



ANÁLISE DO CONTEÚDO “DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA” NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: DA ORIGEM DA VIDA À BIOTECNOLOGIA

ANALYSIS OF THE CONTENT “ORGANIC DECOMPOSITION” IN BIOLOGY TEXTBOOKS: FROM THE ORIGIN OF LIFE TO BIOTECHNOLOGY

ANÁLISIS DEL CONTENIDO “DESCOMPOSICIÓN ORGÁNICA” EN LIBROS DE TEXTO DE BIOLOGÍA: DEL ORIGEN DE LA VIDA A LA BIOTECNOLOGIA

Paulo Herton Costa



Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (Profbio CAV/UFPE)
Professor do ensino médio da rede estadual de ensino de Pernambuco
paulocostajr_25@hotmail.com

Simão Dias Vasconcelos



Doutorado em Zoologia Aplicada (Oxford, Grã-Bretanha)
Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Docente do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (Profbio CAV/UFPE)
simao.vasconcelosfo@ufpe.br

Resumo

O livro didático é o principal recurso adotado na escola pública e sua leitura crítica contribui para uma utilização mais eficiente, especialmente no caso de conteúdos abordados ao longo das três séries do ensino médio, como “Decomposição Orgânica” (DO). Nesta pesquisa, analisamos seis coleções de Biologia para o Ensino Médio, buscando caracterizar a abordagem do conteúdo nas diferentes séries, sua contextualização, profundidade, articulação com outras disciplinas e sua valorização na Biologia Aplicada. De modo geral, DO é abordado de forma satisfatória e em diversos momentos, em todos os livros. Observamos interdisciplinaridade da Biologia, especialmente com a Química, e uma ênfase aplicada à Biotecnologia, à Ecologia da Conservação e à Entomologia Forense. Concluímos que a DO vem sendo abordada satisfatoriamente nas três séries do ensino médio, especialmente nos conteúdos Origem da Vida, Ecologia de Populações, e Ciclos Biogeoquímicos.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Material Didático. Francesco Redi. Insetos.

Recebido em: 3 de janeiro de 2022.

Aprovado em: 23 de março de 2022.

Como citar esse artigo (ABNT):

COSTA, Paulo Herton; VASCONCELOS, Simão Dias. Análise do conteúdo “decomposição orgânica” nos livros didáticos de Biologia: Da origem da vida à biotecnologia. **Revista Prática Docente**, v. 7, n. 1, e030, 2022.

<http://doi.org/10.23926/RPD.2022.v7.n1.e030.id1411>



Abstract

The textbook is the main resource used in public schools and its critical reading contributes to a more efficient use, especially in the case of contents covered throughout the three grades of high school, such as “Organic Decomposition” (OD). In this research, we analyzed six collections of Biology for High School, seeking to characterize the approach to the content in different grades, its contextualization, depth, articulation with other subjects and its valorization in Applied Biology. In general, OD is presented satisfactorily and at different times, in all books. We observed some interdisciplinarity in Biology, especially with Chemistry, and an emphasis applied to Biotechnology, Conservation Ecology and Forensic Entomology. We conclude that OD has been addressed satisfactorily in the three grades of high school, especially in the contents Origin of Life, Population Ecology, and Biogeochemical Cycles.

Keywords: Biology Teaching. Didactic Material. Francesco Redi. Insects.

Resumen

El libro de texto es el principal recurso utilizado en las escuelas públicas y su lectura crítica contribuye a un uso más eficiente, especialmente en el caso de contenidos cubiertos a lo largo de los tres grados del bachillerato, como “Descomposición Orgánica” (DO). En esta investigación analizamos seis colecciones de Biología para Bachillerato, buscando caracterizar el abordaje del contenido en diferentes grados, su contextualización, profundidad, articulación con otras materias y su valoración en Biología Aplicada. En general, la DO se presenta satisfactoriamente y en diferentes momentos, en todos los libros. Observamos cierta interdisciplinaria en Biología, especialmente con Química, y un énfasis aplicado a Biotecnología, Ecología de la Conservación y Entomología Forense. Concluimos que el DO se ha abordado satisfactoriamente en los tres grados de la escuela secundaria, especialmente en los contenidos Origen de la vida, Ecología de poblaciones y Ciclos biogeoquímicos.

Palabras clave: Enseñanza de Biología. Material Didáctico. Francesco Redi. Insectos.



1 INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O LIVRO DIDÁTICO DE BIOLOGIA

O livro didático (LD) é ferramenta chave no ensino básico, pois, em muitas realidades, representa o único material de apoio didático disponível para alunos e professores, norteando a seleção e a sequência dos conteúdos (VASCONCELOS; SOUTO, 2003). No caso da Biologia, o LD tem sido um forte estabilizador do ensino teórico e fragmentário dessa ciência, frequentemente limitando o papel do professor como planejador e executor do currículo (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Vasconcelos e Souto (2003, p. 94) destacam que “historicamente, livros didáticos têm sido compreendidos como agentes determinantes de currículos, limitando a inserção de novas abordagens e possibilidades de contextualização do conhecimento”. Ao utilizar o LD como um manual inflexível a nortear suas aulas, o docente corre o risco de se transformar em um “transmissor mecânico dos conteúdos do livro de texto” (GIL-PÉREZ; CARVALHO, 2006, p. 21).

Para Batista, Cunha e Cândido (2010, p. 146), o professor deve estar apto a “utilizar esse recurso para suscitar nos alunos experiências pedagógicas significativas, diversificadas e alinhadas com a sociedade em que estão inseridos, que são exigências do contexto educacional contemporâneo”. De acordo com Freitag, Costa e Motta (1997, p. 140): “Caberá ao professor controlar a médio e longo prazo a qualidade do livro didático. É sua a responsabilidade de, daqui para frente, quebrar o círculo vicioso da reprodução da mediocridade”. Assim, espera-se do professor uma análise crítica do LD e de suas apropriações.

Para Alvarez (1991), a escolha do LD é uma das autonomias do professor no exercício de sua profissão. Porém, diversos obstáculos impedem a concretização dessa autonomia: condições precárias de trabalho; grande número de coleções a serem analisadas, e, particularmente, lacunas em sua formação profissional. Segundo Vilarinho e Silva (2015), ao ficarem circunscritos aos Guias do Livro Didático, as escolas e os professores comprometem sua autonomia didático-pedagógica. Não sem razão, leituras críticas pessimistas parecem permear a maioria das pesquisas sobre a elaboração, utilização e abordagem dos conteúdos no LD.

Sob uma perspectiva otimista, percebe-se significativa melhoria na qualidade do LD a partir do Programa Nacional do Livro Didático desenvolvido pelo Ministério da Educação, o qual, em 2008, passou a incluir a avaliação de livros de Biologia do Ensino Médio (PNLDEM). Mais do que “eliminar” obras inadequadas, o atendimento a critérios científicos, éticos e



inclusivos dos editais ao longo dos últimos anos contribuiu para a editoração de obras que privilegiam um olhar mais investigativo e contextualizado do conhecimento científico. Omissões e imperfeições ainda estão presentes, e é papel da pesquisa contribuir para este debate.

Em recente revisão sobre artigos com temática de análise em LD publicados em periódicos científicos internacionais, o Brasil se situa em posição constrangedora – juntamente com outros países da América do Sul, responde por menos de 6% de artigos em periódicos indexados pelo *Journal of Citation Reports*, comparado a 17% de artigos publicados por pesquisadores da Turquia, por exemplo (VOJÍR; RUSEK, 2019). Esta posição se refere a periódicos indexados pelo JCR – e maioria das revistas de Educação/Ensino do Brasil não está vinculada a este indexador. Ainda assim, participação é tímida, uma vez que o mercado editorial do LD no país corresponde a 51% de todos os livros publicados, e, para se ter uma noção da magnitude do universo explorado, apenas em março de 2020, 170 milhões de LD foram enviados a escolas públicas de todo o país.

Pesquisas sobre o LD de Biologia variam de objetivo, como: detectar erros conceituais (TOMOTANI; SALVADOR, 2017), analisar se o conteúdo é abordado em profundidade satisfatória (FREIRE *et al.*, 2016), ou, ainda, elencar obstáculos epistemológicos na abordagem de conteúdos específicos (LOPES; VASCONCELOS, 2012; NIEBISCH; SOUZA, 2016). Outros pesquisadores avaliaram a inserção de atividades práticas e a contribuição de experimentações na aprendizagem (LACERDA; ABÍLIO, 2017) e a análise de imagens nos LD (BRAUNSTEIN; EICHLER, 2017). Lopes e Vasconcelos (2012) analisaram o conteúdo teórico, os recursos visuais, as atividades propostas e o material do professor sobre o conteúdo “Filogenia” em LD do ensino médio. A coerência interna do discurso em LD – e de seus avaliadores – foi investigada tendo como tema os sistemas biológicos (ROSEMAN; STERN; KOPPAL, 2010). Por fim, critérios sociológicos foram adotados para avaliar a construção sócio-histórica do conhecimento em Biologia (PINHEIRO; ECHALAR; QUEIROZ, 2021) e a representação imagética de populações negras e os povos originários (OLIVEIRA; ROSA; FURTADO, 2021).

Na análise de LD, é fundamental investigar em que momentos o conteúdo é abordado e como este dialoga com outros campos do conhecimento. Com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a integração entre os saberes no LD é ainda mais crítica,



pois o documento defende que os conteúdos sejam trabalhados na forma de uma “espiral” de conhecimento, a fim de que o núcleo do conteúdo seja alimentado e se conecte a outros saberes.

Entretanto, análises do LD de Biologia raramente priorizam a interdisciplinaridade, que é compreendida quando duas ou mais disciplinas interagem entre si, podendo ir da simples comunicação de ideias até a integração mútua dos conceitos, da metodologia e dos procedimentos (JAPIASSU; MARCONDES, 1993). Diversos conteúdos se prestam a este olhar múltiplo, assim, “Decomposição Orgânica” (DO) foi escolhida, por sua complexidade, pertinência, interdisciplinaridade e aplicabilidade – nos processos de manutenção da vida em nosso planeta, e na geração de produtos e tecnologias. Neste cenário, surpreende a escassez de pesquisas sobre o ensino e a abordagem deste conteúdo nos LD.

1.2. POR QUE ANALISAR O CONTEÚDO “DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA”?

O conceito decomposição orgânica, por sua natureza, presta-se a uma abordagem interdisciplinar no ensino de Biologia e fornece um modelo interessante para estudos teóricos. A importância da decomposição para o equilíbrio dos sistemas biológicos é ressaltada:

A decomposição contribui para o funcionamento global dos ecossistemas, contribuindo para a reciclagem de nutrientes, o fluxo de energia e a limitação do acúmulo de biomassa. Os organismos decompositores que influenciam este processo formam comunidades diversas, complexas e altamente dinâmicas, que geralmente se especializam em diferentes recursos vegetais ou animais (BENBOW *et al.*, 2019, p. 2) (tradução nossa).

Comumente, a DO é reconhecida como um processo essencialmente microbiano mediado por fungos e bactérias, mas estudos empíricos revelam a importância crucial de outros organismos, incluindo um grupo peculiar de seres vivos que ajudam a acelerar este processo: os insetos necrófagos. A interação entre os diversos organismos associados a matéria animal em decomposição é tão complexa que originou um conceito específico, o necrobioma.

O necrobioma é o ecossistema no qual comunidades de organismos associados a um recurso efêmero em decomposição, como carcaças e cadáveres, interagem, mediadas por complexas interações tróficas e comportamentais. Além de microrganismos, este processo envolve outros seres vivos que ajudam a desencadear o processo, como fungos, nematoides e insetos (BENBOW *et al.*, 2019). No caso dos insetos necrófagos, a matéria em decomposição serve como fonte proteica para o adulto ou a larva, como um substrato para postura de ovos, e para o desenvolvimento de suas larvas. A íntima associação de insetos com cadáveres, bem como o padrão de colonização, subsidia uma fascinante interface da Biologia com a Criminalística: a Entomologia Forense.



O estudo de seres vivos associados à decomposição permite ao estudante se apropriar dos grandes avanços da história das Ciências, como os experimentos que investigaram teorias sobre a Origem da Vida, dos quais se destaca o extraordinário experimento conduzido por Francesco Redi em 1668, no qual a comprovação da associação entre insetos e matéria orgânica em decomposição foi crucial para derrubar teorias ligadas à Abiogênese. Nas palavras do próprio Redi,

... tudo o que vemos hoje nascer na terra vem de sementes reais de plantas e animais, que conservam sua espécie por seus próprios meios. E embora observemos todos os dias que um número infinito de vermes nascem de cadáveres de animais e todos os tipos de plantas em decomposição, estou inclinado a acreditar que todos esses vermes vêm de sua semente parental, e que a carne e a grama e todas as outras coisas putrefatas não desempenham nenhum papel na geração de insetos, exceto fornecer um adequado lugar ou ninho para (...) se alimentarem; e se a semente mencionada acima não for trazida para o ninho por seus pais, nada - absolutamente nada - é gerado ou nascido nele (REDI, 1668, p. 10 *apud* PARKE, 2014) (tradução nossa).

Outras áreas das Ciências da Natureza, como a Ecologia, apropriam-se de conceitos relacionados à DO para o estudo de ciclos biogeoquímicos, teias tróficas terrestres, biodiversidade, conservação ambiental, entre outros. Sob uma perspectiva didática e filosófica, o conteúdo DO se adequa a análises complexas e seu entendimento exige a validação de conceitos complexos e heterogêneos. Os pressupostos “referem-se implícita ou explicitamente a diferentes aspectos da prática científica, como ontologia e epistemologia; os conceitos possuem graus díspares de concretude e abstração e estão associados a aspectos intra- ou interdisciplinares de organização” (SCHIZAS; KATRANA, STAMOU, 2013, p. 182). Os autores demonstram que os estudantes percebem a decomposição como um processo associado a matéria “morta” animal ou vegetal, excluindo outros substratos, como fezes, e troncos de árvores, mas constroem associações com conceitos chave como “microrganismo”, “reciclagem” e “fertilidade” (SCHIZAS; KATRANA, STAMOU, 2013).

A partir da vivência no ensino médio de escolas públicas, na Licenciatura em Ciências Biológicas, e na pesquisa em Ecologia da Decomposição, esta pesquisa teve como problema de pesquisa examinar a abordagem do conteúdo DO nos livros didáticos e o reconhecimento do papel de outros seres vivos, como os invertebrados, neste processo. Manteve-se um especial interesse em observar se as coleções descrevem o experimento de Francesco Redi como um exemplo de procedimento controlado para formulação de hipóteses e registro metucioso de resultados visando à consolidação de uma teoria, no caso a Biogênese, a partir de princípios relacionados à decomposição.



Tendo esse pressuposto norteador, buscou-se caracterizar a abordagem do conteúdo “Decomposição Orgânica” em LD de Biologia do Ensino Médio recomendados pelo PNLEM. Especificamente, objetivou-se investigar se o tema é contemplado nas coleções e nas diferentes séries; em que momentos/tópicos do planejamento curricular o conteúdo é abordado; se o LD oferece oportunidades de apresentar o conteúdo de forma contextualizada e interdisciplinar, e, por último, se o livro oportuniza discussões sobre a aplicabilidade do conhecimento sobre decomposição em atividades práticas na sociedade.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1. COLEÇÕES ANALISADAS

A análise se baseou em uma pesquisa exploratória, de caráter quali-quantitativo, utilizando como procedimento metodológico a pesquisa documental, isto é, tendo como fonte primária material já disponível, a ser analisado sob uma nova perspectiva com problema de pesquisa original (GRAY, 2012). A amostra foi constituída por seis coleções de LD de Biologia para o Ensino Médio, todas compostas por três volumes (Quadro 1) perfazendo 18 volumes. Para seleção da amostra, realizou-se uma sondagem dos livros de Biologia amplamente usados pelos professores de Biologia da rede pública estadual de Pernambuco, e que figuram entre as coleções mais utilizadas em outras regiões do país (FERREIRA; JUSTI, 2004). A fim de garantir a atualização do conteúdo, foram selecionadas apenas coleções publicadas a partir de 2016.

1 - Coleções de livros didáticos utilizados como amostra na pesquisa

Título	Edição / Ano	Autor	Editora
Biologia: Ensino Médio	12 ^a ed. 2017	César, Sezar, Caldini	Saraiva
Biologia Moderna	1 ^a ed. 2016	José Mariano Amabis; Gilberto Rodrigues Martho	Moderna
Biologia Hoje	3 ^a ed. 2017	Sérgio Linhares; Fernando Gewandsznajder; Helena Pacca	Ática
Bio	3 ^a ed. 2017	Sônia Lopes, Sergio Rosso	Saraiva
Conexões com a Biologia	2 ^a ed. 2016	Miguel Thompson; Eloci Peres Rios	Moderna
Biologia: Unidade e Diversidade	1 ^a ed. 2016	José Arnaldo Favaretto	FTD

Fonte: Dados da pesquisa.



2.2. CRITÉRIOS DE LEITURA CRÍTICA

Tendo como tema norteador “Decomposição Orgânica”, os critérios utilizados para a leitura crítica dos livros foram a abordagem, a sequência e a contextualização do conteúdo, como descritos no Quadro 2. Priorizou-se uma abordagem qualitativa, especificando inicialmente se o tema é contemplado, em que momentos, e em quais séries. Considerando que o LD deve oferecer condições mínimas para a compreensão de um tema, objetivou-se observar se o conteúdo é suficientemente completo para entender o fenômeno, suas causas, e implicações.

Quadro 2 - Critérios utilizados na leitura crítica dos LD da amostra de pesquisa

Abordagem do conteúdo
O tema é contemplado nas três séries do ensino médio? () sim () não
Sequência da abordagem do conteúdo
Em que tópicos/temas ao longo do volume e entre os volumes o conteúdo é abordado a partir de três grandes componentes curriculares da Biologia? () Origem da Vida () Biodiversidade () Ecologia () Ciclos Biogeoquímicos () Outros
Profundidade da abordagem
Para esta categorização, três categorias foram elaboradas: a) <i>insuficiente</i> , se a abordagem não oportuniza condições mínimas para que o conceito seja plenamente construído b) <i>suficiente</i> : o conteúdo é abordado, de forma a permitir a compreensão dos principais conceitos. c) <i>muito bom</i> , se a coleção, além de apresentar o conteúdo, explica os agentes e processos envolvidos, contribuindo para entender as implicações do fenômeno.
Interdisciplinaridade
A abordagem do conteúdo DO dialoga com conteúdos de outras disciplinas (História, Geografia, Português, Matemática, Artes), por meio de textos, referências, imagens, figuras ou exercícios/atividades? () Sim () Não
Oportunidades de contextualização
O LD oportuniza exemplos de aplicabilidade do conhecimento para a Ciência e Tecnologia (por exemplo, Saúde, Biotecnologia, Criminalística, Meio Ambiente)? () Sim () Não

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise teve como ponto de partida quatro tópicos nos quais o conteúdo DO poderia ser abordado, de acordo com os componentes curriculares do ensino médio: “Origem da Vida”,



“Ecologia”, “Biodiversidade” e “Ciclos Biogeoquímicos”. A abordagem do experimento de Francesco Redi sobre teorias de origem da vida foi considerada um tópico diretamente relacionado ao processo de DO, e para esta leitura crítica, buscou-se detectar como as coleções abordam este marco teórico do conhecimento biológico.

As possibilidades de contextualização do conteúdo DO sob a perspectiva da Ciência e Tecnologia, categorizadas como “Biologia Aplicada” envolveram a utilização prática dos conhecimentos sobre decomposição no entendimento e resolução de problemas práticos, os quais podem incluir “Reciclagem”, “Saúde e Meio Ambiente”, “Biotecnologia”, “Conservação de biodiversidade”, “Criminalística”, “Conservação de alimentos”, entre outros. Adicionalmente, verificaram-se algumas possibilidades de diálogo da Biologia com outras áreas das Ciências Naturais, como Física, Química, Geologia, ou ainda com outras disciplinas como História, Geografia, Português, Matemática e Artes (Quadro 2).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez que esta pesquisa não teve natureza avaliatória, optou-se por registrar os resultados da leitura crítica de forma descritiva, apontando e discutindo as pontuações sem mencionar especificamente a coleção referida. Neste percurso, as oportunidades de abordagem do conteúdo são discutidas sob uma perspectiva da valorização do LD e das possibilidades de uso pelo professor.

3.1. ABORDAGEM, CRONOLOGIA E PROFUNDIDADE DO CONTEÚDO DO NAS COLEÇÕES

O conteúdo “Decomposição Orgânica” está presente em todos os 18 volumes das seis coleções, sendo apresentado em diversos tópicos e temas, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Série, tópico geral e tema específico nos quais houve inserção do conteúdo Decomposição Orgânica nas coleções amostradas

Série	Tópico	Tema	% das coleções
1 ^a	Origem da Vida	Abiogênese x Biogênese (Experimento de Redi)	100%
2 ^a .	Biodiversidade	Reino Monera	100%
		Reino Fungi	100%
		Zoologia dos Invertebrados	66,7%
3 ^a .	Ecologia	Níveis tróficos e Teia alimentar	100%
		Sucessão Ecológica	100%
		Nicho Ecológico	100%
		Ciclos Biogeoquímicos	100%



Todas	Biologia Aplicada	Meio Ambiente e Conservação	100%
		Reciclagem	100%
		Saúde	100%
		Biotecnologia	33,3%
		Criminalística	33,3%
		Conservação de Alimentos	16,7%

Fonte: Dados da pesquisa.

Em “Origem da Vida”, o conteúdo DO esteve presente em todas as coleções (100%), as quais descreveram, em diferentes graus de detalhe, o experimento de Redi, considerado um marco experimental fundamental na História da Biologia. Ao realizá-lo, em 1668, Redi utilizou diferentes tratamentos para observar o aparecimento de larvas, a fim de comprovar que estas não surgiam de forma espontânea em matéria em decomposição. Após inúmeros protocolos, com diferentes substratos e repetições, utilizando recipientes abertos, vedados e parcialmente abertos, Redi concluiu que as larvas faziam parte do ciclo de vida de moscas, surgindo apenas nos tratamentos nos quais a carne esteve acessível a insetos adultos.

A abordagem sobre DO foi considerada “insuficiente” em uma das coleções (16,7%), a qual destinou apenas três linhas para descrever o experimento de Redi. Merecem destaque duas coleções (33,3%), com nível de abordagem classificado como “muito bom”, por apresentar detalhadamente este experimento. Uma das coleções apresentou a utilização de substratos diferentes, como peixes ou pedaços de carne, e os estágios de desenvolvimento observados, com o surgimento das larvas que se alimentavam da carne, até quando atingiam a fase de pupa. Outra coleção detalhou uma ilustração do modelo experimental original de Redi, incluindo uma reprodução das ilustrações originais.

Uma coleção cuja abordagem foi considerada “muito boa” se apropriou do experimento de Redi para destacar fundamentos da Metodologia Científica, apresentando um esquema sobre observação, elaboração de hipóteses, desenho experimental, coleta de dados, observação de resultados e elaboração de conclusões. Ainda sobre o experimento, as demais coleções tiveram uma abordagem considerada “suficiente”, apresentando informações resumidas sobre o procedimento experimental.

A abordagem mais frequente do conteúdo DO nas coleções foi observada nos tópicos de “Ecologia”, referenciando “Níveis Tróficos e Teia Alimentar” (100% das coleções), “Ciclos Biogeoquímicos” (100%), “Sucessão Ecológica” (66,6%), “Domínios Morfoclimáticos (Biomassas)” (100%) e “Papel Ecológico (Nicho)” (100%). A abordagem foi considerada “muito boa” em três coleções (50,0%), com informações detalhadas sobre fatores ambientais que interferem na decomposição, trazendo exemplos de seres decompositores. Ao trabalhar “Níveis



Tróficos e Teia Alimentar”, as coleções descreveram a importância dos decompositores (fungos e bactérias), que ocupam o último nível de transferência de energia entre organismos de um ecossistema e promovem a reciclagem da matéria orgânica, permitindo que sais minerais e nutrientes possam ser utilizados novamente pelos produtores. É importante destacar que uma coleção apresentou a cadeia de detritos resultantes da decomposição de organismos mortos, listando bactérias e fungos.

O papel dos decompositores no processo de “Sucessão Ecológica” foi mencionado nas coleções ao descreverem as modificações das condições iniciais de ambientes realizadas pelas comunidades pioneiras. À medida que morrem, as espécies pioneiras tornam o solo mais fértil em matéria orgânica, tornando o terreno mais rico em nutrientes e aumentando a capacidade de retenção de água. Uma das coleções (16,6%) abordou a sucessão em uma lagoa, ilustrando a ação dos decompositores, liberando nutrientes na água.

Sobre a ação de animais na DO, uma coleção (16,7%) trouxe como exemplo o besouro copronecrófago que se alimenta do esterco do gado, no qual larvas de moscas se desenvolvem, e, com isso, alteram a dinâmica da decomposição. Também foi abordada a participação de animais saprófagos que vivem em regiões profundas dos oceanos e se alimentam de plantas e animais mortos da zona fótica que caem lentamente em direção ao fundo através da “chuva de detritos”. O papel das formigas saúvas foi citado em uma das coleções, pois estes insetos sociais transportam nutrientes para camadas mais profundas do solo, ao aproveitar as folhas para “adubar” suas plantações de fungo. O material sofre decomposição, liberando sais minerais, beneficiando plantas de raízes mais profundas.

No estudo dos Biomas, as coleções relacionaram a DO com Florestas Tropicais, como a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica, cujo solo possui uma camada fértil de terra escura, formada pelo acúmulo de matéria orgânica (restos de plantas, animais e outros seres vivos) em diferentes estágios de decomposição. Ao abordar o equilíbrio de diferentes biomas, as coleções trataram sobre o retorno dos nutrientes ao solo, em sua forma inorgânica, assimilável pelas plantas. Uma das coleções explicita, ainda, a formação do húmus e o empobrecimento do solo em casos de desmatamento, associando a fertilidade à decomposição das folhas. Curiosamente, nenhuma das seis coleções abordou diretamente a DO na Caatinga, considerado o único bioma exclusivamente brasileiro.

Todas as coleções abordaram “Ciclos Biogeoquímicos” sob a perspectiva da DO, destacando a importância de bactérias decompositoras nos ciclos do Carbono, Nitrogênio e



Fósforo. Importante ressaltar que, ao descrever o fluxo de energia nos ecossistemas, uma coleção apresentou o modelo do fluxo energético, no qual a matéria orgânica armazenada e os seres decompositores são apresentados, diferentemente do modelo que utiliza as pirâmides de energia. Em duas coleções (33,3%), a abordagem foi considerada apenas “suficiente”, pois deixou de abordar o tema em conteúdos como Sucessão Ecológica e Papel Ecológico (Nicho). Por fim, em uma coleção (16,6%), a abordagem foi considerada “insuficiente”, visto que, além de não apresentar o tema em conteúdos de Ecologia, a DO, quando presente, foi apresentada de forma muito resumida, sem informações de como o processo ocorre na natureza.

No que diz respeito à “Biodiversidade”, o tema DO foi contemplado em todas as coleções, sendo a abordagem considerada “muito boa” em três delas (50,0%) e “suficiente” em outras três (50,0%), por descrever resumidamente a riqueza dos organismos decompositores. Todas destacaram a importância das bactérias como seres decompositores da matéria orgânica e seu papel fundamental na reciclagem dos nutrientes para sua reutilização na natureza. Duas delas (33,3%) citaram o envolvimento de bactérias não apenas na decomposição, mas também na eliminação de resíduos nocivos, atuando como recicladores e remediadores da natureza.

Apenas uma coleção (16,7%) citou o envolvimento do “Reino Protista” no processo de decomposição, exemplificando as algas na utilização no tratamento de esgoto em estações de tratamento de água, promovendo a decomposição aeróbia de resíduos orgânicos. Todas as coleções veicularam informações sobre a ação dos fungos saprófitos na decomposição da matéria orgânica morta e também alguns problemas causados por microrganismos, como o apodrecimento de alimentos e a deterioração de produtos – o que não deixa de se relacionar com o conteúdo DO.

Na “Zoologia”, a participação de minhocas (Annelida) na DO esteve presente em quatro coleções (66,7%), que informaram sua importância para a fertilidade do solo ao digerir a matéria orgânica dos detritos e, posteriormente, eliminar fezes que servem para adubar o solo, contribuindo na formação do húmus, com sais minerais necessários às plantas. Apenas duas coleções relataram o envolvimento de insetos no processo de decomposição orgânica. Uma delas, em particular, citou a participação de grande número de larvas e artrópodes adultos como detritívoros, pois contribuem na ciclagem de nutrientes no ambiente.



3.2. INTERDISCIPLINARIDADE E ABORDAGEM APLICADA DO CONTEÚDO DO NAS COLEÇÕES

Aspectos da interdisciplinaridade do conteúdo de Biologia nos LD foram investigados por Ferreira e Justi (2004), que buscaram detectar conexões entre tópicos de Biologia e Química na abordagem do conteúdo “DNA”. Ao observar a interdisciplinaridade da abordagem do conteúdo DO, levamos em consideração o envolvimento com conteúdos de História, Geografia, Matemática, Química, Física, Artes e Língua Portuguesa. Uma das coleções promove uma aproximação com a História e as Artes ao comentar sobre trechos do poema *Ilíada* que relatam o aparecimento de larvas em um cadáver, o que teria servido como referência para Francesco Redi para desenvolver seu experimento. A Geografia é integrada explicitamente em cinco coleções (83,3%), quando discorrem sobre a importância dos decompositores de matéria orgânica na formação e fertilidade do solo da Mata Atlântica e da Amazônia.

Competências associadas à Matemática foram registradas em duas coleções (33,3%); uma delas trouxe uma questão dissertativa abordando a DO ao falar sobre a perda de peso de material vegetal sob diferentes tratamentos, com gráficos sobre o peso seco do material remanescente ao longo do tempo. Na outra coleção, questões dissertativas se baseavam em cálculos matemáticos para abordar a autodepuração da água de rios devido ao despejo de esgoto com informações sobre concentrações de oxigênio dissolvido, amônia, nitrato e nitrito, e de bactérias e algas em função do tempo. A segunda coleção apresentou graficamente as fontes naturais e antropogênicas e sua importância em termos de proporção de metano liberado para a atmosfera, incluindo a decomposição de matéria orgânica em ambientes aquáticos.

Conhecimentos de Química e Física, presentes em uma das coleções, foram utilizados ao representar variáveis que interferem no processo de decomposição, como umidade relativa do ar (necessidade de água para a multiplicação de microrganismos e germinação de esporos); calor (temperaturas mais elevadas favorecem a multiplicação mais rápida dos microrganismos) e oxigênio (necessário para a respiração celular de muitos microrganismos). Por fim, observou-se que o estímulo à textualidade durante a abordagem do conteúdo foi tímido nas coleções analisadas, limitando-se a algumas questões dissertativas de forma sucinta.

No que diz respeito à Biologia Aplicada, a valorização da DO foi contemplada em áreas como Biotecnologia, Criminalística, Saúde, Meio Ambiente e Conservação. A abordagem foi considerada “muito boa” em três coleções (50%), com informações detalhadas e contextualizadas. A respeito da “Biotecnologia”, três coleções (50%) discorreram sobre



biodigestores alimentados pela decomposição do resíduo orgânico para produção de biogás, com aproveitamento dos resíduos sólidos como fertilizantes do solo.

Na “Criminalística”, uma das coleções (16,7%) apresenta a “Entomologia Forense”, ao comentar que, baseando-se na sucessão ecológica em cadáveres e carcaças em decomposição, as informações sobre o desenvolvimento de insetos e outros artrópodos podem auxiliar em investigações criminais, como na estimativa do intervalo pós-morte. A coleção apresentou uma tirinha, contendo uma história destinada a demonstrar uma aplicação da “Entomologia Forense”, ao tentar desvendar uma matança ilegal de animais.

Na temática da “Saúde”, uma coleção aborda a DO ao falar sobre os poluentes persistentes, que demoram dezenas de anos para se decompor, e que, quando absorvidos pelo organismo, podem se acumular, atingindo concentrações nocivas, acarretando doenças e, até mesmo, a morte.

Sobre “Meio Ambiente e Conservação”, a DO esteve presente em todas as coleções, por meio de temas como poluição e poluentes, eutrofização, lixões, aterros sanitários, compostagem, entre outros. Em relação à poluição do ar, as coleções descrevem a liberação de gás metano (CH₄) proveniente da decomposição de matéria orgânica e seu crescimento devido ao aumento populacional e conseqüentemente aumento da produção de lixo. Com relação à poluição de lagos devido ao despejo de fezes ou urina vindos do esgoto, as coleções citaram a eutrofização, fenômeno que pode causar a morte de seres vivos nesses ecossistemas. Neste fenômeno, a maior disponibilidade de nutrientes induz o crescimento populacional de algas, que, após morrerem, estimulam a multiplicação de bactérias decompositoras, aumentando o consumo de oxigênio, gerando a morte dos seres aeróbios daquele local (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007).

Todas as coleções abordaram a DO em lixões e aterros sanitários e em técnicas como a compostagem. A relação entre o descarte inadequado dos resíduos sólidos e a atratividade para animais transmissores de doenças foi abordada em todas as coleções. Ainda, os efeitos negativos dos lixões e aterros sanitários foram contemplados, e destacou-se a utilização de sistemas de escoamento do chorume e de águas das chuvas e a presença de tubulações para a saída de gases como o metano, provenientes da decomposição, que podem ser utilizados como fonte de energia (combustível residencial, industrial ou de veículos motorizados).

O processo de compostagem foi abordado como alternativa para reutilização do lixo orgânico como adubo, esclarecendo que o composto resulta da decomposição aeróbia parcial



da matéria orgânica, sob condições controladas em usinas de triagem e compostagem de lixo. Uma das coleções (16,7%) citou a importância da ação de invertebrados (minhocas e insetos) e microrganismos (bactérias e fungos) na formação do composto, explicando que a DO ocorre mais rapidamente com a matéria orgânica úmida, em contato com o ar e continuamente revolvida, para promover maior contato com o oxigênio atmosférico.

Apenas uma coleção elaborou a relação da DO e a Conservação de alimentos. Ao citar fatores que interferem no processo de decomposição, a coleção trouxe exemplos de situações e técnicas utilizadas para preservar os alimentos da ação decompositora de bactérias e fungos, como a desidratação por técnicas como liofilização; redução da temperatura (conservação em geladeira ou *freezer*) ou formação de ambientes anaeróbios (embalagem a vácuo).

A “Biotecnologia” foi timidamente explorada: apenas duas coleções (33,3%) exploraram possibilidades de utilizar bactérias decompositoras, por exemplo, em estações de tratamento de esgoto ou após desastres ambientais, como no caso de vazamentos de petróleo. O derramamento de óleo no litoral brasileiro ocorrido em 2019, nesse contexto, funcionaria como excelente ponto de partida para a exploração do potencial biotecnológico de seres vivos decompositores nos livros, mas ainda é deficitária essa abordagem didática.

Vasconcelos e Souto (2003, p. 101) chamam a atenção para a necessidade do conhecimento científico como ponto de partida para a compreensão da realidade do estudante:

Livros didáticos precisam, sem dúvida, conter ferramentas que incitem a discussão sobre o conteúdo teórico a fim de permitir sua conversão em conhecimento. Estamos falando em produção de conhecimento útil, aplicável e presente no cotidiano do aluno. (...) Os apelos à memorização de termos científicos, conceitos e definições ainda são muito presentes, tanto na forma com que são apresentados quanto nos meios desenvolvidos para exercitar o conhecimento.

3.3. IMPLICAÇÕES DA ABORDAGEM SOBRE DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NO LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

De modo geral, a pesquisa revela aspectos positivos das seis coleções analisadas. O conteúdo DO é abordado em todos os volumes de todas as coleções, o que sugere uma preocupação dos autores em contemplar o tema. O assunto é trabalhado em todos os tópicos pré-definidos (Origem da Vida, Ecologia, Biodiversidade e Biologia Aplicada), em diversos temas nas três séries do Ensino Médio. Entender a decomposição tem enorme importância, pois permite ao aluno relacionar o processo em diferentes escalas, desde a ação de microrganismos até os complexos ciclos biogeoquímicos como condição necessária à manutenção da vida no planeta (ZÔMPERO; LABURÚ, 2010).



Embora a intenção da pesquisa não tenha sido apontar erros conceituais, observou-se a preocupação dos autores com a correção científica dos conteúdos, a qual é um eixo central dos documentos legais que embasam a educação no ensino médio (BRASIL, 2017). A profundidade foi considerada classificada como “muito boa” e “suficiente” na maioria das coleções, e apesar dessas diferenças, conceitos-chave para a compreensão de processos biológicos podem ser construídos a partir dos textos, figuras e atividades disponibilizadas nas seis coleções.

O fato de ser mencionado em mais de um tema da Biologia possibilita que o conteúdo DO seja trabalhado pelo professor de forma interdisciplinar, relacionando-o com múltiplas disciplinas do Ensino Médio e com outras áreas. Esse fato evidencia a importância do conteúdo para o aprendizado dos estudantes e seu potencial interdisciplinar. A interdisciplinaridade no ambiente escolar fortalece uma visão plural do conhecimento e oportuniza ao estudante a percepção de que a representação do mundo por meio do conhecimento científico é complexa, aberta e comunicável. Algumas coleções construíram conexões com componentes curriculares de História, Artes, Geografia, Matemática, Química e Física.

A produção textual sobre a Decomposição é pouco estimulada, no que se refere à consolidação de competências como o registro escrito de experiências, redação de relatórios e textos dissertativos. No caso da Matemática, a tímida exploração na abordagem do conteúdo DO provavelmente reflete a forma compartimentalizada como os livros didáticos são elaborados. Essa constatação estimula futuras coleções a realizar mudanças para atender às exigências da BNCC para o Ensino Médio. Ou seja, as coleções amostradas – e as futuras – podem incrementar a interdisciplinaridade na abordagem do tema que norteia a pesquisa, o que desnovela a espiral de conhecimento preconizada pela BNCC.

Observa-se que o cuidado com a contextualização traz implicações positivas para o ensino de Biologia (Quadro 4). Por exemplo, Duré *et al.* (2018) argumentam que conteúdos relacionados à saúde humana, como alimentação, corpo humano, prevenção de doenças, sexualidade, gestação humana, entre outros, estão entre os prediletos no Ensino Médio, porque são mais facilmente contextualizados pelos estudantes. Partindo dessa perspectiva, é crucial contextualizar a abordagem sobre DO nos livros, pois “ao formular atividades que não contemplam a realidade imediata dos alunos, perpetua-se o distanciamento entre os objetivos do recurso em questão e o produto final” (VASCONCELOS; SOUTO, 2003, p. 101).

Quadro 4 - Exemplos de textos e atividades extraídos da leitura crítica do conteúdo DO nas coleções amostradas

Tópico	Exemplo
Ecologia da Decomposição	Descrição da importância dos besouros conhecidos como “rola-bosta” e usa importância na fertilidade do solo
	Texto sobre o papel da saúva na remoção de folhas e criação de fungos decompositores
	Texto complementar sobre decomposição de material vegetal, eutrofização e assoreamento de lagoas
	Efeito do desmatamento no empobrecimento do solo da Amazônia
	Papel dos anelídeos (minhocas) na decomposição do folhiço e formação do húmus
Interface com outras áreas do conhecimento: História	Trechos da obra “Ilíada” de Homero, construindo uma ponte entre História, Literatura e a observação de fenômenos associados à decomposição, como a presença de larvas de insetos
Interface com outras áreas do conhecimento: Matemática	Uso de gráficos abordando a degradação de material vegetal ao longo do tempo; questões quantitativas sobre demanda bioquímica de oxigênio e concentrações de compostos orgânicos, e populações de bactérias e algas em função do tempo; gráficos sobre a proporção de metano liberado para a atmosfera, incluindo a decomposição de matéria orgânica.
Interface com outras áreas do conhecimento: Física e Química	Descrição de variáveis que interferem no processo de decomposição, como umidade; calor e Oxigênio.
Interface com a Metodologia Científica	Apresentação do arcabouço hipotético-dedutivo associado ao experimento de Francesco Redi, apresentando as etapas da pesquisa
Biologia Aplicada: Entomologia Forense	Texto e história em quadrinhos sobre como o conhecimento a respeito de insetos necrófagos pode ajudar em investigações criminais
Biologia Aplicada: Biotecnologia	Texto sobre bactérias como biorremediadoras de ambientes contaminados; texto sobre biodigestores para produção de biogás a partir da decomposição do lixo orgânico
Biologia Aplicada: Meio Ambiente & Saúde	Textos sobre poluição, eutrofização, lixões, aterros sanitários, compostagem, e liberação de gás metano (CH ₄) proveniente da decomposição de matéria orgânica; A respeito do lixo, as coleções discutem a associação entre a decomposição da matéria orgânica em lixões e aterros sanitários e a transmissão de doenças.

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir da proposta do conceito de necrobioma, o reconhecimento do papel dos insetos como agentes iniciais que favorecem a decomposição orgânica poderia ser mais explorado, visto que apenas um terço das coleções mencionou esta participação. Experimentos comprovam que recursos efêmeros, como carcaças, demoram muito mais a decompor quando os insetos são excluídos deste processo, pois:

A atração, colonização, desenvolvimento e migração de artrópodos necrófagos podem afetar a transformação e a liberação de nutrientes e, portanto, a biodiversidade local, que pode impactar a biodiversidade da paisagem dependendo da densidade e frequência dos necrófagos (PECHAL *et al.*, 2014) (tradução nossa).

A contribuição positiva dos insetos em processos ecológicos tem sido negligenciada nos LD, segundo Almeida *et al.* (2008), que, ao analisarem conteúdo textual, imagens, exercícios e textos complementares de LD, concluíram que o direcionamento a aspectos prejudiciais



comprometeu o raciocínio crítico sobre o benefício que estes seres vivos produzem ao ambiente. Aquino (2016) argumenta que os LD do ensino médio priorizam aspectos negativos sobre insetos e “não dão valor aos serviços fundamentais que eles prestam aos ecossistemas, tais como decomposição de matéria orgânica, filtração de partículas em suspensão nos mananciais de água doce, entre outros” (p. 47).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta leitura crítica do conteúdo “Decomposição Orgânica” nos livros didáticos de Biologia, foram propostos critérios utilizáveis pelo professor do ensino médio, visando à conexão entre o conhecimento básico e aplicado deste conteúdo, baseados na importância da contextualização.

De acordo com este relato, o nível e a organização do conteúdo DO nas coleções possibilitam uma abordagem satisfatória no ensino básico. Cabe ao professor desenvolver repertórios, estratégias e ferramentas para promover a contextualização do tópico em situações pertinentes à realidade do aluno. Este diálogo pode ser viabilizado, por exemplo, por meio de atividades de ensino por investigação, incluindo observação de fenômenos e a condução de experimentos.

A reflexão sobre a importância do conteúdo DO como ponto de partida de temas mais complexos é reforçada pelos argumentos de Schizas, Katrana, Stamou (2013), que realizaram uma análise utilizando redes conceituais para descrever, por meio de modelagem, os conceitos e processos apreendidos por estudantes do ensino médio quando apresentados ao conteúdo decomposição. Mais estudos desta natureza contribuiriam para explorar o papel do LD na construção destes modelos mentais, para construir pontes entre abstrações entre o conhecimento básico e o aplicado.

Destaca-se a argumentação de Vasconcelos e Souto (2003, p. 102)

É importante ressaltar que toda discussão em torno da qualidade e papel dos recursos de apoio didático, assim como os avanços e conquistas orientadas pelos instrumentos de avaliação, não serão suficientes para garantir educação de qualidade. O trabalho desenvolvido pelo professor, em toda sua subjetividade, tem nos livros apenas um suporte. De que adianta um excelente livro didático se o professor não foi preparado para trabalhar objetivos educacionais tão arrojados?

Sendo assim, este trabalho buscou construir uma reflexão propositiva sobre a importância do conteúdo DO no livro didático. Naturalmente, defende-se aqui a autonomia do professor para elaborar seus próprios critérios de leitura crítica, substituindo, expandindo ou modificando os itens aqui analisados. Embora a formação e a valorização do professor sejam a



prioridade para a melhoria da educação básica no Brasil, a garantia da qualidade do material didático é um suporte indispensável para um ensino transformador.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), pelo financiamento do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (Profbio), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Bolsa de Produtividade ao segundo autor, aos professores Kênio Cavalcante Lima e Nathaly Albuquerque da Silva, pela revisão gramatical.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Argus Vasconcelos; SILVA, Lucélia Santana Torres.; BRITO, Rosanne Lopes. Desenvolvimento do conteúdo sobre os insetos nos livros didáticos de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2008.

ALVAREZ, Beatriz. Livro didático, análise e seleção. In: MOREIRA, Marco Antônio; AXT, Rolando. *Tópicos em ensino de ciências*. Porto Alegre: Sagra. p. 18-46, 1991

AQUINO, Laise Barbosa. **Entomologia no nível médio: limites e possibilidades dos conteúdos dos livros didáticos e do processo de ensino e aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

BATISTA, Marcus Vinicius Aragão; CUNHA, Marlécio Maknamara Silva; CÂNDIDO, Alexandre Luna. Análise do tema Virologia em livros didáticos do ensino médio. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p. 145-158, 2010.

BEGON, Michael; TOWNSEND, Colin R.; HARPER, John L. **Ecologia: De Indivíduos a Ecosistemas**. São Paulo: Artmed, 2007.

BENBOW, Mark Eric; BARTON, Philip.; ULYSHEN, Michael; BEASLEY, James; DEVAUT, Travis; STRICKLAND, Michael; TOMBERLIN, Jeffery; JORDAN, Heather; PECHAL, Jennifer. Necrobiome framework for bridging decomposition ecology of autotrophically and heterotrophically derived organic matter. **Ecological Monographs**, v. 89, n. 1, p. 1-26, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2017. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 18 mar. 2019.

BRAUNSTEIN, Guilherme Kunde; EICHLER, Marcelo Leandro. Análise iconográfica do tópico evolução biológica em livros didáticos de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 95-115, 2017.



DURÉ, Ravi Cajú; ANDRADE, Maria José Dias; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária Silva. A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: uma análise crítica. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 38-50, 2004.

FREIRE, Caio Castro; CASTRO, Rafael Gil; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. O conceito de interações ecológicas em livros didáticos de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 131-148, 2016.

FREITAG, Barbara; COSTA, Wanderli Ferreira; MOTTA, Valéria Rodrigues. **O Livro Didático em Questão**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1997.

GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2006.

GRAY, David. **Pesquisa no Mundo Real**. 2ª. ed., São Paulo: Ed. Penso, 2012.

JAPIASSU, Hilton; MARCONDES, Danilo. **Dicionário Básico de Filosofia**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1993.

LACERDA, Divaniella Oliveira; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Experimentação: análise de Conteúdo dos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio (publicados no período de 2003 a 2013). **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 8, p. 163-183, 2017.

LOPES, Welinton Ribamar; VASCONCELOS, Simão Dias. Representação e distorções conceituais do conteúdo “filogenia” em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, p. 149-165, 2012.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

NIEBISCH, Carolina Heyse; SOUZA, Leila Cristina Aoyama Barbosa. Bioquímica nos livros didáticos de Biologia: análise da presença de obstáculos epistemológicos. **Amazônia, Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 12, n. 24, p. 14-25, 2016.

OLIVEIRA, Michele Assis; ROSA, Russel Teresinha Dutra; FURTADO, Tanara Forte. Análise étnico-racial de imagens em livros didáticos de biologia. **Dialogia**, n. 39, p. 1-18, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/39.2021.20389>.

PARKE, Emily. Flies from meat and wasps from trees: Reevaluating Francesco Redi’s spontaneous generation experiments. **Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, v. 45, p. 34–42, 2014.



PECHAL, Jennifer; BENBOW, Marc Eric; CRIPPEN, Tawni; TARONE, Aaron; TOMBERLIN, Jeffery. Delayed insect access alters carrion decomposition and necrophagous insect community assembly. **Ecosphere**, v. 5, n. 4, p. 1-21, 2014.

PINHEIRO, Regiane Machado de Souza; ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo; QUEIROZ, José Rildo Oliveira. O conceito de célula em livros didáticos de Biologia. **Ciência & Educação**, v. 27, 2021, Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1516-731320210010>>

ROSEMAN, Jo Ellen, STERN, Luli; KOPPAL, Mary Ann. Method for analyzing the coherence of high school Biology textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 1, p. 47–70, 2010.

SCHIZAS, Dimitrios; KATRANA, Evagelia; STAMOU, George. Introducing network analysis into science education: Methodological research examining secondary school students' understanding of 'decomposition'. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 8, p. 175-198, 2013.

TOMOTANI, João Vitor; SALVADOR, Rodrigo Brincalepe. Análise do conteúdo de Evolução em livros didáticos do Ensino Fundamental brasileiro. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, vol. 1, n. 1, p. 5-18, 2017.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental – Proposta de Critérios para Análise do Conteúdo Zoológico. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VILARINHO, Lúcia Regina Goulart; SILVA, Jovana de Souza Nunes. A Avaliação do livro didático como instrumento de afirmação da autonomia da escola e de seus docentes. *Meta: Avaliação*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 21, p. 403-428, 2015.

VOJÍR, Karel; RUSEK, Martin. Science education textbook research trends: a systematic literature review. **International Journal of Science Education**, v. 41, p. 1496-1516, 2019.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. A decomposição da matéria orgânica nas concepções de alunos do ensino fundamental: aspectos relativos à educação ambiental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, p. 67-75, 2010.