de Física no Brasil. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37 (1), 79-104.

Linhares, S., Gewandsnajder, F., Pacca, H. (2016). *Biologia Hoje*. (3a ed.) Volume 3. São Paulo: Ática.

Luís, M & Carrillo, J. (2020). O modelo do conhecimento especializado do professor de Biologia (BTSK). *REnCiMa*, 11(7), 19-36.

Mantovani, K. P. (2009). *O Programa Nacional do Livro Didático - PNLD: impactos na qualidade do ensino público*. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Marques, M. (2020). *Conhecimento Especializado de Professores de Biologia: análise de relatos de prática no Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado em Ensino), Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Estado de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Marques, M., Moriel Junior, J. G. (2020). Conhecimentos Especializados de Professor de Biologia mobilizados em uma aula prática sobre Interações Ecológicas. *Revista REAMEC*, 8 (2), 253-271.

Minayo, M. C. S.(2002). Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: *Pesquisa social: teoria, método e criatividade* (21a ed.) Petrópolis: Vozes.

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.

Ogo, M. Y., Godoy, L. P. (2016). *#contato biologia*, 3º ano. São Paulo: Quinteto.

Rojas, N., Flores, P., & Carrillo, J. (2013). Caracterización del conocimiento matemático para la enseñanza de los números racionales. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 4, 47-64.

Rumenos, N. N. (2016). *O tema Mudanças Climáticas nos livros didáticos de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental II: um estudo a partir do PNLD 2014*. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, São Paulo, Brasil.

Sato, M., Silva, R. & Jaber, M. (2018). *Educação Ambiental: tessituras de esperanças*. Cuiabá: Editora Sustentável, EdUFMT.

Silva, E. M. (2019). O papel da Educação Ambiental nas ações de combate as Mudanças Climáticas. *Revbea*, 14 (2), 388-397.

Silva Júnior, C., Sasson, S., Caldini Júnior, N. (2016). *Biologia I*. (12a ed.) Volume 1. São Paulo: Saraiva.

Soares, S. T. C. (2019). *Conhecimento Especializado de Professores de Química: Proposta de Modelo com detalhamento do Conhecimento dos Tópicos*. Dissertação (Mestrado em Ensino), Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Estado de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Souza, N. P. C. (2010). *Teoria da Carga Cognitiva: origem, desenvolvimento e diretrizes aplicáveis ao processo ensino-aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas), Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil.

Souza, P. (2017). *Abordagens ambientais verificadas no livro didático de Biologia e a Prática Pedagógica dos professores*. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí, Jataí, Goiás, Brasil.

Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. *The Psychology of Learning and Motivation*, 43, 215-266.

Press, 2003

Thompson, M., Rios, E. P. (2016). *Conexões com a Biologia*. (2a ed.) Volume 1. São Paulo: Moderna.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Katherine Iasmin Lima Rossito Carneiro – 60%

Geison Jader Mello – 25%

Jeferson Gomes Moriel Junior – 15%