

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALESSANDRA MIKICH

A ECOLOGIA ANTES E DEPOIS DO “NOVO ENSINO MÉDIO”: UMA ANÁLISE DE
CONTEÚDO DE LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DE 2018 E 2021

CURITIBA

2023

ALESSANDRA MIKICH

A ECOLOGIA ANTES E DEPOIS DO “NOVO ENSINO MÉDIO”: UMA ANÁLISE DE
CONTEÚDO DE LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DE 2018 E 2021

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado a disciplina EM203 – Trabalho de conclusão de curso II, como requisito parcial para a obtenção de grau de Licenciada em Ciências Biológicas no curso de graduação em Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Siqueira Palcha

CURITIBA

2023

TERMO DE APROVAÇÃO

ALESSANDRA MIKICH

A ECOLOGIA ANTES E DEPOIS DO “NOVO ENSINO MÉDIO”: UMA ANÁLISE DE CONTEÚDO DE LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DE 2018 E 2021

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Prof. Dr. Leandro Siqueira Palcha

Orientador – Departamento de Teoria e Prática de Ensino, UFPR

Prof. Dr. Marcelo Valério

Titular – Departamento de Teoria e Prática de Ensino, UFPR

Msc. Silmara Maria de Lima

Titular – Pós-Graduação em Educação, UFPR

Curitiba, __ de _____ de 2023.

AGRADECIMENTOS

A todas e todos que me apoiaram durante a minha jornada acadêmica e que, de certa forma, contribuíram para que esse trabalho pudesse ser finalizado, assim como parte da minha graduação.

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha mãe, Sandra Bos Mikich. Eu sou extremamente grata por ter alguém tão incrível ao meu lado, que sempre me ofereceu suporte e me incentivou a realizar os meus sonhos, incluindo a minha graduação em Ciências Biológicas. Te admiro muito como mãe e como pesquisadora!

Gostaria de agradecer também a todos os meus amigos, do curso, do colégio, do laboratório e da vida por ter tornado esses anos da graduação mais leves e prazerosos. Assim como a minha namorada, por sempre estar ao meu lado me incentivando e me motivando a entregar o melhor trabalho possível.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leandro Palcha, pela orientação e aprendizados. Além de todas as correções e contribuições ao trabalho.

Aos membros da banca, Dr. Marcelo Valério e Me. Silmara Maria Lima, por lerem o trabalho e por suas considerações.

À UFPR por oferecer a estrutura e a formação acadêmica adequadas para a realização desse trabalho.

RESUMO

O trabalho pedagógico dentro dos colégios brasileiros atualmente segue sendo realizado com um forte apoio dos livros didáticos (LDs) selecionados por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o que mostra a importância desse material didático para a formação e prática docente. O Ensino Médio, recentemente, foi sujeito a uma ampla reforma que terá impactos duradouros na educação brasileira e, conseqüentemente, nos livros didáticos. O Ensino Médio também é a etapa da Educação Básica em que a temática da Ecologia é mais estudada e está mais presente nos livros didáticos. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo compreender a abordagem dos conteúdos de Ecologia dos livros didáticos de antes e depois do Novo Ensino Médio (NEM). Para isso, foram analisadas as coleções BIO (LD1) e Ciência da Natureza (LD2) de Lopes e Rosso aprovadas pelo PNLD dos anos 2018 e 2021, respectivamente. Os livros didáticos foram escolhidos em função de apresentarem a mesma autoria, terem sido publicados por duas das maiores editoras do país e estarem integralmente disponíveis online. As análises foram realizadas conforme a metodologia da análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), na qual foram identificadas as unidades de registro, unidades de contexto, palavras-chave e as observações acerca das unidades de contexto. Para fins comparativos, os conteúdos ecológicos foram agrupados em quatro categorias: Ecossistemas, Populações e Comunidades, Fluxo de energia e Ciclo da matéria e Problemas Ambientais. A partir disso, verificou-se uma supressão dos conteúdos de ecossistemas e populações e comunidades no LD2. De forma geral, ambos os LDs apresentam diversas estratégias que facilitam a aprendizagem dos conteúdos ecológicos, como o uso de experimentos e atividades práticas, analogias, imagens, fotografias, mapas, diagramas, tabelas e gráficos, leituras e informações complementares, entre outros. Em conclusão. Por fim, resta dizer que há necessidade de conhecer mais os discursos dos professores de biologia sobre a transição e estes vem contornando as limitações e dificuldades impostas com relação ao limite de carga horária dedicada a temática da ecologia e às alterações nos livros didáticos.

Palavras-chave: PNLD, Análise de Conteúdo. Ensino de Biologia

ABSTRACT

To this day, textbooks are still one of the most important and traditional teaching resources used in the Brazilian education system. This instructional material is analyzed and approved through the Nacional Textbook Program and has a pivotal role in the teacher's education and pedagogical activities. In 2017, Brazilian High School was subjected to a broad reform that will have lasting impacts overall and, specifically, on textbooks. High School is the final stage of secondary education in which the subject of Ecology is better studied in basic education. Therefore, the present study aims to analyze and compare how this subject is being presented in the textbook that preceded and followed the Brazilian High School Reform. The textbook collections analyzed were Lopes & Rosso's BIO (2018) and Natural Sciences (2021), these have shared authorship and have been published by two of the biggest and most lucrative publishing companies in the country, which were two of the selection criteria used to choose them, as well as the fact that they are both fully available online. For the analysis, Bardin's Content Analysis was used and for that the textbooks were read, in order to become familiarized with them, and posteriorly the categories were established and the keywords, context units, and coding units extracted. To facilitate the analysis and comparison between collections, the ecology content was divided into four categories, as follows: Ecosystems, Communities and Populations, Energy Flux and Matter Cycles, and Environmental Problems. Through this analysis, the suppression of concepts related to the ecosystems and the communities and populations categories was observed in the Natural Sciences collection. Moreover, these textbook collections differed in the several educational resources and strategies used to convey the ecology concepts, such as experiments, supplemental reading materials, artworks, graphical elements and others. In conclusion, the present work provides an analysis of the changes observed in ecology teaching and content present in two textbook collections due to the high school reform. However, it is necessary to further study how biology teachers have been dealing with the hardships imposed by the reform and how this has affected ecology teaching in high school.

Keywords: NTBP, Content Analysis, Biology Teaching

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Exemplo do quadro “Pense nisso”	29
FIGURA 2- Exemplo do quadro “Colocando em foco”	29
FIGURA 3- Exemplo do quadro “Tema para discussão”	30
FIGURA 4- Exemplo das questões do quadro “Tema para discussão”	30
FIGURA 5- Exemplo do quadro “Retomando”	30
FIGURA 6- Exemplo do quadro “Por dentro da BNCC”	32
FIGURA 7- Exemplo do quadro “Pense nisso!	32
FIGURA 8- Exemplo do quadro “Fique por dentro”	33
FIGURA 9- Exemplo de quadro “+”	33
FIGURA 10- Exemplo do quadro “Reflita sobre seu aprendizado	33
FIGURA 11- Quadro comparativo da composição gasosa da atmosfera na presença e na ausência da vida na Terra.....	35
FIGURA 12- Exemplo de espécies emblemáticas do bioma Cerrado	36
FIGURA 13- Exemplo de abordagem problematizadora dos impactos antrópicos sobre os biomas.....	37
FIGURA 14- Estrutura etária do Brasil em comparação ao estado do Acre no ano de 2018	40
FIGURA 15- Conteúdo complementar acerca da temática estrutura etária	40
FIGURA 16- Exemplificação das interações biológicas, nesse caso, a predação	41
FIGURA 17- Exemplificação das interações biológicas, nesse caso, a predação	41
FIGURA 18- Experimento de Gause.....	42
FIGURA 19- Quadro “Colocando em foco” impactos antrópicos sobre a camada de ozônio.....	46
FIGURA 20- Quadro “Colocando em foco” impactos antrópicos sobre o ciclo de carbono e as mudanças climáticas	46
FIGURA 21- Quadro “Colocando em foco” sobre as contribuições Johanna Döbereiner sobre bactérias nitrificantes e sua aplicação no cultivo de soja	47
FIGURA 22- Uso de analogia e experimentação para ilustração de conceitos abstratos	48
FIGURA 23- Quadro “Pense nisso” do capítulo de Problemas Ambientais.....	52

FIGURA 24- Mudanças climáticas e aquecimento global no território brasileiro	53
FIGURA 25- Terras indígenas no contexto da conservação biológica.....	53
FIGURA 26- Quadro “Pense nisso” do Tema 1 que relaciona os padrões de consumo com a temática ambiental.....	54
FIGURA 27- Quadro “Retomando” e sua articulação com os três momentos pedagógicos	57
FIGURA 28- Experimentação investigativa como estratégia de ensino na ecologia.....	59
FIGURA 29- Experimentação investigativa como estratégia de ensino na ecologia.....	59
FIGURA 30- Prática investigativa sobre a superpopulação e o uso de recurso	60
FIGURA 31- Uso de analogias na experimentação em sala de aula	61
FIGURA 32- Questões e atividades do “Tema para discussão” sobre o fogo no Cerrado.....	63
FIGURA 33- Esquema ilustrado do Ciclo do Carbono	64
FIGURA 34- Eletromicrografia de varredura de um líquen, ilustrando a associação mutualísticas entre fungos e algas	64
FIGURA 35- Quadro “Fique por dentro” sugere um documentário, uma reportagem e uma entrevista sobre a poluição por elementos radioativos e por lixo	66
FIGURA 36- Composição artística de Ugur Gallenkus que chama atenção às mudanças climáticas	68
FIGURA 37- Obra <i>Plastic Tree</i> do artista Marthine Tayou que retrata a poluição plástica.....	68

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- Livros didáticos analisados e as unidades que apresentam conteúdo de Ecologia.	25
QUADRO 2- Parte da grade analítica, ilustrando a extração e tabulação dos dados, incluindo a unidade de contexto, unidade de registro, palavra-chave, observações e categoria.....	27
QUADRO 3- Matriz de presença e ausência dos conteúdos ecológicos nos LDs para a categoria Ecossistemas.	37
QUADRO 4- Matriz de presença e ausência de conteúdos ecológicos dos LDs para a categoria Populações e Comunidades.	42
QUADRO 5- Matriz de presença e ausência de conteúdos ecológicos nos LDs para a categoria Fluxo de Energia e Ciclo da Matéria.....	48
QUADRO 6- Matriz de presença e ausência dos conteúdos ecológicos nos LDs para a categoria Problemas Ambientais.	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 DO LIVRO DIDÁTICO AO ENSINO DE BIOLOGIA: AS PONTUAÇÕES TEÓRICAS DA PESQUISA	14
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ANALÍTICOS	23
3.1 LIVROS DIDÁTICOS.....	23
3.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO.....	26
4 OS RESULTADOS EM ANÁLISE	28
4.1 ECOSSISTEMAS	34
4.2 POPULAÇÕES E COMUNIDADES	39
4.3 FLUXO DE ENERGIA E CICLO DE MATÉRIA	44
4.4 PROBLEMAS AMBIENTAIS	50
5 ARTICULANDO AS DISCUSSÕES.....	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

Mesmo muito antes de cursar Ciências Biológicas, sempre me interessei pela biodiversidade e pelos processos responsáveis por sua manutenção. Desde criança era fascinada pelos animais, plantas e fungos que tinha o prazer de encontrar pelo meu caminho e fui incentivada a abraçar essa curiosidade pela natureza e as ciências naturais. Isto culminou no meu ingresso no curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal do Paraná (UFPR) em 2018, onde tomei o passo inicial para construir uma carreira seguindo a minha paixão pelo estudo e pesquisa dos seres vivos. Desde então, ainda no primeiro período do curso, busquei orientação pelo Professor Doutor Eduardo Carneiro dos Santos, pesquisador do laboratório de estudos de lepidópteros neotropicais da UFPR (LabLep), onde, seis anos depois, sigo até o presente momento desenvolvendo pesquisa. Ao longo de toda minha trajetória acadêmica dentro da Universidade e do LabLep, tive a oportunidade de participar de alguns projetos de pesquisa. Dentre estes, o desenvolvimento de um guia ilustrado para divulgação científica das espécies de Saturniidae presentes na fitofisionomia Mata com Araucária, criação de imaturos (larvas) de Lepidoptera visando a contribuição com aspectos morfológicos, filogenéticos e evolutivos de algumas famílias da Ordem, levantamentos faunísticos na Mata Atlântica e um projeto amplo de estudo ecológico. Este último está em desenvolvimento desde 2019, quando começamos as coletas em três áreas florestais na Mata Atlântica Sul do Brasil, tendo como principal objetivo conhecer a diversidade de insetos visitantes florais e de suas interações com plantas com flores, para poder subsidiar estratégias de conservação da fauna e restauração ecológica dentro de um *hotspot* de biodiversidade. A partir deste projeto, tive a oportunidade de concluir dois projetos de Iniciação Científica (IC), dentro do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), fomentados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), assim como a minha Monografia.

Além disso, a grade curricular do curso de Ciências Biológicas da UFPR e o seu corpo docente também contribuíram para cultivar esse interesse, pois tive a oportunidade de cursar diversas disciplinas, obrigatórias e optativas, que fomentaram ainda mais essa paixão. Dentre elas, as principais foram Biologia de Campo, Ecologia Básica, Ecologia de Populações e Comunidades, Interações Inseto-Planta e Fundamentos da Ecologia Evolutiva.

No âmbito da Licenciatura, não possuo ampla experiências extraclasse. No entanto, ao longo da minha graduação também cursei diversas disciplinas que me levaram a entender a importância do ensino, como agente transformador, da pesquisa educacional, como uma importante ferramenta na educação e seu aprimoramento, bem como da contribuição da Ecologia na formação de indivíduos cidadãos, dentro da ampla temática da Biologia no Ensino Médio no Brasil. As disciplinas de Metodologia de Ensino de Ciências e Biologia, Política e Planejamento da Educação Brasileira, Prática em Docência no Ensino de Biologia e Instrumentalização para o Ensino de Química, na qual, dentre outras diversas atividades, desenvolvemos uma análise de livros didáticos.

Com base nesse arcabouço teórico adquirido ao longo da minha graduação, ficou claro que o trabalho pedagógico dentro dos colégios brasileiros atualmente segue sendo realizado com um forte apoio dos livros didáticos selecionados por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o que mostra a importância desse recurso didático para a formação e prática docente. Recentemente, esse recurso foi alvo de polêmica no Estado de São Paulo (PARTIARCA; RODRIGUEZ; MORENO, 2023), que pretende digitalizar, em sua totalidade, os livros didáticos dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio até 2024. Essa decisão foi criticada pelos educadores, uma vez que o PNLD prevê a possibilidade de os docentes escolherem os livros didáticos que serão utilizados no triênio, o que não será mais possível com a implementação dessa medida que prevê a uniformização desse recurso no sistema de ensino estadual, o que acaba por prejudicar a autonomia do trabalho docente. Ademais, é importante apontar um problema logístico e social com relação ao acesso dos alunos a computadores para acessar o material digital. Além dessa mudança no ensino, o Ensino Médio no Brasil também tem sido alvo de inúmeras discussões nos últimos anos (cf. CECÍLIO, 2019; FERRETTI, 2018; PESTANA; LIMA, 2019; MEC, 2018), pois tem sido sujeito a uma reforma, que segue em processo de implementação.

Esta certamente terá um enorme impacto na educação brasileira e, conseqüentemente, no ensino de Biologia. Além disso, também é a etapa da Educação Básica em que a temática Ecologia é mais estudada. Por se tratar de um tema integrador e fortemente relacionado com as Ciências Ambientais e a Educação Ambiental, temática transversal que deve ser incluída no ensino, pode contribuir para formação de indivíduos com olhar crítico frente a sua realidade e melhor preparados

para o exercício de sua cidadania. Motivos esses que escolhi como tema do presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), estudar o conteúdo de ecologia presente em livros didáticos do Ensino Médio nos períodos que antecederam e sucederam a reforma do Ensino Médio.

Nas escolas brasileiras, o principal método de ensino utilizado em sala de aula ainda é o expositivo. Em concordância, afirma Vasconcellos (2004), a situação atual das salas de aula brasileiras é a que o ensino está baseado em uma metodologia tradicional. Além disso, esse autor também discorre sobre a principal causa da manutenção desse sistema que é a alienação involuntária do trabalhador. Neste caso, o docente, assim como demais trabalhadores, não domina os processos inerentes a sua prática, prejudicando sua autonomia de tomar decisões e o prendendo a realizar suas atividades de forma mecânica, sem repensá-las (VASCONCELLOS, 2004). A metodologia tradicional consiste na exposição oral dos conteúdos sem uma participação tangível por parte dos educandos (ANDREATA, 2019). Dessa forma, o processo de ensino-aprendizagem é centrado no professor, enquanto o aluno é reduzido a um mero agente passivo (VASCONCELLOS, 2004). Nesta perspectiva, convém destacar a finalidade da educação que se almeja e formação que se planeja aos alunos, na medida em que:

Quanto mais analisamos as relações educador educandos, na escola, em qualquer de seus níveis, (ou fora dela), parece que mais nos podemos convencer de que estas relações apresentam um caráter especial e marcante – o de serem relações fundamentalmente narradoras, dissertadoras (FREIRE, 2010, p. 79).

Freire (2010), também aponta que o processo de narração, resultante dessa forma tradicional de ensino, acarreta a mera memorização mecânica dos conteúdos apresentados pelo educador, ao contrário da aprendizagem significativa. Isto significa que apesar de ser a forma mais comum de ensinar, além do exposto na obra de Freire (2010), outros autores mostram que embora a transmissão do conhecimento partindo do professor seja eficiente, a recepção e apropriação por parte dos alunos são insignificantes (ANDREATA, 2019).

O método expositivo-oral antecedeu a comunicação escrita e a imprensa (LIMA, 1970), no entanto, atualmente a escrita e imprensa também se fazem bastante presentes na educação brasileira. Isso diz respeito, principalmente, aos livros didáticos. Estes seguem sendo a principal ferramenta de ensino em muitos colégios

brasileiros, além de, muitas vezes, serem os únicos livros que muitos brasileiros têm acesso ao longo da vida. Esse recurso didático tem recebido mais atenção de pesquisadores e até mesmo do governo, que implementou o PNLD, e possui como principal objetivo analisar e avaliar os livros didáticos publicados pelas editoras, assim como auxiliar os professores nas escolhas dos livros que serão usados ao longo de um triênio por meio do guia PNLD.

O componente curricular Biologia, até o presente momento, foi contemplado por seis edições do PNLD, iniciando-se em 2007 até 2021. Assim como os livros didáticos das demais disciplinas, ao longo desses anos estes materiais passam por um processo de avaliação para sua aprovação no PNLD. Isso ocorre de tal forma que a parceria entre os grupos editoriais e o Estado, resultam em livros didáticos de Biologia que refletem às expectativas e demandas do mercado (PINHEIRO; ECHALAR; QUEIROZ, 2021). No que tange a pesquisa acerca dessa temática, é notável o interesse e esforço dos pesquisadores em analisar os livros, incluindo os de Biologia.

Dentro desse componente, é possível encontrar trabalhos focados em diversas temáticas, como Evolução, Biologia Molecular, Biologia Celular, Ecologia e tantas outras. Entretanto, mesmo dentro dessas temáticas já estudadas anteriormente, existem aspectos dos livros didáticos e seus conteúdos que ainda precisam ser explorados. Especificamente, no que diz respeito a análise de conteúdos da temática Ecologia, muitos dos trabalhos datam de antes da sanção da Lei 13.415/2017, que trata da reforma do Ensino Médio, e do decreto nº 9.099 de 2017 que regulamentou o já existente PNLD, para atender à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Essas novas regulamentações preveem diversas alterações no Ensino Médio, nos Livros Didáticos, no ensino de Biologia e, conseqüentemente, podem resultar em mudanças no ensino da Ecologia. Apesar disso, não foi possível encontrar qualquer trabalho que buscasse entender o impacto dessas alterações nos conteúdos de Ecologia nos livros didáticos.

Diante do exposto, pretende-se aqui analisar os conteúdos de ecologia presentes nos livros que precederam e sucederam a reforma do Ensino Médio e responder as seguintes questões: Quais conteúdos de ecologia estão presentes nos livros didáticos de biologia das PNLD de 2018 e 2021? Como os conteúdos de ecologia estão retratados nessas coleções? Com intuito de comparar os conteúdos e sua abordagem nessas coleções, pode ser um passo importante para o entendimento

e possíveis aperfeiçoamentos aos livros didáticos no que diz respeito ao ensino de ecologia no Ensino Médio brasileiro.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo geral compreender a abordagem dos conteúdos de Ecologia dos livros didáticos de antes e depois do Novo Ensino Médio. Mais especificamente, os objetivos do trabalho foram: (1) identificar os conteúdos, dentro da temática ampla do campo da ecologia, que estão presentes nos livros didáticos de biologia, (2) analisar como o conteúdo de Ecologia é apresentado nos livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLD 2018 e PNLD/2021, (3) comparar a abrangência e abordagem acerca da temática entres os livros que antecederam e sucederam a reforma do Ensino Médio.

Em termos metodológicos, a pesquisa se baseia na Análise de Conteúdo, como proposta por Bardin (2011). Para isso, os livros didáticos foram lidos e destes foram extraídos trechos para análise. Os trechos foram categorizados e analisados conforme palavras-chave que indicavam os conteúdos de ecologia expostos e suas abordagens.

Para isso, o presente trabalho foi desenvolvido em cinco capítulos. No primeiro realiza-se uma apresentação da autora-pesquisadora, a justificativa, problema e objetivos da pesquisa. O segundo é destinado a fundamentação teórica, estabelecendo articulações entre a importância do livro didático para a prática docente e o estudo dos livros didáticos, a ecologia na educação e a pesquisa acerca dessa temática nos livros didáticos, e a reforma do Ensino Médio e suas implicações para a educação brasileira. No capítulo três apresenta-se as obras didáticas que foram analisadas e os procedimentos metodológicos empregados. No capítulo quatro são apresentados os resultados das análises, sendo esses os conteúdos presentes em cada uma das coleções e como estes são apresentados. No quinto e último capítulo, estes resultados foram discutidos e posteriormente são feitas considerações acerca dos resultados.

2 DO LIVRO DIDÁTICO AO ENSINO DE BIOLOGIA: AS PONTUAÇÕES TEÓRICAS DA PESQUISA

No que diz respeito à conceituação, entende-se que os livros didáticos são aqueles “[...] destinados a informar, orientar e instruir o processo de aprendizagem.” (SILVA, 1996, p. 13). Além disso, no mesmo trabalho, a autora Lajolo (1996, p. 4) discorre que o livro didático é o material “utilizado em aulas e cursos, tendo sido escrito, editado, vendido e comprado, tendo em vista a utilização escolar e sistemática”.

Com base no conceito apresentado, fica evidente que este recurso didático tem suas funções centradas no ensino. Os autores Neto e Fracalanza (2003) abordaram os usos que os professores fazem desse material didático e aponta que seu uso está atrelado ao planejamento de aulas, seja de forma anual ou dentro dos períodos letivos, ao apoio às atividades de ensino-aprendizagem, especialmente no que tange a leitura de textos e a realização de exercícios e atividades; e ao uso como fonte bibliográfica para complementar os próprios conhecimentos e dos educandos. Com base no exposto acima e nas palavras de Lajolo (1996, p. 4), o livro didático acaba “determinando conteúdos e condicionando estratégias de ensino, marcando, pois, de forma decisiva, o que se ensina e como se ensina o que se ensina”. Sendo que, muitas vezes, o livro didático serve como o principal e até mesmo o único, referencial teórico disponível nas bibliotecas e utilizado por professores e alunos (VASCONCELOS; SOUTO, 2003; KRASILCHIK, 2008). Mesmo sendo tão importante, vale ressaltar que os livros didáticos não servem para substituir os professores (SILVA, 1996).

Ademais, segundo Choppin (2004), o livro didático apresenta 4 principais funções: I – Referencial: também denominada de curricular e programática, faz referência ao suporte dos conteúdos educativos, ou seja, sua função como depositários de conhecimentos, técnicas ou habilidades importantes para formação do aluno; II – Instrumental: refere-se à potencialidade dos LD de auxiliar na metodologia de ensino e incentivar o aluno a botar em prática os conteúdos aprendidos, como por meio de exercícios e atividades propostas; III – Ideológica e Cultural: diz respeito à função de veículos de disseminação da língua, cultural, ideologias e valores das classes dirigentes; IV – Documental: finalidade de fornecer

documentos textuais que promovam nos educandos o desenvolvimento do pensar crítico.

Além da importância pedagógica, os livros didáticos também se destacam por suas contribuições políticas e culturais. Segundo o MEC (BRASIL, 2008) os livros didáticos também apresentam função social, contribuindo para a qualidade da educação brasileira e a promoção da inclusão social dos alunos, os quais, devido a motivos econômicos, poderiam ficar sem acesso ao material. Em função desse contexto social, muitas vezes, o único livro que grande parte da população brasileira conhece é o livro didático (JESUS; MENDES, 2020). Consequentemente, esse material didático apresenta um papel fundamental na formação da população brasileira, sendo um dos principais veículos de conhecimento do país (VASCONCELOS; SOUTO, 2003; HORIKAWA; JARDINILO, 2010).

Diante desse contexto social, no Brasil, a história do livro didático é marcada por uma sequência de leis e decretos e medidas governamentais, que culminaram na democratização e ampla distribuição desses tão importantes recursos didáticos para toda a Educação Básica no contexto do ensino público brasileiro. Sua história teve início em 1937 com a criação do Instituto Nacional do Livro (INL) por meio do Decreto-Lei nº 93 e posteriormente foi criado o Decreto-Lei nº 1006, no dia 30 de dezembro de 1938, no qual foram traçadas as condições de produção e circulação dos livros didáticos para o ensino fundamental (BRASIL, 1938). Posteriormente, em 1966, a Comissão Nacional do Livro Didático foi criada, a partir de um acordo entre o Ministério da Educação e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (Usaid), com objetivo de coordenar a produção, edição, avaliação e distribuição do material didático no Brasil. Em 1985, o MEC instituiu o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) por meio do decreto nº 91.542, que em seu artigo primeiro define sua finalidade “de distribuir livros escolares aos estudantes matriculados nas escolas públicas de 1º Grau” e discorre sobre a reutilização dos livros até então escolhidos pelos professores dessa etapa do ensino (BRASIL, 1985). Anos após, somente em 2004, a Resolução 38º do Fundo Nacional do Desenvolvimento Escolar (FNDE) instituiu o Plano Nacional Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), que prevê a universalização de livros didáticos para os alunos do Ensino Médio público. No entanto, até então só eram distribuídos livros de português e matemática. De acordo com o MEC, somente em 2007 os livros de

biologia também passaram a ser distribuídos, assim percebe-se que a sua democratização é bem recente. A atual legislação do PNLD dispõe que:

Art.1º O Programa Nacional do Livro e do Material Didático - PNLD, executado no âmbito do Ministério da Educação, será destinado a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital e às instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público (BRASIL, 2017a).

Sua abrangência se estende à avaliação e disponibilização de obras didáticas e literárias, além de alguns outros materiais de apoio à prática educativa (BRASIL, 2017a). Além disso, o PNLD possui como principais objetivos aprimorar o processo de ensino e a qualidade da educação nas escolas públicas, garantir a qualidade desses materiais, democratizar seu acesso, incentivar a leitura e investigação por parte dos estudantes, apoiar a atualização e desenvolvimento profissional do professor e, por fim, apoiar a implementação da BNCC (BRASIL, 2017a). Também dispõe dos critérios de avaliação pedagógica das obras por parte dos professores das redes públicas e privadas de ensino superior e educação básica, devendo atender à legislação, diretrizes e normas da educação; aos princípios éticos para a construção da cidadania; à coerência e à adequação da abordagem teórico-metodológica; à correção e atualização de conceitos; à pertinência das orientações aos professores; à observância das regras ortográficas e gramaticais; à adequação da edição e projeto gráfico; e à qualidade do texto e adequação temática (BRASIL, 2017a), bem como um estudo da ecologia na educação básica.

Dentre as diversas unidades temáticas estudadas dentro do componente curricular da Biologia, a Ecologia ocupa um papel de destaque. O Referencial Curricular para o Ensino Médio no Paraná (PARANÁ, 2021) delimita que os objetos de conhecimento que devem ser trabalhados são: interdependência da vida, movimentos dos materiais e energia na natureza, atentando-se aos impactos ambientais e o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, tem por objetivo a ampliação das discussões acerca da biodiversidade e sustentabilidade ambiental, conforme o exposto no Art. 5 da Resolução CNE/CEB n. 3/2018, no Art. 206 da Constituição Federal e o Art. 3º da LDB, considerando aspectos políticos, econômicos e sociais (PARANÁ, 2021).

A partir do exposto acima, é possível destacar uma tentativa de interdisciplinaridade entre a Ecologia e as Ciências Ambientais, em concordância com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que dita que a última deve ser incluída em forma de tema transversal em todas as disciplinas. Para alguns autores (a servir, CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011; CORREIRA, 2014) esses dois campos de estudo são frequentemente confundidas, de forma errônea. No entanto, para Cain, Bowman e Hacker (2011) a Ecologia trata-se de um ramo da Biologia com objetos de estudo e metodologias definidas, enquanto as Ciências Ambientais referem-se a um campo intrinsecamente interdisciplinar entre as ciências naturais e as ciências sociais, preocupando-se com o impacto do ser humano no meio ambiente e com soluções aos problemas ambientais.

O conceito mais antigo e conhecido de Ecologia foi dado pelo pesquisador alemão Ernest Heinrich Haeckel, em 1866, tendo a definido como a ciência que estuda a relação dos organismos com seu ambiente. Posteriormente, em 1972, Charles Krebs a definiu como a ciência que estuda as interações que determinam a distribuição e abundância dos organismos. Atualmente, estudiosos apontam que essa definição dada por Krebs é mais pertinente, tratando dos padrões e processos que estruturam a biodiversidade, pautados em pontos-chave dessa área de estudo: onde, quantos e por que (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007; CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011).

A atual e crescente preocupação com a qualidade dos livros didáticos da educação básica brasileira culminou na inquietação de muitos pesquisadores e, conseqüentemente, obras e artigos que se ocupam de analisar os conteúdos dos livros didáticos. Esses trabalhos contribuem significativamente com a formação dos docentes e seu uso crítico, além de levantar importantes problematizações. Com relação ao ensino de ecologia, nas últimas duas décadas dois trabalhos (KATO; MOTOKANE; FERREIRA, 2013; MORAIS; ALMEIDA; RINK, 2022) buscaram analisar a produção acadêmica voltada ao ensino de ecologia e, por vezes, a análise de livros didáticos.

Kato, Motokane e Ferreira (2013) realizaram um levantamento bibliográfico com objetivo de identificar principais focos e tendências para o ensino de ecologia, não voltado especificamente ao estudo de livros didáticos. A partir da pesquisa deles, conseguiram reunir 22 artigos na íntegra, publicados entre 2003 e 2011, dentre os

quais 5 tratavam de explorar os materiais didáticos e o conteúdo ensinado. Em contraposição, focando-se exclusivamente sobre o cenário das produções científicas acerca do ensino de ecologia nos livros didáticos em periódicos de Qualis A1 e A2, Moraes, Almeida e Rink (2022) identificaram 12 artigos publicados entre 2001 e 2021. A partir dessa revisão, os autores identificaram os seguintes focos de pesquisa: transposição didática por meio do uso de metáforas acerca do conteúdo de cadeia alimentar (LEAL, 2001); recursos verbais e visuais no ensino do ciclo de nitrogênio (COUTINHO; SOARES, 2010); recursos visuais nas obras didáticas (GADÊLHA et al., 2014); abordagens do conteúdo de ecologia (GOMES; SILVA, 2014); paradigmas ecológicos entre a ecologia de populações e de ecossistemas (SANTOS; SELLES; VILELA, 2014); experimentação (ROCHA FILHO; QUEIROZ, 2014) e conceitos de flutuações populacionais (CUNHA; AMARO; CARMO, 2014).

Nos últimos cinco anos, a única pesquisa voltada ao tema foi a de Bizzon e Diniz (2020), a qual teve como objetivo geral estudar o conceito de ecossistema retratado nos livros didáticos do PNLD/2015 por meio da Análise de Conteúdo de Bardin. Por meio dessa análise, os autores evidenciaram que os conteúdos de ecologia ficam restritos ao seu próprio capítulo, contribuindo para a fragmentação dos conteúdos retratados nos livros didáticos, um problema relatado com certa frequência nesses materiais de ensino (MARIA, 2008). Além disso, com relação ao conceito de ecossistema, este foi pouco desenvolvido e contextualizado (BIZZON; DINIZ, 2020). Apesar de que buscas adicionais nos mesmos períodos para o período de 2018-2023 não terem contribuído com novas publicações, uma busca mais ampla foi capaz de identificar alguns outros trabalhos. Barbosa e Silveira (2018) buscaram levantar quais eram as representações do conceito de ecologia (Haeckel versus Krebs) presentes nos livros didáticos das escolas de ensino básico e nos de ensino superior. A partir da análise de 35 livros didáticos ao todo, evidenciaram uma inconsistência conceitual amplamente difundida nos livros didáticos, o que também foi perpetuado nas falas dos alunos do ensino superior, prováveis futuros pesquisadores-docentes (BARBOSA; SILVEIRA, 2018).

Mais recentemente, Moraes, Almeida e Rink (2023) exploraram as noções de ecologia de ecossistemas expressas nos livros didáticos de biologia no PNLD/2018. Estes concluíram que houve uma forte articulação à temática ambiental, ocasionando uma “ecologização”, nas palavras dos autores, dos fenômenos ambientais (MORAIS;

ALMEIDA; RINK, 2023). Embora o número de publicações encontradas tenha sido relativamente baixo, dado o período analisado e a relevância do tema, é possível que uma parcela das produções esteja armazenada nos repositórios das instituições de ensino superior em forma de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs), Dissertações e Testes ainda não publicadas em periódicos de ensino.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Nº 9394/96) sancionada em 1996, também referida como LDB, o Ensino Médio consiste na etapa final da educação básica. Além de defini-lo, esse documento já atualizado (BRASIL, 2017b) também dispõe de suas finalidades, sendo elas:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 2017b, p. 24-25).

A LDB define que o currículo dessa etapa de ensino deverá seguir a BNCC e compor os itinerários formativos, ao todo são cinco, a saber: “I – linguagens e suas tecnologias; II – matemática e suas tecnologias; III – ciências da natureza e suas tecnologias; IV – ciências humanas e sociais aplicadas; V – formação técnica e profissional” (BRASIL, 2017a, p.25).

Além da LDB, existem outros documentos oficiais que visam a organização desse nível de ensino, como as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). As DCNEM contemplam os princípios e fundamentos definidos na legislação para orientar as políticas públicas educacionais na elaboração, planejamento, implementação e avaliação das propostas curriculares das instituições ou redes de ensino públicas e privadas que ofertam o Ensino Médio (DCNEM, 2018). Enquanto os PCNEM, atuam conjuntamente às DCNEM, porém fazendo referência especificamente às disciplinas, atualmente organizadas em três áreas do conhecimento, propondo a interdisciplinaridade e interações entre elas, além de apresentar os objetivos específicos de cada área do conhecimento reunidos em torno de competências gerais (PCNEM, 2006).

Apesar desses documentos serem relativamente antigos, recentemente houve mudanças significativas na organização e nas propostas curriculares do Ensino Médio (EM) no Brasil, tendo como principais justificativas a baixa qualidade do EM ofertado no país e a necessidade de torná-lo mais atrativo aos jovens brasileiros, a fim de minimizar as altas taxas de evasão escolar e baixo desempenho. O histórico e as críticas a seguir apresentadas se baseiam principalmente em Ferretti (2018), Selles e Oliveira (2022) e em documentos oficiais da União (a servir, BRASIL, 2017a).

A reforma do Ensino Médio, também referida como “Novo” Ensino Médio (NEM), é regulada pela Lei nº 13.415/2017, a partir da conversão da Medida Provisória MP 746/2016, sancionada no período pós-golpe, no governo de Michel Temer. Essa proposta resultou em mudanças expressivas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB 9.394/1996 e no Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica – FUNDEB 11.494/2007. Dentre as mudanças, foi definido uma nova organização curricular, baseado na BNCC (Art. 35 A), e a oferta dos chamados itinerários formativos (Art. 36), que têm como principal objetivo ofertar diferentes escolhas curriculares aos discentes com relação às áreas do conhecimento e à formação técnico-profissional. Os itinerários formativos são conjuntos das antigas disciplinas, que passaram a ser organizadas em áreas do conhecimento a partir da BNCC, e deverão servir para um maior aprofundamento dentro dessas áreas e estimular a continuidade dos estudos (BRASIL, 2017b). No entanto, como estipula o Art. 36 da LDB, cada ente federativo não é obrigado a ofertar todos os itinerários formativos, mas sim oferecer ao menos um, tendo em vista sua “relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino”. No mais, cada escola só tem a obrigação de oferecer apenas um itinerário e cada município no mínimo dois (BRASIL, 2018). Ou seja, as redes públicas de ensino escolherão quais itinerários serão ofertados. Portanto, há discordâncias entre os pressupostos objetivos da flexibilização do currículo para atender aos interesses dos estudantes e às suas possibilidades de escolha, pois estes poderão escolher, no máximo, entre os itinerários formativos ofertados pelo sistema público de ensino.

Essas alterações têm causado divergência de opiniões entre profissionais e gestores da Educação Básica, porém apresentando um maior apoio dos setores empresariais e governamentais (CUNHA; LOPEZ, 2017). Dentre as inúmeras críticas à reforma, uma das principais é a obrigatoriedade de somente duas disciplinas em todos os três anos de Ensino Médio, língua portuguesa e matemática, seja como forma

da formação geral ou sob forma de itinerário formativo. Além da redução do currículo, diversos autores apontam para a relação dessa determinação com a tentativa desesperada de reverter o péssimo desempenho nacional nas avaliações em larga escala de caráter internacionais, como o Programa Internacional da Avaliação de Estudantes (PISA), e o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) que é calculado a partir do Censo Escolar do governo Federal. Isto é justificado pelo fato dessas avaliações focam justamente nesses componentes curriculares, além daqueles referentes às ciências, o que diz muito sobre as intenções da reforma. Diante disso, existe a possibilidade de que os entes federativos sejam pressionados a ofertar prioritariamente os itinerários referentes às áreas das Ciências Naturais, Matemática, Linguagens e Educação profissional, atendendo aos interesses econômicos da reforma e deixando em segundo planos os demais itinerários. Já, no que diz respeito aos demais componentes curriculares, Educação Física, Artes, Sociologia e Filosofia, passam a ser ofertados somente sob forma de estudos e práticas e não como disciplinas, mas sim por meio de atividades que podem ser dentro de uma disciplina específica ou em projeto interdisciplinar.

Uma outra importante alteração se deu no Art. 24 da LDB, no que diz respeito à carga horária dessa etapa de ensino, que deverá tornar-se de período integral (sete horas diárias). Especificamente, a carga anual de 800h passará para 1000h (BRASIL, 2017b), em um prazo de até 5 anos, ou seja, atualmente os colégios brasileiros já deveriam cumprir essa carga horária. Depois disso, deverão ser cumpridas 1400 horas anuais, totalizando 4200 horas para toda a etapa do Ensino Médio (BRASIL, 2017b). Diante disso, faz-se necessário ressaltar que as escolas das redes estaduais não contam com infraestrutura e condições de trabalho adequadas para atender a demanda de uma escola em período integral, visto que isso exige a disponibilização de mais recursos.

Ao mesmo tempo que foi sancionada a Lei 3.415, também foi adotada a PEC 95/2016, por meio da qual foi instituído o Novo Regime Fiscal, pelo mesmo governo. A vigência da última implica na redução progressiva e severa dos recursos de que poderão dispor setores como a saúde e educação por um período de 20 anos, a partir de 2017. Portanto, as escolas terão pouca ou nenhuma possibilidade de superar tais dificuldades, sendo essas cobrir os custos dos salários dos professores ou de infraestruturas favoráveis, ao menos no que diz respeito aos dez primeiros anos da implementação da lei. A partir disso, é provável que essa lei possibilite aprofundar as

desigualdades já existentes entre as juventudes, principalmente no que diz respeito às suas questões de ordem cultural, como etnia, condição socioeconômica e orientação sexual.

Diante das mudanças expostas acima, a atual BNCC rompe com a legislação anterior no que diz respeito à organização dos componentes curriculares em áreas, porém sem diluí-los ou excluí-los. Atualmente, a Biologia está inserida na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, sem ser especificada. No documento, as competências e habilidades específicas das Ciências da Natureza não indicam as disciplinas, o que pode ocasionar o silenciamento e ao tratamento genérico de seus conteúdos ao conjunto das demais disciplinas que compõem a área. Em conclusão, Selles e Oliveira (2022) discorrem que a ameaça à disciplina Biologia atinge a organização escolar, dos tempos e espaços do seu cotidiano, os Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Programa de Residência Pedagógica, ou seja, a formação docente e a produção dos livros didáticos, os quais devem seguir às exigências das BNCC.

Neste capítulo foram abordadas importantes questões que tangem os livros didáticos e o ensino brasileiro, entre eles a importância dos livros didáticos e a pesquisa acerca desse recurso para o ensino brasileiro, o ensino de ecologia na educação brasileira e a pesquisa dessa temática nos livros didáticos, a reforma do Ensino Médio e as suas repercussões no ensino de biologia. No próximo capítulo, serão expostas as coleções didáticas que foram analisadas para a realização do presente estudo, assim como os critérios para sua escolha e sua organização, e os procedimentos metodológicos e analíticos empregados para atingir os objetivos de pesquisa.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ANALÍTICOS

3.1 LIVROS DIDÁTICOS

Com intuito de analisar os livros didáticos que antecederam e sucederam a reforma do Ensino Médio no Brasil, foram selecionadas duas coleções didáticas, sendo uma aprovada pelo PNLD/2018 e a outra contemplada pelo PNLD/2021. Ambas as coleções são de autoria de Sônia Lopes e Sérgio Rosso, o que permite melhor acompanhar as mudanças em função da reforma do Ensino Médio e a adoção da BNCC, assim como os viés imposto por serem frutos de dois projetos editoriais distintos. Outro importante critério para a escolha dessas coleções, foi a disponibilidade do material didático na íntegra em formato digital. Sendo que a coleção da PNLD/2021 estava disponível gratuitamente no site da Editora Moderna. As duas coleções que foram analisadas são BIO (LOPES; ROSSO, 2016) e Ciência da Natureza (LOPES; ROSSO, 2020). Essas coleções pertencem, respectivamente, às editoras Saraiva e Moderna, que estão entre as maiores e principais editoras do mercado brasileiro, apresentando mais de uma obra contemplada pelo PNLD em todas as edições desde 2007 para o componente curricular Biologia (PINHEIRO; ECHALAR; QUEIROZ, 2021). Portanto, analisar seus conteúdos também significa analisar os interesses mercadológicos por trás do processo de seleção e aprovação dos livros didáticos pelo PNLD.

Com relação à coleção BIO (LOPES; ROSSO, 2016), aprovada pela PNLD de 2018, apresenta três volumes do Livro do Aluno do componente curricular Biologia, um volume para cada ano do Ensino Médio. Cada volume está estruturado em unidades que estão subdivididas em capítulos e cada uma das unidades aborda um grande tema da Biologia. Devido a essa organização, todo o conteúdo de Ecologia abordado por essa coleção, ficou restrito a uma unidade. Dessa forma, apenas o primeiro volume dessa coleção foi analisado (Tabela 1).

Já a coleção Ciência da Natureza (LOPES; ROSSO, 2020), contemplada pela PNLD de 2021, apresenta seis volumes do Livro do Estudante, estes são independentes e podem ser utilizados em quaisquer um dos anos do Ensino Médio, conforme o conteúdo a ser abordado. Essa coleção apresenta os seguintes volumes: (1) Evolução e Universo, (2) Energia e Consumo Sustentável, (3) Água, Agricultura e Uso de terra, (4) Poluição e Movimento, (5) Corpo Humano e Vida Saudável e (6)

Mundo Tecnológico e Ciências Aplicadas. Essas obras abordam o conjunto formativo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, composto pelos componentes curriculares de Biologia, Química e Física, trabalhados em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e suas competências e habilidades. Cada volume da coleção apresenta duas unidades e, dentro dessas, temas correlacionados entre si. Apesar da multidisciplinaridade das obras, as Orientações Específicas por Unidade apontam que cada um dos temas deve ser desenvolvido por professores de um componente curricular específico.

A temática de cada uma das unidades foi escolhida com base nos Temas Contemporâneos Transversais (TCT) e na sua significância para a sociedade. Os TCTs são temáticas que não se restringem a áreas do conhecimento específicas, mas permeiam várias disciplinas (BRASIL, 2019) e buscam contribuir para a construção da cidadania e participação ativa na sociedade. A BNCC aponta a existência de 15 TCTs, os quais estão distribuídos em seis macro áreas temáticas, que interligam diferentes áreas do conhecimento e temas do cotidiano.

Diante dessa organização, os conteúdos de Ecologia não ficaram agrupados em uma unidade ou, até mesmo, um volume específico. Por isso, a análise se estendeu para quatro volumes da coleção, sendo eles os quatro primeiros listados acima. Em dois dos quatro volumes, o conteúdo de ecologia estava presente em mais de uma unidade (Tabela 1).

QUADRO 1- Livros didáticos analisados e as unidades que apresentam conteúdo de Ecologia.

BIO (Vol. 1)	Evolução e Universo	Energia e Consumo Sustentável	Água, Agricultura e Uso de terra	Poluição e Movimento
Unidade 1 – Capítulo 2 – Introdução à Biologia e Princípios da Ecologia	Unidade 2 – Tema 2 – Populações e Comunidades	Unidade 2 – Tema 1 – Consumo e ambiente	Unidade 1 – Tema 1 – Transmissão de calor e mudança de fase	Unidade 1 – Tema 1 – Estrutura dos ecossistemas, fluxo de energia e ciclo da matéria
			Unidade 1 – Tema 2 – Vulnerabilidade dos recursos hídricos	Unidade 1 – Tema 5 – Combustíveis fósseis e chuva ácida
			Unidade 2 – Tema 1 – Impactos ambientais da produção de alimentos	Unidade 2 – Tema 6 – Padrões climáticos e balanço térmico da Terra
			Unidade 2 – Tema 4 – Recursos Essenciais no Desenvolvimento vegetal	

Fonte: A autora (2023).

3.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO

Para a coleta e análise dos dados foi empregado um método qualitativo, baseando-se na Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Segundo Bardin (2011), essa metodologia é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações” (BARDIN, 2011, p.37). Essas técnicas podem ser aplicadas aos livros didáticos e têm como principal função explicitar e sistematizar o conteúdo desses materiais de forma a permitir a inferência de significados. Além disso, essa metodologia permite produzir descrições dos conteúdos, baseando-se em procedimentos sistemáticos e replicáveis, a partir de características explícitas identificadas no texto (BAUER, 2002).

Em um primeiro momento, foi realizada uma pré-análise das obras por meio da “leitura flutuante”, que tem como finalidade uma primeira aproximação aos textos (BARDIN, 2011), assim como a busca pelo enfoque da análise, que nesse caso é a Ecologia. A partir dessa leitura inicial, foram identificadas palavras-chave referentes ao conteúdo de Ecologia que puderam auxiliar na seleção das unidades de registro. As unidades de registro podem ser entendidas como as unidades de significação, que correspondem ao segmento de conteúdo que serve de unidade base para a análise (BARDIN, 2011). No caso do presente trabalho, as unidades de registro tratam-se de títulos, frases, trechos do texto e parágrafos das obras didáticas (Tabela 2).

A partir das unidades de registro, também foram definidas as unidades de contexto dentro das obras. Essas servem de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro, correspondendo a segmentos de ordens superiores aos da unidade de registro (BARDIN, 2011). No caso dos livros didáticos, correspondem às unidades temáticas, capítulos, número de página e o parágrafo em que se encontram as unidades de registro (Tabela 2).

QUADRO 2- Parte da grade analítica, ilustrando a extração e tabulação dos dados, incluindo a unidade de contexto, unidade de registro, palavra-chave, observações e categoria.

Unidade de contexto	Unidade de registro	Categoria	Palavra-chave	Observações
BIO Vol.1 Unidade 1 Capítulo 2 Página 30	A palavra “ecologia” deriva de duas palavras gregas: oikós (casa) e logos (estudo). Assim, Ecologia significa literalmente o “estudo da casa”. Essa palavra foi usada pela primeira vez em 1870 pelo biólogo alemão Ernst Haeckel, para designar o estudo das interações dos organismos entre si e com os demais componentes do ambiente.	Ecossistemas	Ecologia	Conceito de ecologia; Ernst Haeckel; Interação entre organismos; Interação entre organismos e o ambiente;

Fonte: A autora (2023).

Neste capítulo foram detalhados os procedimentos metodológicos utilizados no presente trabalho, desde a escolha dos livros didáticos e a distribuição dos conteúdos ecológicos nas coleções até a extração dos dados das obras e sua análise. No seguinte capítulo, serão apresentados os principais resultados obtidos.

4 OS RESULTADOS EM ANÁLISE

Neste terceiro capítulo, serão apresentados os resultados da pesquisa, começando pelos resultados gerais de cada uma das coleções didáticas. Posteriormente, os resultados serão apresentados dentro de quatro categorias que agrupam determinados conteúdos da ampla temática Ecologia, sendo essas: Ecossistemas, Populações e Comunidades, Fluxo de energia e ciclo da matéria e Problemas ambientais. Por meio destas categorias serão analisados os principais conteúdos de ecologia presentes nas obras de forma comparada e as discussões com a literatura.

Ao todo, foram analisadas 156 páginas que apresentavam conteúdos referentes à temática Ecologia entre as duas coleções didáticas, das quais foram extraídas 656 unidades de registro para a análise. Além disso, conjuntamente, essas obras apresentaram 231 figuras nessas páginas.

Na coleção didática do PNLD/2018, representada pelo material didático BIO Vol.1 de Lopes e Rosso (2016), que daqui em diante será tratado como LD1, foram analisadas 90 páginas, das quais extraiu-se 340 unidades de registro e foram observadas 151 imagens.

O LD1 apresenta uma organização padronizada, em que todas as unidades e os capítulos apresentam uma construção e um número de páginas similares. Cada unidade apresenta um título, uma imagem e uma frase que, segundo os autores, deve ser instigante e indicar o que será estudado em seguida. Entretanto, observa-se que a imagem e a frase nem sempre se relacionam diretamente. Já a estruturação dos capítulos, todos apresentam uma capa, que possui um título, indicativo do conteúdo que será abordado e uma imagem. Além disso, apresentam um quadro denominado “Pense nisso” (Figura 1), que apresenta uma série de questionamento que têm como principal finalidade explorar os conhecimentos prévios dos alunos, os dando uma chance de expor estes conhecimentos em sala de aula. Muitas vezes, estes questionamentos estão também relacionados às imagens das capas dos capítulos. Em seguida, são apresentados os conteúdos dos capítulos no corpo do texto, no qual, além de texto corrido, também se observa uma abundância de elementos gráficos, como imagens, tabelas, esquemas e infográficos etc. Após a exposição teórica, estão presentes quadros denominados “Colocando em Foco” (Figura 2), nos quais os

conteúdos apresentados são relacionados com aspectos sociais, éticos etc. Também dispõe de um outro quadro, “Tema para discussão” (Figura 3 e 4), no qual é apresentado um texto complementar, seguido de perguntas para guiar a discussão em classe. Por último, o quadro “Retomando” (Figura 5) representa um momento de retomada dos questionamentos apresentados no início do capítulo e uma oportunidade de reflexão e estruturação dos novos conhecimentos assimilados.

FIGURA 1- Exemplo do quadro “Pense nisso”

⋯

Pense nisso

- Na legenda da fotografia acima são descritos aspectos da vida de beija-flores. Para construir o ninho, essas aves precisam de alguns elementos. De onde vêm esses elementos?
- O beija-flor depende de outros organismos para viver? Quais?
- Cite alguns animais que você conhece e do que cada um deles se alimenta.
- Como é a nutrição de outros organismos, como plantas, fungos e bactérias? De onde vem o alimento desses organismos? A função do alimento para os seres que citou é a mesma função do alimento que você come?
- O que acontece com o corpo de um organismo quando ele morre?
- Explique a importância da água para a nossa vida e para a dos demais seres vivos.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.70)

FIGURA 2- Exemplo do quadro “Colocando em foco”

🔍

Colocando em foco

PESCA E CAÇA DESORDENADAS

Além do desmatamento, outros modos de uso inadequado do meio vêm afetando a Amazônia. Os rios amazônicos, por exemplo, têm sido alvo da pesca desordenada, levando à redução do estoque de peixes, em especial dos que são usados na alimentação humana. É o caso do tambaqui (Fig. 3.16), um dos maiores peixes da bacia do Amazonas, que atinge cerca de 90 cm de comprimento e chega a pesar 30 kg. Antigamente, eram capturados exemplares com até 45 kg, mas em função da sobrepesca praticamente não existem mais exemplares desse porte.

Além dos peixes, os botos vermelhos (ou botos-cor-de-rosa), mamíferos aquáticos, são caçados ilegalmente para uso de sua carne como isca para peixes, em especial para a captura do peixe sem escamas conhecido por piracatinga (Fig. 3.17), que é exportado para outros países. Com isso, a população dos botos está diminuindo muito e a espécie está na lista vermelha de animais em risco de extinção.

No ambiente terrestre, a caça desordenada tem reduzido o número de animais, gerando o que alguns pesquisadores chamam de “florestas vazias”, em que há vegetação, mas as principais espécies animais não estão mais presentes ou ocorrem em número bem reduzido.



Figura 3.16. Os tambaquis são alvo da pesca desordenada para consumo na alimentação humana. Chegam a medir 90 cm de comprimento.



Figura 3.17. Piracatingas, em cuja pesca é utilizada a carne de botos como isca. Chegam a medir 40 cm de comprimento.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p. 54)

FIGURA 3- Exemplo do quadro “Tema para discussão”



Tema para discussão

REGISTRE NO CADERNO 

O fogo: inimigo ou amigo?

Entre os grandes causadores do aumento do efeito estufa estão as queimadas e os incêndios florestais. Além desse aspecto negativo do fogo, há outros relacionados com a destruição da flora, da fauna e dos solos.

Há, no entanto, um ecossistema brasileiro particular que depende do fogo para se manter: o cerrado. [...]

A vida que surge das cinzas

[...]

Espantosa é a rapidez com que novos brotos são emitidos logo após uma queimada. Poucas semanas são necessárias para que o verde volte à tona, deixando de lado o pálido cinza impresso pelo fogo. Muitas espécies, ainda, ressurgem com flores, e o cerrado, quase que milagrosamente, transforma-se em um verdadeiro jardim.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.64)

FIGURA 4- Exemplo das questões do quadro “Tema para discussão”

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

1. Selecione no texto termos que não conhece e pesquise o significado deles. Depois, elabore um resumo com esses significados. Uma vez concluída essa tarefa, troque com os colegas os resumos e discutam sobre os termos em que houver discordância de interpretação.
2. A cultura de um povo é fundamental para a aceitação de procedimentos pautados na ciência. A informação e a educação são fatores fundamentais nesse processo. Assim, seja um agente na difusão do conhecimento. Junto com os colegas, releiam o texto e, com base nas informações que ele contém e em outras fontes de consulta, elaborem um folheto explicativo sobre a importância do fogo no Cerrado.
3. No parágrafo final do texto, é mencionado um aspecto positivo dos incêndios, naturais ou provocados, no Cerrado. Se você fosse o administrador de um parque na Mata Atlântica, estenderia o que se menciona nesse trecho para o parque? Justifique sua resposta.

Professor(a), com estas questões, pretendemos incentivar o uso de dicionário e estimular a elaboração de texto por parte dos estudantes. Aproveite também para trabalhar noções de cidadania com as questões 2 e 3.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.65)

FIGURA 5- Exemplo do quadro “Retomando”



Retomando

Como você viu, a diversidade de ecossistemas terrestres e aquáticos é muito grande. Retome suas respostas às questões da seção **Pense nisso** e procure reescrevê-las, adicionando o conhecimento que obteve com o estudo deste capítulo. Pense também no que aprendeu no capítulo anterior e amplie sua interpretação: que relações você consegue identificar entre a localização geográfica dos grandes biomas e suas características abióticas? A região onde você mora se insere em qual bioma? Quais características do ambiente lhe permitem afirmar isso?

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.66)

Na coleção didática do PNLD/2021, representada pelo material didático Ciência da Natureza Vol.1, 2, 3 e 4 de Lopes e Rosso (2020), que daqui em diante será tratado como LD2, foram analisadas 66 páginas, das quais extraiu-se 316 unidades de registro e foram observadas 88 imagens.

A organização dos LD 1 e 2 apresentam várias similaridades. No LD2 cada uma das unidades também apresenta título e imagem. No entanto, geralmente as aberturas das unidades são mais longas do que no LD1, por apresentarem textos

disparadores que se articulam com as imagens e introduzem o conteúdo que será abordado. Além disso, também apresentam uma seção denominada “Por que ordenamos a Unidade dessa forma?” que explora a relevância dos temas trabalhados. Uma vez que atualmente todos os materiais didáticos devem estar de acordo com a BNCC, assim como suas competências e habilidades, estas são apresentadas no quadro “Por dentro da BNCC” (Figura 6). Por fim, assim como no LD1, o LD2 também apresenta o quadro “Pense nisso!” (Figura 7), que trata de questões disparadoras que levam os estudantes a refletirem e exporem seus conhecimentos prévios sobre a temática abordada.

No entanto, este está localizado no final da abertura de cada Unidade e por isso, diferentemente do LD1, é composto por somente um questionamento por Tema, que equivale à Capítulo. Ou seja, em ambos os LDs esse quadro é uma oportunidade de o professor avaliar as concepções iniciais dos estudantes e construir o conhecimento partindo desse ponto. Dentro dos Temas, além do corpo textual, há também alguns outros elementos de importância, como os quadros “Fique por dentro” (Figura 8), em que são apresentadas fontes complementares de informações, “+” (Figura 9) que, assim como o quadro “Colocando em Foco” presente no LD1, contextualizam os conteúdos trabalhados sob perspectivas sociais e culturais, e, por último, o quadro “Refleta sobre o seu aprendizado!” (Figura 10), a partir do qual os alunos devem refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem e realizar uma autoavaliação.

Com relação aos conteúdos e conceitos ecológicos, ao todo, foi possível identificar 211 conceitos e palavras-chave nos LDs. Estes foram agrupados em quatro categorias distintas, para fins analíticos e comparativos, sendo essas: Ecossistemas, Populações e Comunidades, Fluxo de Energia e Ciclo da Matéria e Problemas Ambientais.

FIGURA 6- Exemplo do quadro “Por dentro da BNCC”

Por dentro da BNCC

O trabalho com esta Unidade favorece o desenvolvimento das competências e das habilidades da BNCC citadas a seguir.

Competências gerais: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10

Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1; 2; 3

Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT106; EM13CNT201; EM13CNT202; EM13CNT203; EM13CNT204; EM13CNT205; EM13CNT206; EM13CNT208; EM13CNT301; EM13CNT304; EM13CNT305; EM13CNT306; EM13CNT307; EM13CNT309

Área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Competências específicas: 1; 2; 3; 4; 5

Habilidades: EM13CHS103; EM13CHS206; EM13CHS302; EM13CHS403; EM13CHS404; EM13CHS502

Área de Linguagens e suas Tecnologias

Competência específica: 1

Habilidades: EM13LGG102; EM13LP05

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol.1, p.83)

FIGURA 7- Exemplo do quadro “Pense nisso!”

Pense nisso! Registre em seu caderno

Tema 1. Como a evolução humana influenciou historicamente o desenvolvimento de máquinas e no uso de tecnologias?

Tema 2. Explique como o aumento populacional ao longo da história da humanidade contribui para impactos provocados por catástrofes, como a que vimos em Brumadinho, MG.

Tema 3. Quais propriedades geralmente apresentadas pelos metais podem explicar seu uso na fabricação de diferentes materiais e objetos do cotidiano?

Tema 4. O minério de ferro é a matéria-prima do aço – uma liga de ferro e carbono. Que etapas você acredita que seriam necessárias para obter essa liga metálica a partir do minério?

Tema 5. Quais materiais você escolheria para construir um meio de transporte elétrico?

Tema 6. A alavanca é uma das máquinas mais simples da humanidade e é utilizada há milênios, sendo a gangorra um exemplo. Defina o seu funcionamento e cite objetos em que você reconhece o mesmo princípio.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol. 1, p.83)

FIGURA 8- Exemplo do quadro “Fique por dentro”

Fique por dentro

Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação

No *site* do IBGE, você pode observar o tamanho e a estrutura etária da população atual do Brasil e dos estados, além de verificar outros indicadores populacionais.

Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 26 maio 2020.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol.1, p.99)

FIGURA 9- Exemplo de quadro “+”



O garimpo na Terra Indígena Yanomami

O garimpo já deixou marcas profundas no povo e no território Yanomami. Entre 1986 e 1990, estima-se que 20% da população (1.800 pessoas) morreu em função de doenças e violências causadas por 45 mil garimpeiros que invadiram suas terras.

A invasão e a tensão crescente do garimpo culminaram, nos anos de 1990, em um episódio de grande repercussão mundial por sua barbárie. Em julho de 1993, garimpeiros invadiram uma aldeia Yanomami e assassinaram a tiros e golpes de facão 16 indígenas, entre eles idosos, mulheres e crianças. Conhecido como o Massacre de Haximu, foi o primeiro caso julgado pela Justiça brasileira no qual os réus foram condenados por genocídio. [...]

O garimpo continua sendo uma ameaça à vida dos Yanomami e Ye'kwana. Desde 2014, a invasão de seus territórios por garimpeiros cresce assustadoramente. Hoje, estima-se que cinco mil garimpeiros atuam ilegalmente na Terra Indígena Yanomami. As diversas denúncias feitas pelos índios não têm resultado em ações efetivas dos órgãos governamentais responsáveis. Se nada for feito de concreto, um novo Haximu pode estar a caminho.

Para acabar com o garimpo ilegal na Terra Indígena Yanomami é preciso que se descubram os seus financiadores, que são os que realmente lucram e sustentam esta atividade. É preciso descobrir a rota do ouro, ou seja, por onde passa e qual seu destino final.

Neste sentido, a Polícia Federal realizou duas operações que levantaram apenas a beira do manto que encobre esta atividade ilegal: a operação Xawara, em 2012, e a operação Warari Koxi, em 2015. Além de descobrirem alguns comerciantes e donos de avião em Roraima, também descobriram que o ouro chega a uma Distribuidora de Valores e Títulos Imobiliários (DTVM), na Avenida Paulista, na cidade de São Paulo. **Fica o alerta:** o ouro comercializado nos grandes centros financeiros do Brasil pode carregar com ele o sofrimento do povo Yanomami.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. *O povo Yanomami está contaminado por mercúrio do garimpo*. Disponível em: <<https://medium.com/hist%C3%B3rias-socioambientais/o-povo-yanomami-est%C3%A1-contaminado-por-merc%C3%A9rio-do-garimpo-fa0876819312>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol.2, p.91)

FIGURA 10- Exemplo do quadro “Reflita sobre seu aprendizado”

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020

4.1 ECOSSISTEMAS

O LD1 apresenta o maior número de páginas que tratam no conteúdo pertencente à categoria Ecossistemas, contando com 24 páginas, enquanto o LD2 apresenta 18. Por outro lado, em número de unidades de registro o LD2 supera o LD1 com, respectivamente, 122 e 100 cada.

Nesta categoria estão agrupados os conteúdos de conceito de ecologia, níveis de organização biológica, componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas e habitats, ecossistemas aquáticos e terrestres, suas características e os biomas. Em relação a esses conteúdos, o LD1 apresenta uma maior ênfase nos conceitos ecossistêmicos, apresentando 53 de 55 conceitos observados (Tabela 3). Enquanto o LD2 apresenta somente 37 conceitos (Tabela 3).

Com relação ao conceito de ecologia presente nos LDs, ambas as coleções apresentaram um conceito, entretanto observa-se uma diferença significativa entre os conceitos apresentados. No LD1 a ecologia é conceituada como: “A palavra “ecologia” deriva de duas palavras gregas: oikós (casa) e logos (estudo). Assim, Ecologia significa literalmente o “estudo da casa”. Essa palavra foi usada pela primeira vez em 1870 pelo biólogo alemão Ernst Haeckel, para designar o estudo das interações dos organismos entre si e com os demais componentes do ambiente.” (LOPES; ROSSO, 2016; p.30). A partir disso, observa-se que o LD1 apresenta, além do conceito por si só, a etimologia da palavra “ecologia” e um breve histórico por trás dessa área de estudo. Enquanto no LD2 é apresentado um conceito de ecologia, da seguinte forma: “Ecologia é a ciência que estuda os ecossistemas, que são entidades ecológicas nas quais interagem componentes vivos e não vivos, denominados, respectivamente, bióticos e abióticos.” (LOPES; ROSSO, 2020; Vol.2 p.82). No caso do LD1, além do conceito de Ecologia, o material didático também traz o conceito de Ecologia Urbana por meio de uma discussão bastante interessante que deve ocorrer na sala de aula, trazendo uma perspectiva antrópica sobre as interações entre os organismos e entre estes o meio.

Com relação aos conceitos dos diferentes níveis de organização biológica, sendo esses: Ecossistema, Biosfera, Hidrosfera, Litosfera e Atmosfera, é possível observar uma concordância entre ambas as coleções. A principal diferença entre a forma que os conceitos são apresentados é que no LD1, novamente, há uma preocupação por apresentar a etimologia das palavras. Por exemplo, no LD1 a

atmosfera é conceituada como “Atmosfera (atmós = gás): camada ou esfera da Terra formada pelo ar.” (LOPES; ROSSO, 2016; p.30), enquanto no LD2: “Finalmente, acima disso tudo vem a camada menos densa de todas, formada por gases e que constitui a atmosfera.” (LOPES; ROSSO, 2020; Vol.4 p.13).

No LD2, é apresentado um conceito adicional, o da “Teoria de Gaia” o qual é apresentado com a finalidade de sustentar a ideologia de que os componentes bióticos e abióticos são interdependentes. Além disso, também pretende mostrar que não somente os componentes abióticos sustentam a vida na Terra, por meio da ciclagem da matéria, mas que a própria composição dos seres vivos altera as concentrações desses elementos. Isso é feito de uma forma bem interessante e didática, apresentando um quadro comparativo das concentrações dos principais gases que compõem a atmosfera na presença e na ausência da vida na Terra (Figura 11). Esse conceito de certa forma serve para preencher a lacuna entre o conceito de Ecossistemas apresentado pelo LD2 em comparação com o apresentado pelo LD1. No LD1, ecossistemas “[...] compreendem todos os seres vivos e todos os fatores físicos e químicos de uma área particular. Em um ecossistema há interação entre os seres vivos e entre os seres vivos e os fatores físicos e químicos do ambiente, formando uma unidade funcional em que se verifica fluxo de energia e ciclo de matéria.” (LOPES; ROSSO, 2016; p.18), evidenciando essa relação componentes bióticos-abióticos. Enquanto o conceito apresentado pelo LD2, não dá tanta ênfase nessa relação.

FIGURA 11- Quadro comparativo da composição gasosa da atmosfera na presença e na ausência da vida na Terra

Tabela 1.1 Comparação entre a composição química atual da atmosfera terrestre e a provável composição caso não houvesse vida no planeta		
Componentes	Terra atual	Terra sem vida
CO ₂ e outros gases	0,03%	98%
N ₂	79%	1,9%
O ₂	20%	Traços

Fonte dos dados: ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol.4, p.13)

Além das demais pequenas diferenças observadas nos LDs, expostas na Tabela 3, no que tange a abordagem dos biomas internacionais e nacionais, observa-se uma diferença significativa entre as coleções. Sendo que no LD2 há o completo apagamento dos biomas internacionais. Apesar de que, em termos de contextualização dos conhecimentos, abordar biomas nacionais é uma escolha lógica, isso não deveria ser feito em detrimento dos demais biomas, tendo em vista de que esses ajudam a entender as dinâmicas biológicas e climáticas do planeta como um todo. A seção de “Ecossistemas Terrestres” do LD1 apresenta os principais biomas internacionais, esses são apresentados de forma comparativa em subcategorias, guiadas por uma bibliografia complementar da *Nature Education* comum a todos (FORSETH, 2010). Nessa seção, são apresentadas as características climáticas, pluviométricas, florísticas e riqueza de espécies de cada um desses ecossistemas. Com relação aos biomas brasileiros, esses aspectos também são apresentados, em ambos os LDs, além da ocorrência do bioma e as espécies emblemáticas e ou endêmicas de cada bioma, as quais são mais bem ilustradas no LD1 (Figura 12). Nos LDs também são abordadas as principais ameaças antrópicas a esses biomas, suas consequências ambientais e sociais, as quais estão relacionadas às principais atividades econômicas desenvolvidas nesses ecossistemas (Figura 13).

FIGURA 12- Exemplo de espécies emblemáticas do bioma Cerrado



Figura 3.34. Tuiuiú (*Jabiru mycteria*), ave símbolo da região do Pantanal. Mede cerca de 1,60 m de altura.



Figura 3.35. Fotografia de população de jacarés (*Caiman yacare*). Estima-se que existam mais de 3 milhões de indivíduos dessa espécie vivendo no Pantanal. Medem cerca de 2 m de comprimento.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.60)

FIGURA 13- Exemplo de abordagem problematizadora dos impactos antrópicos sobre os biomas

Colocando em foco

O PANTANAL E AS ATIVIDADES HUMANAS

A criação de gado bovino no Pantanal teve início no final do século XIX e é a principal atividade econômica dessa região. Tradicionalmente, a pecuária extensiva também obedecia ao ritmo das águas, tendo se desenvolvido inclusive raças pantaneiras de bovinos e equinos, adaptadas ao pastejo em águas rasas. Entretanto, a modernização dessa pecuária promoveu a divisão de terras e trouxe variedades exóticas de capim e a necessidade de interferir no fluxo das águas com pequenas represas, estradas, dragagens e drenagens, além de difundir o uso de pesticidas.

A pesca é outra atividade bastante desenvolvida, pois há riqueza de peixes de interesse para a alimentação humana. Porém os peixes estão diminuindo de tamanho e tornando-se mais raros, nítidos sinais de superexploração. A isso se somam problemas de contaminação por pesticidas e poluição industrial, sobretudo nos rios que vêm do planalto. O aumento que vem ocorrendo no turismo na região precisa ser bem orientado para não causar mais danos ao ambiente. Além disso, ocorrem ainda problemas com a mineração, caça ilegal, aumento do lixo urbano e projetos de navegação.

O Pantanal é hoje considerado uma área vulnerável e de prioridade máxima para conservação. A figura 3.36 mostra um exemplo de interação entre espécies animais que pode vir a sofrer consequências da intervenção humana sobre a região.




Figura 3.36. Pesquisadores observaram que peixes chamados piraputangas (comprimento: 50 cm) concentram-se em regiões de nascente, caracterizadas pela limpidez das águas. Quando macacos-prego (comprimento: 35 a 50 cm) se alimentam dos frutos das árvores ao redor da água, deixam cair frutos, e estes servem de alimento aos peixes. À medida que os macacos se deslocam de árvore em árvore, os cardumes de piraputangas os seguem.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.61).

QUADRO 3- Matriz de presença e ausência dos conteúdos ecológicos nos LDs para a categoria Ecossistemas.

Ecossistemas	BIO	Ciência da Natureza	Total
Ecologia	X	X	2
Ecologia Urbana	X		1
Litosfera	X	X	2
Hidrosfera	X	X	2
Atmosfera	X	X	2
Biosfera	X	X	2
Ecossistemas	X	X	2
Teoria de Gaia		X	1
Componentes bióticos	X	X	2
Componentes abióticos	X	X	2
Fatores Físicos	X	X	2
Fatores Químicos	X	X	2
Fatores Geológicos	X	X	2

Habitat	X		1
Ecosistemas aquáticos	X	X	2
Oceanos	X	X	2
Fatores abióticos	X	X	2
Temperatura	X	X	2
Incidência luminosa	X	X	2
Zona afótica	X	X	2
Zona fótica	X	X	2
Turbidez da água	X	X	2
Salinidade	X	X	2
Correntes Marinhas	X	X	2
Marés	X	X	2
Ciclo de Marés		X	1
Fontes termais	X	X	2
Água doce	X	X	2
Ecosistemas lênticos	X		1
Ecosistemas lóticos	X		1
Circulação vertical	X		1
Disponibilidade de nutrientes	X	X	2
Chuva de detrito	X	X	2
Correntes de ressurgência	X	X	2
Biomassas	X	X	2
Savanas	X		1
Florestas Tropicais	X		1
Florestas Temperadas Decíduas	X		1
Florestas de Coníferas	X		1
Desertos	X		1
Desertos quentes	X		1
Desertos frios	X		1
Desertos de altitude	X		1
Campos	X		1
Pradarias	X		1
Chaparral	X		1
Tundra	X		1
Manguezal	X		1
Amazônia	X	X	2
Cerrado	X	X	2
Mata Atlântica	X	X	2
Caatinga	X	X	2
Pampa	X	X	2
Pantanal	X	X	2
Endemismo	X	X	2
Total	53	37	90

Fonte: A autora (2023).

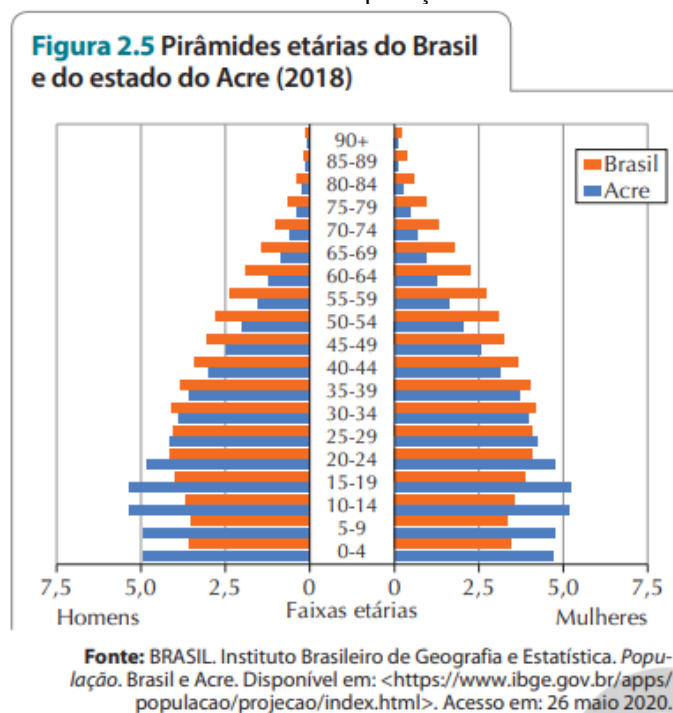
4.2 POPULAÇÕES E COMUNIDADES

O LD1 apresenta o maior número de páginas que tratam no conteúdo pertencente à categoria Populações e Comunidades, contando com 19 páginas, enquanto o LD2 apresenta 7. Ademais, em número de unidades de registro o LD1 supera o LD2 com, respectivamente, 85 e 58 cada.

Nesta categoria estão agrupados os conteúdos de conceito de população, comunidade, propriedades populacionais, nicho ecológico, interações biológicas, biodiversidade e sucessão ecológica. Em relação a esses conteúdos, o LD1 apresenta uma maior ênfase nos conceitos populacionais, apresentando 53 de 58 conceitos observados (Tabela 4). Enquanto o LD2 apresenta somente 35 conceitos (Tabela 4).

Com relação aos dois principais conceitos dessa categoria, observa-se que ambos os livros didáticos apresentam conceitos muito similares de População e de Comunidade. No entanto em respeito às populações biológicas, somente o LD2 conceitua e apresenta as propriedades populacionais: tamanho, densidade e dinâmica populacionais. Com relação aos conteúdos de estrutura e pirâmide etária, em ambos os LDs são apresentados exemplos reais de estrutura etária, no entanto o LD2 apresentou um exemplo nacional, representando a pirâmide etária do Brasil em comparação com o estado do Acre, com a finalidade de compreender as mudanças na estrutura desses gráficos (Figura 14). Apesar disso, ambos os LDs apresentaram os mesmos conteúdos complementares, sugerindo o acesso às projeções populacionais do IBGE para o Brasil, no LD2 isso foi realizado dentro de um quadro “Fique por dentro” (Figura 15).

FIGURA 14- Estrutura etária do Brasil em comparação ao estado do Acre no ano de 2018



Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol.1, p.99).

FIGURA 15- Conteúdo complementar acerca da temática estrutura etária

Fique por dentro

Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação

No site do IBGE, você pode observar o tamanho e a estrutura etária da população atual do Brasil e dos estados, além de verificar outros indicadores populacionais.

Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 26 maio 2020.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol.1, p.99).

No que diz respeito ao conteúdo de nicho ecológico e interações biológicas, o LD2 apresenta significativas lacunas de conhecimento em comparação ao LD1. O LD2 deixa de apresentar o conceito de nicho ecológico, um conceito fundamental da ecologia, assim como conceitos gerais de interações intra e interespecíficas e interações (des)harmônicas. Além disso, dentro da temática das interações biológicas, são ocultadas diversas interações no LD2 (Tabela 4). Ainda sobre essa temática, uma diferença que se sobressai entre os LDs é a utilização de imagens (Figuras 16 e 17) e a exemplificação, que são muito mais expressivos no LD1, no qual para cada tipo

de interação são apresentados diversos exemplos e uma ou mais ilustrações, mesmo que os LDs compartilhem de vários exemplos.

FIGURA 16- Exemplificação das interações biológicas, nesse caso, a predação

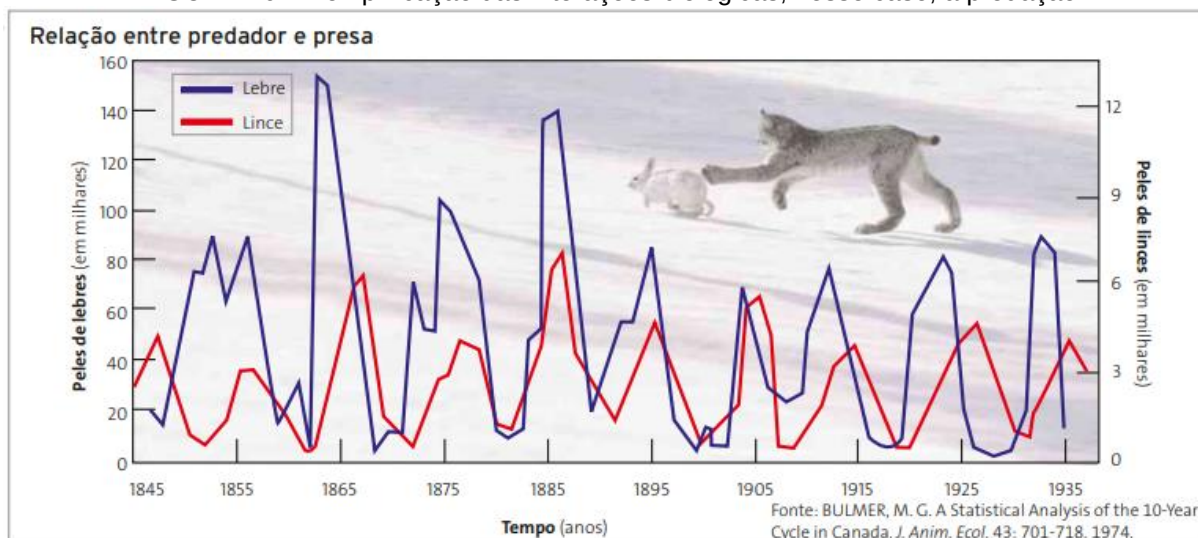


Figura 5.28. Gráfico relacionando as variações no tamanho das populações de lebres e linces em uma região do Canadá ao longo de 90 anos. Na fotografia, vemos um lince capturando uma lebre, que mede cerca de 40 cm de comprimento.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.108)

FIGURA 17- Exemplificação das interações biológicas, nesse caso, a predação



Figura 2.4 Lince-do-canadá (*Lynx canadensis*) pouco depois de capturar sua presa, a lebre-do-ártico (*Lepus arcticus*). O lince mede cerca de 80 cm de comprimento (sem a cauda).

Fonte: Lopes & Rosso, 2020 (Vol.1, p.98)

Outro recurso muito interessante, empregado o LD, é o da experimentação. No caso do Princípio de Gause, é explicada a relação entre o nicho ecológico de cada espécie e a competição interespecífica. Segundo esse princípio “duas espécies podem ter o mesmo hábitat, mas não podem ocupar o mesmo nicho por muito tempo,

havendo exclusão de uma delas.”. Para ilustrar esse princípio, foi apresentado o experimento e seus resultados (Figura 18).

FIGURA 18- Experimento de Gause

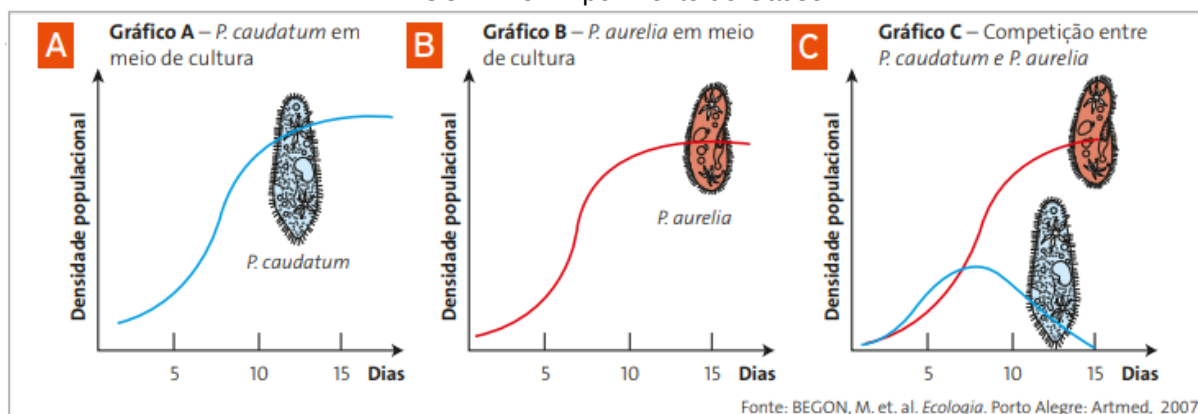


Figura 5.23. Representação esquemática de curvas de crescimento populacional de *Paramecium caudatum* e *Paramecium aurelia*. Os gráficos A e B mostram o crescimento das duas populações separadamente. No gráfico C, pode-se perceber que, quando as espécies são cultivadas no mesmo meio de cultura, *P. aurelia* exclui *P. caudatum* por competição. (Paramécios representados em cores fantasia.)

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.104).

QUADRO 4- Matriz de presença e ausência de conteúdos ecológicos dos LDs para a categoria Populações e Comunidades.

Populações e Comunidades	BIO	Ciência da Natureza	Total
População	X	X	2
Comunidades	X	X	2
Organismos	X		1
Propriedades populacionais		X	1
Tamanho populacional		X	1
Densidade populacional		X	1
Dinâmica populacional		X	1
Taxa de natalidade	X	X	2
Taxa de mortalidade	X	X	2
Taxa de imigração	X	X	2
Taxa de emigração	X	X	2
Taxa de crescimento populacional	X	X	2
Potencial Biótico	X	X	2
Resistência Ambiental	X	X	2
Capacidade Suporte	X	X	2
Estrutura Etária	X	X	2
Pirâmide etária		X	1
Nicho Ecológico	X		1
Interações ecológicas	X	X	2
Interações interespecíficas	X		1
Interações intraespecíficas	X		1
Interações harmônicas	X		1

Interações desarmônicas	X		1
Sociedade	X		1
Sociedade Heteromórfica	X		1
Sociedade Isomórfica	X		1
Colônia	X		1
Colônia Heteromórfica	X		1
Colônia Isomórfica	X		1
Canibalismo	X		1
Simbiose	X		1
Protocooperação	X		1
Inquilinismo	X		1
Comensalismo	X		1
Predação	X	X	2
Parasitismo	X	X	2
Ectoparasitismo	X		1
Endoparasitismo	X		1
Hemiparasitismo	X		1
Mutualismo	X	X	2
Protocooperação	X	X	2
Competição	X	X	2
Competição interespecífica	X	X	2
Competição intraespecífica	X	X	2
Princípio de Gause	X		1
Controle Biológico	X	X	2
Riqueza de espécie	X	X	2
Espécie dominante	X		1
Biodiversidade	X	X	2
Diversidade genética	X	X	2
Diversidade de espécies	X	X	2
Diversidade de ecossistemas	X	X	2
Sucessão Ecológica	X	X	2
Sucessão Primária	X	X	2
Sucessão Secundária	X	X	2
Estados Serais	X	X	2
Comunidade clímax	X	X	2
Espécies pioneiras	X		1
Total	53	35	88

Fonte: A autora (2023).

4.3 FLUXO DE ENERGIA E CICLO DE MATÉRIA

O LD1 apresenta o maior número de páginas que tratam no conteúdo pertencente à categoria Ecossistemas, contando com 15 páginas, enquanto o LD2 apresenta 7. Ademais, em número de unidades de registro o LD1 supera o LD2 com, respectivamente, 66 e 40 cada.

Nesta categoria estão agrupados os conteúdos de ciclos biogeográficos, cadeias e teias alimentares e pirâmides ecológicas. Em relação a esses conteúdos, o LD2 apresenta uma maior ênfase nessa categoria, apresentando 38 de 42 conceitos observados (Tabela 5). Enquanto o LD1 apresenta somente 35 conceitos (Tabela 5).

Em ambos os LDs são apresentados os conceitos de cadeia alimentar e os dois tipos de cadeia, a de pasteio e a de detritos, com exemplos, e de teia alimentar. Além disso, também são apresentados os diferentes níveis tróficos que compõem essas cadeias, como os produtores, consumidores primários, secundários, terciários e decompositores, apresentando também a forma que esses organismos obtêm seus alimentos. Por último, também contêm os conceitos de pirâmide ecológica e os três tipos dessas: pirâmides de números, biomassa e energia, assim como considerações sobre sua estrutura.

As diferenças entre os LDs ficam mais notáveis ao analisarmos o conteúdo de ciclos biogeoquímicos. Apesar de apresentarem quase todos os mesmos conceitos, a estruturação e a abordagem acerca desses conteúdos diferem entre as coleções. No LD1, o conteúdo de fluxo de energia e ciclo da matéria, ficam todos agrupados em um mesmo capítulo, enquanto no LD2 esse não foi o caso. No LD1, no entanto notou-se a ausência do Ciclo do Potássio.

No LD2, o conteúdo de Ciclo de Potássio, assim como os ciclos do Nitrogênio e Fósforo, é apresentado de forma interdisciplinar juntamente com o conteúdo de fisiologia vegetal e desenvolvimento vegetal. Por isso, esses conteúdos foram abordados de forma a compreender como esses elementos essenciais para o desenvolvimento vegetal circulam no ambiente, onde ficam depositados e como ficam disponíveis para as plantas por meio das vias de transporte. Ao final dessa seção, foram abordadas as principais formas de adubação e as consequências do uso indiscriminado dos fertilizantes. Com relação ao ciclo da Água, este foi apresentado dentro da temática Transmissão de Calor e Mudança de Fase, o qual deve ser contemplado pelo componente curricular Física. Devido a essa condição, o LD2

apresenta o Ciclo da Água com a finalidade de ilustrar as mudanças de fase da matéria no meio. Em função dessa abordagem, alguns aspectos são omitidos, como as implicações das alterações antrópicas sobre esse ciclo biogeográfico e questões contemporâneas como a crise hídrica. Por último, os Ciclos do Oxigênio e do Carbono são apresentados juntos, no entanto apenas o ciclo do Carbono foi brevemente problematizado nesse LD, “Há muita discussão sobre se esse incremento (concentração de CO₂ na atmosfera) é exclusivamente consequência das atividades humanas [...]” (LOPES; ROSSO, 2020; Vol.4 p.19), mas assegura o leitor de que essas questões serão abordadas dentro da temática dos Problemas ambientais.

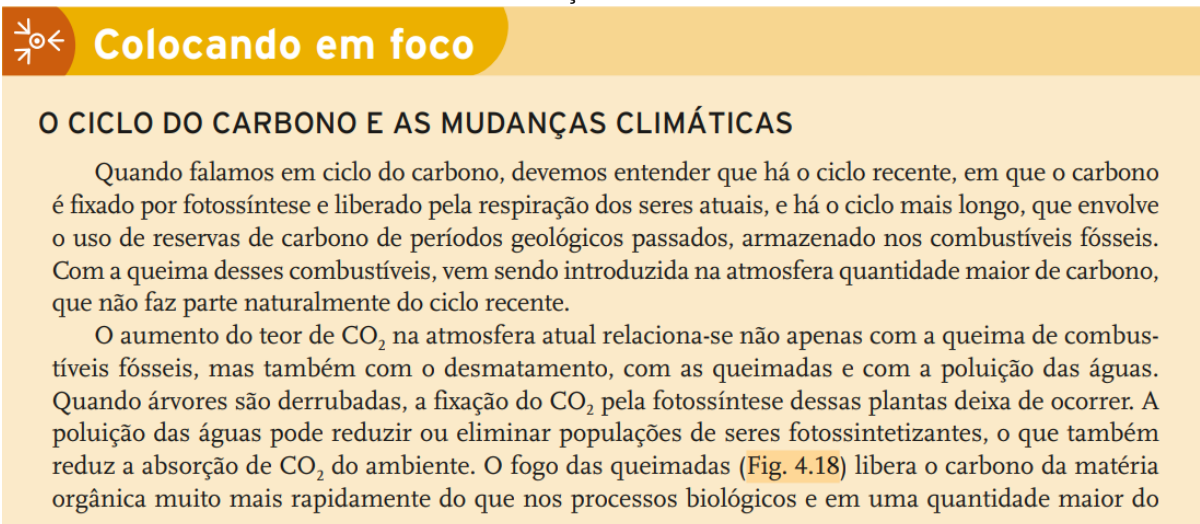
Em comparação ao LD1, percebe-se uma preocupação constante em levantar essas questões ambientais ao longo de todos LD, além do capítulo destinado a esses problemas, e isso também é fato quando se trata dos Ciclos Biogeográficos. Ao abordar todos os ciclos apresentados, sendo esses ciclos o do carbono, do oxigênio, do nitrogênio, do fósforo e da água, foram apresentadas as principais ações antrópicas que impactam esses ciclos. Não somente isso fica explícito no corpo do texto, mas o LD ainda fornece diversos quadros “Colocando em foco” (e.g. Figuras 19 e 20) que incentivam discussões acerca dessa temática. Ao tratar do Ciclo do Nitrogênio, essa seção também traz a valorização da ciência brasileira, ao enaltecer as contribuições de uma das principais cientistas do Brasil, uma mulher imigrante que contribuiu significativamente com suas pesquisas sobre bactérias fixadoras de nitrogênio em cultivos de soja, com objetivo de substituir o uso de fertilizantes minerais (Figura 21). Por fim, o LD1 utilizou um recurso importante para diferenciar os conceitos de fluxo e de ciclo, com a finalidade de complementar a discussão sobre essa temática, este foi uma analogia em forma de um experimento simples e prático (Figura 22).

FIGURA 19- Quadro “Colocando em foco” impactos antrópicos sobre a camada de ozônio



Fonte: Lopes & Rosso, 2016 (p.82)

FIGURA 20- Quadro “Colocando em foco” impactos antrópicos sobre o ciclo de carbono e as mudanças climáticas



Fonte: Lopes & Rosso, 2016 (p.80)

FIGURA 21- Quadro “Colocando em foco” sobre as contribuições Johanna Döbereiner sobre bactérias nitrificantes e sua aplicação no cultivo de soja



Colocando em foco

AS CONTRIBUIÇÕES DE JOHANNA DÖBEREINER

Johanna Döbereiner (1924-2000), uma pesquisadora naturalizada brasileira, revolucionou os estudos sobre bactérias fixadoras de nitrogênio e a produção de soja no país (Fig. 4.22). Isso porque um dos resultados que obteve com seu trabalho foi a viabilidade dessas bactérias como substitutas dos fertilizantes minerais. Leia mais sobre essa pesquisadora no texto a seguir

Johanna Döbereiner foi uma das maiores cientistas brasileiras. Seu ramo era a microbiologia do solo e, principalmente, o papel das bactérias fixadoras de nitrogênio nas plantas. De origem tcheca, formou-se em engenharia agrônoma pela Universidade de Munique, vindo para o Brasil após a 2ª Grande Guerra e sendo contratada em 1951 pelo Instituto de Ecologia e Experimentação Agrícolas, hoje transformado no Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia da Embrapa. Johanna foi a cientista brasileira com o maior número de citações em publicações indexadas internacionais.

Seus estudos sobre as bactérias foram fundamentais para que a agricultura brasileira diminuísse o uso de fertilizantes. O impacto imediato de suas pesquisas foi a economia brutal que pôde ser feita na cultura da soja, colocando o Brasil como um dos maiores exportadores mundiais dessa leguminosa. Outro impacto imediato foi a diminuição drástica da poluição das águas por fertilizantes agrícolas. O sucesso dessa estratégia tornou o Brasil o segundo maior produtor mundial, economizando mais de US\$ 1 bilhão por ano em fertilizantes e tornando o produto nacional competitivo nos mercados internacionais. A crise do petróleo dos anos 1970, o aumento da poluição causada pela maciça adubação, principal-



Figura 4.22. A pesquisadora Johanna Döbereiner em seu laboratório na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em fotografia de 1995. >

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.84)

FIGURA 22- Uso de analogia e experimentação para ilustração de conceitos abstratos

Despertando ideias

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

REGISTRE NO CADERNO

Ciclo de matéria e fluxo de energia em um ecossistema

Objetivo
Vamos fazer uma analogia, usando um modelo, para compreender o significado de ciclo de matéria e de fluxo de energia.

Procedimento

1. Pegue uma folha de cartolina e recorte um círculo de cerca de 20 cm de diâmetro. Depois, recorte uma série de aletas em volta do círculo e dobre uma das margens de algumas delas, como mostra a **figura 4.3**.
2. Faça um furo no centro e passe uma vareta através dele. Você construiu uma roda d'água.
3. Abra uma torneira e posicione-a de modo que a água caia nas dobras das aletas, como mostra a **figura 4.4**.

Figura 4.3. Representação da montagem do círculo de cartolina com aletas.

Figura 4.4. Esquema representando como a cartolina deve ser colocada sob a água da torneira.

Questões

1. Qual é a diferença entre fluxo e ciclo?
2. Nessa montagem, o que seria equivalente ao fluxo de energia e ao ciclo da matéria?
3. O que você diria sobre a relação entre fluxo de energia e ciclo da matéria?

Fonte: Lopes & Rosso, 2016 (p.72).

QUADRO 5- Matriz de presença e ausência de conteúdos ecológicos nos LDs para a categoria Fluxo de Energia e Ciclo da Matéria.

Fluxo de energia e ciclo da matéria	BIO	Ciência da Natureza	Total
Cadeia alimentar	X	X	2
Cadeia de pasteio	X	X	2
Cadeia de detritos	X	X	2
Produtores	X	X	2
Consumidores primários	X	X	2
Consumidores secundários	X	X	2
Consumidores terciários	X	X	2
Onívoros	X	X	2
Detritívoros	X	X	2
Decompositores	X	X	2
Seres autótrofos	X	X	2
Seres heterótrofos	X	X	2
Nível trófico	X	X	2
Teia alimentar	X	X	2

Pirâmide ecológica	X	X	2
Pirâmide de números	X	X	2
Pirâmide de biomassa	X	X	2
Pirâmide de energia	X	X	2
Produtividade primária bruta	X		1
Produtividade primária líquida	X		1
Produtividade secundária líquida	X		1
Ciclos Biogeoquímicos	X	X	2
Processos Biológicos	x	X	2
Processos Geológicos	X	X	2
Processos Químicos	X	X	2
Processos físicos	X		1
Depósitos		X	1
Vias de transporte		X	1
Ciclo do Nitrogênio	X	X	2
Biofixação	X	X	2
Nitrificação		X	1
Amonificação		X	1
Desnitrificação		X	1
Ciclo do Fósforo	X	X	2
Ciclo do Potássio		X	1
Adubação química	X	X	2
Adubação verde	X	X	2
Ciclo da água	X	X	2
Ciclo do Carbono	X	X	2
Sequestro de Carbono		X	1
Ciclo do Oxigênio	X	X	2
Camada de Ozônio	X	X	2
Total	35	38	73

Fonte: A autora (2023).

4.4 PROBLEMAS AMBIENTAIS

Os LDs apresentam o mesmo número de páginas que tratam no conteúdo pertencente à categoria Problemas Ambientais, contando com 28 páginas. Por outro lado, em número de unidades de registro o LD2 supera o LD1 com, respectivamente, 95 e 90 cada.

Nesta categoria estão agrupados os conteúdos de problemas ambientais como espécies exóticas e invasoras, poluição e os diferentes tipos de poluição, alterações antrópicas e suas consequências, desenvolvimento sustentável e as conferências internacionais e biologia da conservação. Em relação a esses conteúdos, o LD2 apresenta uma maior ênfase nos conceitos ecossistêmicos, apresentando 48 de 56 conceitos observados (Tabela 6). Enquanto o LD1 apresenta somente 47 conceitos (Tabela 6).

No, LD1 a temática Problemas Ambientais dispõe de um capítulo destinado exclusivamente a ela, além de ter aparecido nos demais capítulos analisados em forma de problemáticas e discussões. Um elemento recorrente ao longo do capítulo é a tentativa do LD de contextualizar e trazer a temática das alterações antrópicas sobre o planeta para o cotidiano dos alunos, aproximando-os desse conteúdo. Isso pode ser observado no início do capítulo com o quadro “Pense nisso”, em que a maioria das questões propõem uma reflexão que faz com que os discentes pensem sobre seu contexto, suas vivências e sua cidade (Figura 23). Ao longo do texto, são diversos os conteúdos que optam por trazer exemplos e casos que contemplam o território brasileiro, como na Introdução de espécies exóticas, Extinção de espécies, Alterações climáticas e o aquecimento global (Figura 24), Poluição por elementos radioativas e por lixo, Biocapacidade e Unidades de conservação.

Outra percepção acerca dessa categoria, especialmente sobre as Poluições ambientais, é que há uma preocupação sobre o impacto da poluição sobre a saúde humana. No que diz respeito aos lixões, lê-se “Além do mau cheiro, esses lixões são responsáveis por intensa proliferação de insetos, como moscas e baratas, e de outros animais, como ratos, causando um grave problema de saúde pública. Fora isso, pessoas passaram a explorar esses lixões recolhendo restos de comida, objetos e outros itens, colocando em risco sua própria saúde.” (LOPES; ROSSO, 2016; p.129). Outro exemplo disso é “O barulho ou o alto volume de aparelhos de som ou outros aparelhos produz o que chamamos poluição sonora. A curto e a médio prazos, esse

tipo de poluição provoca irritação nas pessoas, determinando alterações de comportamento; a longo prazo, provoca diminuição da audição e até surdez.” (LOPES; ROSSO, 2016; p.120). No final do capítulo, também são discutidos aspectos sociais da conservação e sua relação com a população e terras indígenas no Brasil (Figura 25).

Por outro lado, no LD2 os conceitos pertencentes a essa categoria aparecem nos quatro volumes analisados. No volume 1, é apresentado um conceito relativamente atual, o de Antropoceno. Além de sua relevância na contemporaneidade, este também foi abordado de forma interdisciplinar, sendo introduzido por meio das eras geológicas e estratificação. A seguinte citação ilustra essa relação, “Alguns pesquisadores propõem um indicador único para validar o Antropoceno como uma nova categoria estratigráfica: a presença de microplásticos incorporados a camadas de sedimentos, podendo alterar a estrutura das rochas a serem formadas pela consolidação desses sedimentos.” (LOPES; ROSSO, 2020; Vol.1 p.102). Esse conceito se encaixa na presente categoria pois o Antropoceno se caracteriza como: “Antropoceno é o termo usado por cientistas, ainda não oficialmente, para identificar uma nova época geológica do período Quaternário caracterizada pelo crescente impacto das atividades humanas sobre o planeta, em escala global.” (LOPES; ROSSO, 2020; Vol.1 p.101). O volume 2 do LD2 é o que mais se assemelha ao LD1 na forma que os conteúdos foram apresentados, concentrando a maior parte dos conteúdos dessa categoria.

Neste volume, percebe-se que há uma maior ênfase nas consequências do consumismo e o uso indiscriminado dos recursos naturais sobre o planeta. Isso pode ser observado logo no início do Tema 1, sendo a questão norteadora apresentada no quadro “Pense nisso” (Figura 26). Ao longo do Tema 1 desse volume são abordados os impactos das espécies exóticas e alguns tipos de poluição sobre a Terra, assim como o desenvolvimento sustentável e conservação. Assim como no LD1, um recurso bastante utilizado foi o da exemplificação, sendo que muitos dos exemplos eram nacionais ou retratavam o Brasil. Um dos tipos de poluição, a Poluição hídrica, não foi abordada no volume 2, mas sim no volume 3, que trata dos recursos hídricos e a vulnerabilidade dos ecossistemas aquáticos. Por último, no volume 4 encontra-se o conteúdo de padrões climáticos, o efeito estufa e seus principais impactos. No entanto, os conceitos de lixiviação do solo e a chuva ácida são tratados em um Tema

separado destinado ao componente curricular da química, que aborda a relação da queima de combustíveis fósseis com esses problemas ambientais.

Vale ressaltar que no que tange os Problemas Ambientais, em comparação a todas as outras categorias, esta foi a que apresentou a maior ênfase nas Ciências Ambientais, como esperando.

FIGURA 23- Quadro “Pense nisso” do capítulo de Problemas Ambientais

 **Pense nisso**

- Que outras medidas simples poderiam minimizar os impactos do lixo no ambiente? Por que o lixo é tão prejudicial?
- Você conhece algum caso em que tenha ocorrido quebra do equilíbrio ambiental na região onde você mora? Explique.
- Na cidade onde você mora há sistema de coleta e tratamento do lixo? E sistema de tratamento de esgoto? Como isso é feito? Por que saber disso é importante para você?
- Você conhece alguma espécie da fauna da região onde você mora que esteja em risco de extinção? Qual?
- Imagine que alguns representantes de uma espécie de caracol que não habita determinada região tenham sido trazidos e deixados livres na natureza. Quais seriam as consequências que a introdução dessa espécie poderia trazer para o ambiente?

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.117)

FIGURA 24- Mudanças climáticas e aquecimento global no território brasileiro

Mudanças climáticas no Brasil

No mapa a seguir, são resumidas as consequências das mudanças climáticas mais diretamente relacionadas com o Brasil:



Fonte: Magrin, G.O. et al., 2014. Central and South America. In: *Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part B. Regional Aspects Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V. R. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.125)

FIGURA 25- Terras indígenas no contexto da conservação biológica

**Colocando em foco****TERRAS INDÍGENAS NO BRASIL**

A vulnerabilidade dos povos indígenas em relação à civilização ocidental já ficou historicamente evidenciada nos mais diversos lugares do mundo.

No Brasil, isso transparece na redução de um total da ordem de 3 milhões de indígenas à época do descobrimento para cerca de 800 000 atualmente, segundo dados da Funai (Fundação Nacional do Índio, órgão indigenista oficial do Estado brasileiro). Não são raros hoje em dia profundos conflitos entre indígenas e garimpeiros, madeireiros e grileiros de terras, que buscam nas terras indígenas muitos recursos naturais, incluindo o próprio solo.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.136)

FIGURA 26- Quadro “Pense nisso” do Tema 1 que relaciona os padrões de consumo com a temática ambiental

Pense nisso!
Registre em seu caderno

Tema 1. Com base em seus conhecimentos, trace um paralelo entre o consumismo e o desenvolvimento sustentável.

Tema 2. Quais impactos econômicos, sociais e ambientais foram decorrentes da utilização do plástico como um novo material no lugar dos vidros e dos metais?

Tema 3. O Prêmio Nobel de Química de 2019 foi atribuído a três cientistas que desenvolveram as baterias de íons lítio. Que avanços o desenvolvimento desse tipo de dispositivos proporcionou à sociedade?

Tema 4. Como os sons e as imagens são transmitidos e recebidos por rádios e televisores? De que forma essa tecnologia revolucionou a comunicação humana?

Tema 5. Cite exemplos de instrumentos musicais que podem ser feitos com materiais recicláveis e identifique quais variáveis influem no som produzido por esses instrumentos.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol.2, p.81)

QUADRO 6- Matriz de presença e ausência dos conteúdos ecológicos nos LDs para a categoria Problemas Ambientais.

Problemas Ambientais	BIO	Ciência da Natureza	Total
Antropoceno		X	1
Resiliência		X	1
Resistência		X	1
Espécies exóticas	X	X	2
Espécies invasoras		X	1
Extinção	X	X	2
Extinção Natural	X	X	2
Poluição	X	X	2
Poluição por liberação de energia	X		1
Poluição sonora	X	X	2
Poluição ar	X	X	2
Inversão térmica	X		1
Poluição térmica	X	X	2
Poluição por elementos radioativos	X	X	2
Poluição por lixo	X	X	2
Poluição por substâncias não biodegradáveis	X	X	2
Poluição por derramamento de petróleo	X	X	2
Poluição da água	X	X	2
Produção de alimentos	X	X	2
Biorremediação	X		1
Bioacumulação	X	X	2
Eutrofização	X	X	2
Efeito estufa	X	X	2
Aquecimento global	X	X	2
Acidificação dos oceanos	X	X	2
Lixiviação	X	X	2
Chuva ácida	X	X	2
Desmatamento	X	X	2

Caça ilegal	X	X	2
Savanização	X		1
Desertificação	X	X	2
Incêndio	X		1
El Niño	X	X	2
La Niña	X	X	2
Desenvolvimento Sustentável	X	X	2
Pegada Hídrica	X	X	2
Pegada Ecológica	X	X	2
Biocapacidade	X	X	2
Défict Ecológico		X	1
Reserva Ecológica		X	1
Limites planetários		X	1
Protocolo de Montreal	X		1
Eco-92	X	X	2
Agenda-21	X	X	2
Rio+5	X	X	2
Protocolo de Kyoto	X	X	2
Rio+10	X	X	2
Rio+20	X	X	2
COP18		X	1
COP21		X	1
Agenda 2030	X	X	2
Biologia da Conservação	X	X	2
Unidades de Conservação	X	X	2
Unidades de Conservação de Uso Sustentável	X		1
Unidades de Conservação de Uso Integral	X		1
Serviços Ecossistêmicos	X	X	2
Total	47	48	95

Fonte: A autora (2023).

No presente capítulos foram apresentados os principais resultados da análise do conteúdo dos livros didáticos. A partir da qual foi constatado que o LD1 apresenta o maior número de conceitos, especialmente no que diz respeito às categorias Ecossistemas e Populações e Comunidades. No capítulo seguinte serão apresentadas as discussões e considerações acerca de como esses conteúdos são abordados e as estratégias e recursos didáticos empregados a fim de potencializar o ensino.

5 ARTICULANDO AS DISCUSSÕES

Como mencionado anteriormente, uma das diferenças mais expressivas entre as duas coleções refere-se à organização dos livros didáticos. No LD1, todos os conteúdos de Ecologia estão concentrados em um volume da coleção e em uma unidade dentro desse. Além disso, todos os capítulos apresentam uma estruturação padronizada. A partir dessa, podemos identificar três seções que se sobressaem e conversam muito bem com a abordagem com inspiração freiriana dos três momentos pedagógicos, o qual pode potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Como o nome sugere, essa estratégia de ensino conta com três etapas: a Problematização Inicial, a Organização do Conhecimento e a Aplicação do conhecimento.

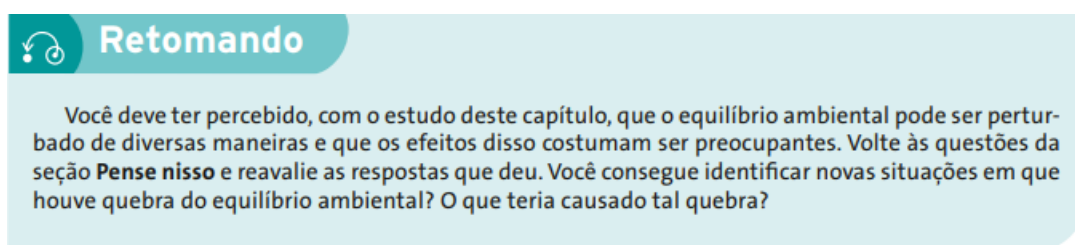
A primeira etapa dos momentos pedagógicos, a Problematização Inicial, trata-se da introdução da temática de estudo aos alunos por meio de questionamentos e/ou situações do cotidiano e da vivência dos alunos. Por isso, segundo Freire (1987), nessa etapa os alunos são incentivados a compartilhar suas concepções e entendimentos sobre o tema. Para o docente, essa etapa é de extrema importância, pois permite estabelecer um panorama das concepções dos alunos no que tange o conteúdo no contexto que vivem (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012). No caso do LD1, uma oportunidade de realizar essa problematização inicial é apresentada no início de cada um dos capítulos, nos quadros “Pense nisso” (Figura 1). Além do seu potencial didático, também trata-se de uma oportunidade de promover a socialização na turma e a discussão entre os alunos, o que pode acontecer em pequenos grupos, para posterior exposição das concepções dos alunos à turma, como recomendado por Delizoicov (2001).

Em um segundo momento ocorre a Organização do Conhecimento, no qual é realizada o estudo sistemático dos conhecimentos científicos relacionado ao tema de estudo e que são necessários para sua compreensão (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). No caso dos livros didáticos, geralmente os conceitos científicos estão apresentados sistematicamente no corpo do texto, ao longo do capítulo como um todo. Um aspecto importante dessa etapa está relacionado com o planejamento docente, principalmente no que diz respeito à escolha dos conceitos a serem apresentados aos alunos. Como apresentado na fundamentação teórica, os livros didáticos são, muitas vezes, a única fonte de informações, além de ter um papel

essencial no planejamento das aulas. Portanto, os LDs são aliados importantes para o desenvolvimento dessa etapa.

Por último, na etapa de Aplicação do Conhecimento são apresentadas situações da primeira etapa, na finalidade de analisá-las e interpretá-las utilizando os conhecimentos científicos obtidos na segunda fase, ou seja, articulando os novos conhecimentos com as situações vivenciadas pelos alunos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). No LD1, a Aplicação do Conhecimento pode ser realizada por meio do quadro “Retomando” (Figura 27), apresentado no final do capítulo, o qual, em algumas ocasiões pede para retomar as questões da seção “Pense nisso” e elaborar sobre elas utilizando os novos conhecimentos adquiridos.

FIGURA 27- Quadro “Retomando” e sua articulação com os três momentos pedagógicos



Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.139)

A partir do exposto acima, observa-se uma aproximação entre o contexto e o cotidiano dos alunos e os conhecimentos ecológicos, o que pode ser vantajoso no ensino. No contexto educacional, o cotidiano é caracterizado como um elemento pedagógico que busca relacionar as situações experienciadas no dia a dia das pessoas com os conteúdos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). No entanto, atualmente são feitas algumas problematizações acerca do uso desse elemento na educação. Uma delas é referente à colocação do cotidiano em segundo plano nesse processo, pois ele acaba sendo utilizado como uma mera forma de exemplificar e ilustrar conhecimentos, a fim de torná-los mais compreensíveis, sem ser tratado de forma crítica (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). Essa forma de uso encontra respaldo até mesmo em documentos oficiais da união, os quais afirmam que a contextualização pode tornar a aprendizagem significativa por meio da associação com vivências cotidianas (BRASIL, 1999). Tendo como base esse conceito de cotidiano e contextualização, não é possível entender os conhecimentos científicos por meio dos seus entrelaçamentos políticos, sociais e econômicos (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Segundo Giordan (1999), o ato da experimentação em sala de aula promove o interesse nos alunos, promovendo um melhor entendimento dos conteúdos apresentados. Por isso, a inclusão de atividades experimentais práticas no contexto educacional contribui para uma melhor qualidade do ensino, devendo ser promovidas nos livros didáticos (SILVA; ZANON, 2000). As atividades experimentais problematizadoras devem possibilitar a realização, registro, discussão, reflexão, elaboração de hipóteses e outras ações didáticas em sala de aula (JR FRANCISCO; FERREIRA; HARTWIG, 2008). Para que essa atividade possa ser proveitosa, ela deve ser sistematizada e planejada para despertar a criticidade e tornar o processo de aprendizagem ativo para os alunos (JR FRANCISCO; FERREIRA; HARTWIG, 2008). Para que isso se concretize, acredita-se que a escrita, anotação, é um aspecto fundamental (JR FRANCISCO; FERREIRA; HARTWIG, 2008). É possível integrar essa estratégia de ensino aos três momentos pedagógicos, em qualquer uma das etapas.

Ao ser aplicada na etapa de Problematização inicial é importante que o experimento seja realizado antes de qualquer discussão teórica e com o pressuposto de fazer com que os alunos registrem, em uma ficha de observação experimental, os procedimentos experimentais, instruções e questões que os façam refletir sobre os resultados a fim de elaborar possíveis explicações para os fenômenos observados (JR FRANCISCO; FERREIRA; HARTWIG, 2008). Foi observada a presença de atividades de experimentação investigativa no LD1, em mais de uma ocasião, por exemplo ao introduzir os padrões climáticos da Terra e o Efeito estufa (Figuras 28 e 29). No LD2, também foi observada uma prática investigativa com experimentação (Figura 30). Nesse tipo de atividade prática, o aluno é o sujeito que realiza o experimento, discutindo ideias, elaborando hipóteses e empregando a experimentação para entender os fenômenos naturais (OLIVEIRA; SOARES, 2010). Portanto, o papel do professor restringe-se à mediação da prática e do conhecimento (OLIVEIRA; SOARES, 2010). Apesar dos materiais e procedimentos já serem disponibilizados em forma escrita, o ícone “Registre no caderno”, no canto superior direito do quadro, incentiva a tomada de anotações, além do registro das questões e suas respostas no caderno. A partir de atividades como essa espera-se que os alunos tenham uma aprendizagem significativa, em vez de uma mera memorização dos conceitos (JR FRANCISCO; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

FIGURA 28- Experimentação investigativa como estratégia de ensino na ecologia

Despertando ideias

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

REGISTRE NO CADERNO

Efeito estufa e aquecimento

Você, juntamente com o grupo de estudos, pode fazer um experimento simples, a fim de testar a hipótese de que a ocorrência do efeito estufa depende do material que recobre a superfície.

Materiais

- 3 termômetros;
- 3 caixas de sapato de mesmo tamanho;
- filme plástico transparente;
- 1 placa de vidro transparente, pouco maior que a tampa da caixa de sapato.

Procedimento

1. Faça um furo na lateral de cada caixa, próximo ao fundo, com tamanho suficiente para a introdução do termômetro. Coloque o termômetro (Fig. 2.3).
2. Deixe uma das caixas sem cobertura (caixa 1). Cubra a segunda caixa com filme plástico, de forma a não deixar frestas que permitam a ventilação. Cubra a terceira caixa com a placa de vidro, cuidando também para que não haja frestas. A montagem deve ficar parecida com o esquema ao lado (Fig. 2.4).

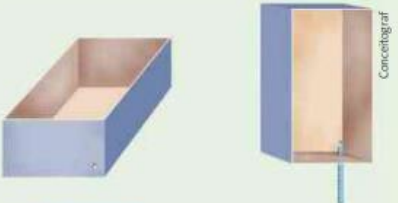


Figura 2.3. Esquema para montagem das caixas com termômetro.

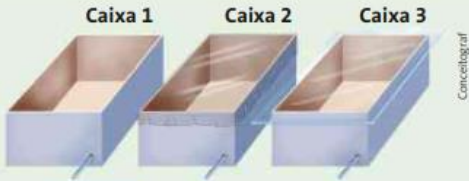


Figura 2.4. Esquema de montagem do experimento.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.31)

FIGURA 29- Experimentação investigativa como estratégia de ensino na ecologia

Discussão

1. Nesse experimento, qual é a função da caixa sem cobertura?
2. Em qual caixa o interior ficou mais aquecido?
3. A hipótese foi corroborada?
4. O resultado será mais confiável caso você replique (isto é, repita) o experimento algumas vezes, calculando as temperaturas médias em cada momento observado. Isso se justifica porque podem ocorrer condições imprevistas que alterem o resultado, levando a conclusões erradas. Discuta com os colegas como esse experimento poderia ser melhorado.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.32)

FIGURA 30- Prática investigativa sobre a superpopulação e o uso de recurso

Prática investigativa

Superpopulação é um problema?

! Antes de iniciar a atividade, reúna-se em grupo, leia todo o procedimento e consulte o infográfico **Segurança no laboratório**, no início deste Volume.

Cuidados

Segurança

- Utilizar avental durante toda a atividade. A manipulação do solo deve ser feita com luvas de proteção.

Descarte

- O solo usado na atividade poderá ser reaproveitado em outros vasos e canteiros. Os vasos poderão ser reutilizados para o plantio de novas espécies, como hortelã, manjerição, arruda, entre outras.

Os seres vivos desenvolvem-se à custa de recursos que retiram do meio (alimento, água, nutrientes minerais etc.) e esses recursos podem ser finitos. Plantas, como o feijão, são seres autotróficos fotossintetizantes que retiram água e nutrientes do solo e CO₂ do ar, além de utilizar energia luminosa. Esses elementos são recursos essenciais para as plantas e, uma vez utilizados por um organismo, deixam de estar disponíveis para os demais. A escassez de recursos, mesmo que seja de apenas um dos recursos essenciais, pode ser fator limitante no desenvolvimento dos indivíduos.

Nesse contexto, esta atividade pretende explorar, por meio da avaliação da massa de pés de feijão cultivados em distintas condições de semeadura, a questão das superpopulações em condições de recursos limitados.

Objetivo

- Comparar as massas de pés de feijão em diferentes condições de semeadura e relacioná-las com a questão das superpopulações.

Material

5 vasos com aproximadamente 10 cm de altura e 10 cm de diâmetro, perfurados no fundo - Solo suficiente para encher os 5 vasos 135 sementes de feijão comum - Recipiente para medir um volume de 20 mL de água - Peneira	5 sacos plásticos de 10 L a 20 L - Fita adesiva - Barbante ou elástico para fechar os sacos plásticos - Caneta - Balança - Tesoura - Caderno para anotações
---	---

Os estudantes podem substituir os vasos por materiais alternativos como garrafas PET de 3 L cortadas ao meio.

Prepare-se!

- Pesquisem sobre crescimento populacional e a oferta de recursos naturais. Com base nessas informações, levantem questionamentos sobre a quantidade de recursos disponíveis para a população humana e o modo como esses recursos seriam afetados com uma superpopulação.
- Que diferença na massa dos pés de feijão vocês esperam observar 20 dias após a semeadura em vasos onde foram inicialmente plantadas 5, 10, 20, 40 e 60 sementes?

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol.1, p.94)

Em uma das atividades de experimentação proposta no LD1, fez-se o uso de um outro recurso didático bastante interessante, a analogia (Figura 31). As analogias podem ser entendidas como uma forma de comparação explícita entre dois objetos ou a apresentação de uma informação nova utilizando termos familiares (DUARTE, 2005). Basicamente, é realizada por meio da comparação ou do estabelecimento de relações entre aquilo que se conhece, o análogo, que serve de referência, e o desconhecido, denominado alvo (GLYNN et al., 1998; DUARTE, 2005). Esse recurso pode ser muito útil no processo de ensino aprendizagem, pois permite relacionar dois conceitos a partir da correlação entre pontos coincidentes em ambos, utilizando as

estruturas cognitivas prévias, ou sejam, os significados armazenados, para assimilar o novo (DUIT, 1991).

FIGURA 31- Uso de analogias na experimentação em sala de aula

Despertando ideias

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

REGISTRE NO CADERNO

Ciclo de matéria e fluxo de energia em um ecossistema

Objetivo
Vamos fazer uma analogia, usando um modelo, para compreender o significado de ciclo de matéria e de fluxo de energia.

Procedimento

1. Pegue uma folha de cartolina e recorte um círculo de cerca de 20 cm de diâmetro. Depois, recorte uma série de aletas em volta do círculo e dobre uma das margens de algumas delas, como mostra a **figura 4.3**.
2. Faça um furo no centro e passe uma vareta através dele. Você construiu uma roda d'água.
3. Abra uma torneira e posicione-a de modo que a água caia nas dobras das aletas, como mostra a **figura 4.4**.



< **Figura 4.3.** Representação da montagem do círculo de cartolina com aletas.



< **Figura 4.4.** Esquema representando como a cartolina deve ser colocada sob a água da torneira.

Questões

1. Qual é a diferença entre fluxo e ciclo?
2. Nessa montagem, o que seria equivalente ao fluxo de energia e ao ciclo da matéria?
3. O que você diria sobre a relação entre fluxo de energia e ciclo da matéria?

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.72)

A estrutura conceitual de currículos CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) se baseia na abordagem dos conceitos científicos e tecnológicos e sua relação com a tecnologia e a sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2002). Apesar do presente currículo não ser inteiramente estruturado dessa forma, ainda é possível observar o enfoque CTS em alguns momentos no LD1, principalmente dentro dos quadros “Colocando em Foco”. Estes compartilham importantes objetivos com a educação CTS, como o desenvolvimento da capacidade de relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutindo as implicações sociais e éticas no uso da ciência e suas tecnologias, possibilitando a formação de cidadãos críticos e científica e

tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões e solucionar problemas (SANTOS; MORTIMER, 2002). Um passo nessa direção pode ser observado no quadro “Colocando em foco” (Figuras 21) que trata das contribuições de Johanna Döbereiner no estudo sobre bactérias nitrificantes e sua aplicação no cultivo de soja (LOPES; ROSSO, 2016; p.84). Saberes como este, sob o enfoque Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), são relevantes para formação de cidadãos mais críticos, particularmente no que toca problemas socioambientais (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Conforme exposto no parágrafo anterior, o objetivo central da educação CTS no Ensino Médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica, para formação de cidadão responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e capazes de contribuir para solução delas (SANTOS; MORTIMER, 2002). Devido à importância da alfabetização científica, foram elaborados Indicadores de Alfabetização Científica (IACs) para identificar as diferentes ações que podem ser desenvolvidas pelos alunos para atingir esse objetivo (SANTOS; SHIGUNOV; LORENZETTI, 2022). Esses IACs podem ser identificados no corpo do texto por meio de verbos de ação e cada um deles estimula uma habilidade específica e estes são: Articular Ideias, Investigar, Argumentar, Ler em Ciências, Escrever em Ciências, Problematicar, Criar e Atuar (SANTOS; SHIGUNOV; LORENZETTI, 2022). São muitas as oportunidades de desenvolver essas habilidades em ambos os livros didáticos, mas o LD1 se destaca nesse aspecto. Isso se dá especialmente pelo fato de haver diversos quadros que demandam ações, como é o caso da Figura 31, que ilustra algumas questões e atividades a partir de um “Tema para discussão” sobre o fogo no Cerrado.

O IAC Ler em Ciências pode ser desenvolvida a partir da leitura do texto “O fogo: inimigo ou amigo?” em si e no desenvolvimento das duas primeiras questões, por meio da leitura dos significados das palavras desconhecidas no dicionário e pela leitura de textos complementares para elaboração do folheto. Além disso, para a elaboração do folheto é necessário desenvolver a leitura, a escrita, a investigação, a articulação de ideias e a criação de um produto final. Portanto, implica no desenvolvimento de cinco IACs. Na primeira questão, as discussões entre os alunos podem favorecer a IAC Problematicar. Já na terceira questão, é dada a oportunidade de os alunos argumentarem suas respostas por meio da justificção (Figura 32).

FIGURA 32- Questões e atividades do “Tema para discussão” sobre o fogo no Cerrado

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

1. Selecione no texto termos que não conhece e pesquise o significado deles. Depois, elabore um resumo com esses significados. Uma vez concluída essa tarefa, troque com os colegas os resumos e discutam sobre os termos em que houver discordância de interpretação.
2. A cultura de um povo é fundamental para a aceitação de procedimentos pautados na ciência. A informação e a educação são fatores fundamentais nesse processo. Assim, seja um agente na difusão do conhecimento. Junto com os colegas, releiam o texto e, com base nas informações que ele contém e em outras fontes de consulta, elaborem um folheto explicativo sobre a importância do fogo no Cerrado.
3. No parágrafo final do texto, é mencionado um aspecto positivo dos incêndios, naturais ou provocados, no Cerrado. Se você fosse o administrador de um parque na Mata Atlântica, estenderia o que se menciona nesse trecho para o parque? Justifique sua resposta.

Professor(a), com estas questões, pretendemos incentivar o uso de dicionário e estimular a elaboração de texto por parte dos estudantes. Aproveite também para trabalhar noções de cidadania com as questões 2 e 3.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.65)

Um recurso didático simples e bastante presente em livros didáticos, que é o caso para ambos os LDs analisados, são os elementos gráficos, especificamente imagens, mapas, fotografias, diagramas, tabelas, fórmulas etc. (COUTINHO et al, 2010). Nas Ciências Naturais, a utilização de imagens aliadas ao texto é importante, pois essas apresentam um potencial particular na comunicação aspectos da natureza que não seriam facilmente visualizadas sem o auxílio desse recurso (COUTINHO et al, 2010). Além da sua função acessória, elas também apresentam valor cognitivo e desempenham um papel essencial no ensino de ciência (BRUZZO, 2004; PICCININI; MARTINS, 2004). Essas ideias são bem ilustradas pelas Figuras 33 e 34, nas quais estão representadas estruturas e processos que não seriam facilmente acessados, compreendidos e visualizados sem o uso de imagens nos livros didáticos.

FIGURA 33- Esquema ilustrado do Ciclo do Carbono

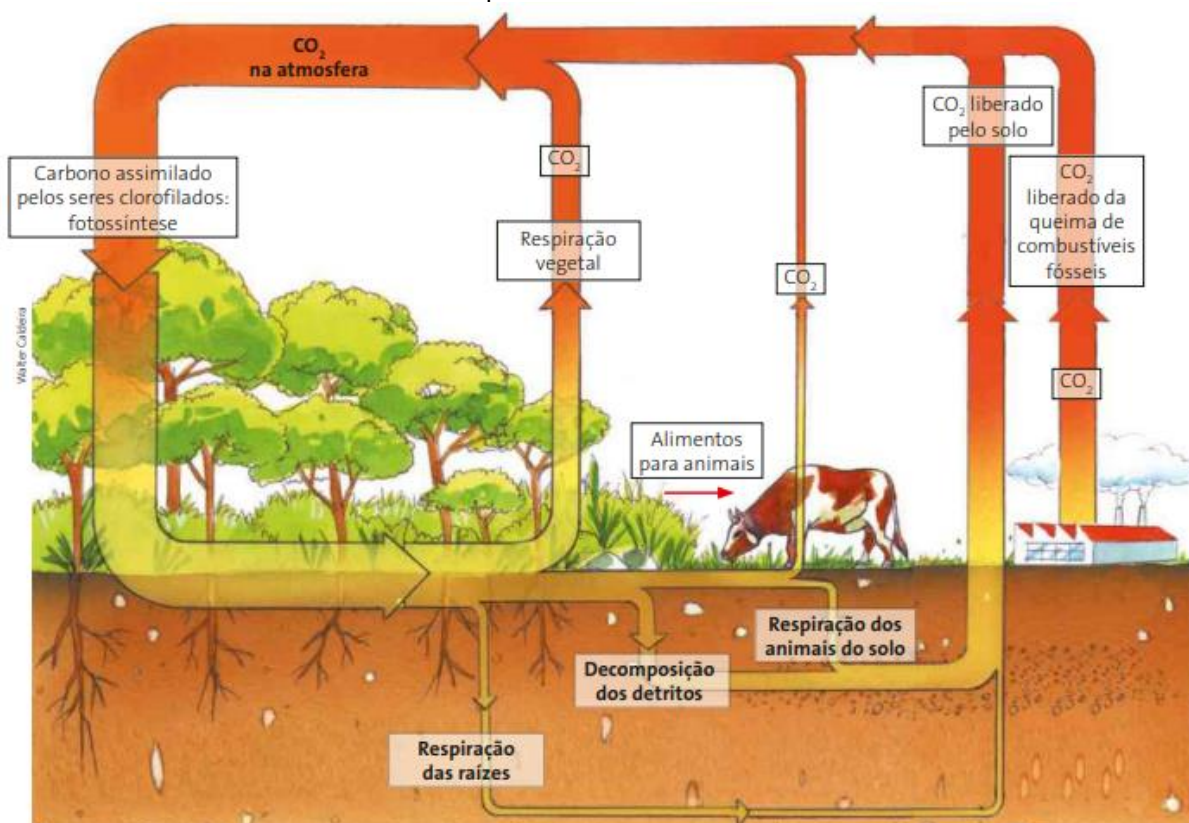


Figura 4.17. Esquema simplificado do ciclo do carbono. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.80)

FIGURA 34- Eletromicrografia de varredura de um líquen, ilustrando a associação mutualística entre fungos e algas

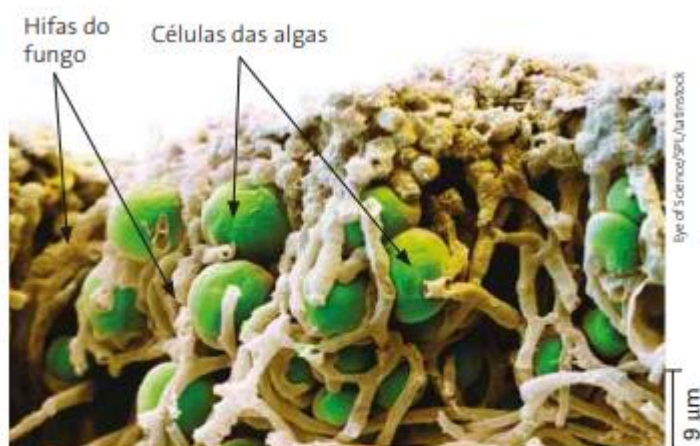


Figura 5.14. Eletromicrografia de varredura de líquen. A maior parte do líquen é formada por hifas do fungo, com uma camada interna de algas ou cianobactérias. A relação mutualística entre esses organismos é altamente elaborada, chegando a apresentar estruturas especializadas para reprodução assexuada. (Cores artificiais.)

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2016 (p.100)

Em comparação com o LD1, o LD2 não apresenta uma organização clara e coesa. No caso do LD2, os conteúdos de ecologia são apresentados em todos os quatro volumes, em diversas Unidades e Temas. Apesar dessa fragmentação dos conhecimentos dificultar uma abordagem lógica, exigindo maior cuidado na hora de estudar os conceitos ecológicos, observa-se tentativas de interdisciplinaridade, com conteúdo da Geografia (Antropoceno), Física (Ciclo da água) e Química (Chuva ácida e Lixiviação dos solos). Em todos os níveis de ensino, observa-se uma organização do ensino desarticulada, no qual os currículos são compostos por compartimentos dentro da lógica das disciplinas, produzindo uma formação insuficiente para formar cidadãos críticos (PIRES,1998). Entretanto, a interdisciplinaridade por ser vista como uma possibilidade de romper com essa lógica e a fragmentação dos conhecimentos. Para isso, deve se propor um recorte mais amplo do conhecimento em uma determinada área (PIRES, 1998). Apesar dessas vantagens, tendo em mente os conteúdos ecológicos, no que diz respeito ao ciclo da água, observou-se a omissão de algumas informações e de discussões ecológicas em decorrência à inserção desse tema dentro da temática de mudança de fases do componente curricular da física. Por exemplo, não foram discutidos os fatores que interferem nesse ciclo e sua importância para os seres vivos e para a manutenção da biosfera.

Em comparação ao LD1, o LD2 apresenta um número expressivamente maior de recursos complementares ao processo de ensino-aprendizagem, principalmente por meio da sugestão de textos, vídeos, filmes, documentários, entre outras informações complementares, dentro dos quadros “Fique por dentro” (Figura 35). De acordo com Bizzo (1996) esses recursos complementares incentiva a autonomia do aluno, além de proporcionar um maior aprofundamento nos conteúdos estudados. Portanto, esse LD se destaca em relação a intertextualidade com outras fontes de conteúdo teóricos.

FIGURA 35- Quadro “Fique por dentro” sugere um documentário, uma reportagem e uma entrevista sobre a poluição por elementos radioativos e por lixo

Fique por dentro

Chernobyl: A história completa
 O documentário narra a história completa de como o reator número quatro da Usina Nuclear de Chernobyl explodiu e se tornou o maior acidente nuclear que já existiu. Além disso, ele explica como ocorre a transformação da energia nuclear para energia elétrica.
 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DiGqjYkRQ6o>>.

Césio 137 em Goiânia: a cronologia do maior desastre radiativo do Brasil
 A reportagem explica como o Brasil, um ano depois do acidente em Chernobyl, se tornou palco do maior acidente radioativo ocorrido fora de usinas nucleares.
 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4xcZQ9ufxfk>>.

Lixões e aterros sanitários
 Entrevista com especialistas em resíduos sólidos sobre lixões e aterros sanitários.
 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pSD7BS2tTtU>>.
 Acessos em: 13 jul. 2020.

Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol.2, p.82)

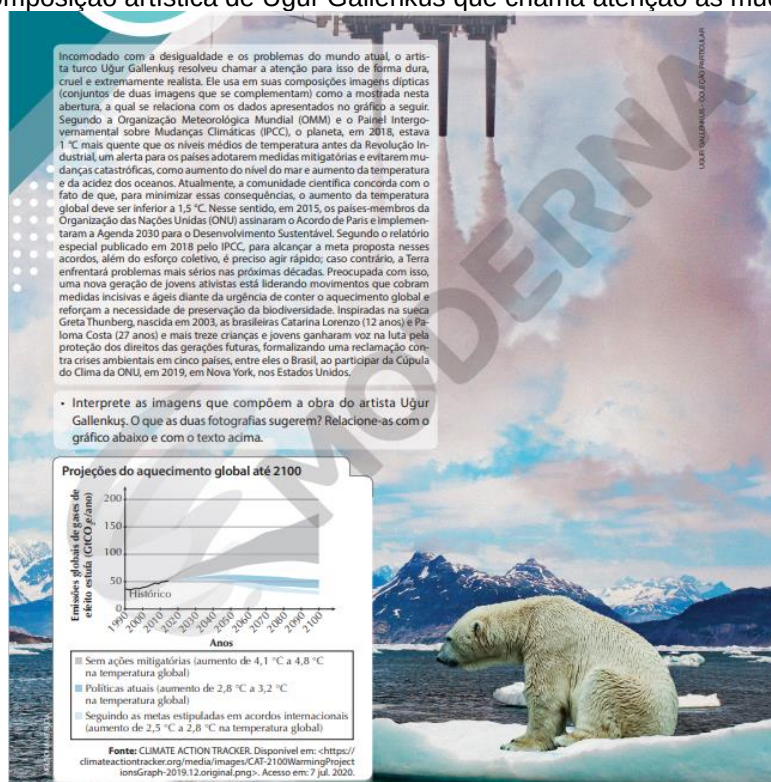
Entre as categorias de conteúdo ecológico analisadas nos livros didáticos, observa-se uma grande ênfase na temática ambiental em ambos os LDs. No entanto, é importante ressaltar que há um emaranhamento entre os conceitos e abordagens da Ecologia e das Ciências Ambientais nos livros, o que é ressaltado pela ênfase no impacto do ser humano no meio ambiente, apresentação de soluções aos problemas ambientais e os impactos sociais e fisiológicos desses desequilíbrios ecológicos nos humanos, muitas vezes deixando de lado o impacto dessas nas populações naturais. Como abordado na fundamentação teórica, essa falha já foi observada anteriormente por Cain, Bowman e Hacker (2011). Além disso, no quesito Educação Ambiental, percebe-se uma visão mercadológica do meio ambiente em alguns momentos, no qual

este é apresentado como uma fonte de recursos ao ser humano, e por isso deve ser admirado pela sua mera utilidade à sobrevivência da espécie humana. Essa ideia fica clara em ambos os LDs na abordagem dos serviços ecossistêmicos, da seguinte forma: “A perda de ecossistemas implica perda dos chamados serviços ecossistêmicos, isto é, os processos ecológicos pelos quais os ecossistemas ajudam a sustentar os seres humanos.” (LOPES; ROSSO, 2020; Vol.2 p.97).

Adicionalmente ao uso de imagens e outros recursos gráficos no LD2, também, notou-se uma relação entre Ciência e Arte, a qual pode ser observada nas capas das unidades. Em ao menos duas ocasiões, as introduções às unidades apresentaram obras de arte, os artistas, suas motivações e como a obra está relacionada com o conteúdo da unidade (Figura 36 e 37). A utilização de linguagens visuais, que inclui a artística, para apresentar saberes científicos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo é respaldado pela BNCC (BRASIL, 2017a). A relação entre a ciência e arte permite trabalhar questões do cotidiano do cientista, podendo trazer aspectos que ultrapassam o cognitivo, transmitindo sentimentos, afetividade, estética, entre outros (MASSARANI; MOREIRA; ALMEIDA, 2006).

Com relação aos conteúdos apresentados pelos livros didáticos, observa-se uma supressão dos conteúdos das categorias de Ecossistema e Populações e Comunidades no LD2. Enquanto os livros se equivalem na quantidade de conteúdos abordados nas categorias Fluxo de Energia e Ciclo da Matéria e Problemas Ambientais, alguns conteúdos dessas categorias não foram abordados sob uma perspectiva ecológica, podendo prejudicar a compreensão da Ecologia. Além disso, com relação ao contexto de alterações ao Ensino Médio em função da reforma, está prevista uma redução da carga horária destinada para o ensino das ciências naturais e suas tecnologias. Diante dessa conjuntura, faz-se necessário questionar como serão abordados tantos conteúdos com essa redução e se estes serão abordados com o aprofundamento desejado para essa etapa da educação básica.

FIGURA 36- Composição artística de Ugur Gallenkuş que chama atenção às mudanças climáticas



Fonte: Adaptado de Lopes & Rosso, 2020 (Vol.4, p.10)

FIGURA 37- Obra *Plastic Tree* do artista Marthine Tayou que retrata a poluição plástica

Fonte: Lopes & Rosso, 2020 (Vol.2, p.80)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os livros didáticos são importantes materiais de ensino e grandes aliados do trabalho docente, podendo ser utilizados como fontes de conhecimentos para a aula e como facilitadores do planejamento. Devido a essa importância os livros didáticos, incluindo os de Biologia têm sido alvo de diversos estudos. Atualmente, o Ensino Médio brasileiro está passando pela fase de implementação de uma reforma que impacta significativamente a educação básica e por consequência os livros didáticos. Dentro da Biologia, a temática da Ecologia é bastante relevante por ser um tema integrador que permeia diversas outras temáticas. Por isso, foi realizada uma análise de conteúdo de livros didáticos, avaliando duas coleções de LDs, com objetivo de verificar como a Ecologia estava está retratada nos livros do PNLD que antecederam e procederam a reforma do Ensino Médio.

A partir disso foram verificadas diferenças significativas na organização dos conteúdos ecológicos entre as disciplinas, sendo que no LD1 todos os conteúdos de Ecologia ficam agrupados em uma unidade dentro de um volume da coleção, enquanto no LD2 ocorre a fragmentação desses conteúdos em quatro volumes e diversas unidades e temas. Dentro de cada capítulo, o LD1 apresenta uma estruturação padronizada que favorece a aplicação dos três momentos pedagógicos. Ademais, são observadas outras estratégias didáticas nessa coleção, como a experimentação investigativa, uso de analogia, abordagem CTS(A). Em ambos os LDs, verifica-se uma abundância de elementos gráficos, como imagens, fotografias, mapas, gráficos, esquemas, tabelas, entre outros. Além disso, no LD2 existem momentos em que a linguagem artística é utilizada para entender temáticas ecológicas. A alfabetização científica se faz presente nas duas coleções, podendo ser identificada por meio de indicadores, os IACs, porém esses estão presentes em maior abundância no LD1.

No LD2 verifica-se uma forte intertextualidade, sendo que em diversos momentos são propostos textos, vídeos, filmes, documentários, documentos e sites a fim de complementar e aprofundar os conhecimentos. Com relação aos conteúdos, estes foram divididos em quatro categorias: Ecossistemas, Populações e Comunidades, Fluxo de Energia e Ciclo da Matéria e Problemas ambientais. De uma forma geral, observou-se uma quantidade similar de conteúdo das categorias Fluxo de Energia e Ciclo da Matéria e Problemas ambientais em ambas as coleções.

Entretanto, houve uma supressão dos conteúdos de Ecossistemas e Populações e Comunidades no LD2, principalmente relacionado aos biomas e ecossistemas internacionais e às interações biológicas. Portanto, o LD1 se destaca em relação aos conteúdos ecológicos apresentados e à riqueza de recursos didáticos presentes.

Em síntese, pode-se dizer que há necessidade de conhecer mais os discursos dos professores de biologia sobre a transição das normativas vigentes e como eles vem abordando os conteúdos ecológicos em sua prática docente pós o Novo Ensino Médio e contornando as limitações e dificuldades impostas com relação ao limite de carga horária dedicada a temática da ecologia e às alterações nos livros didáticos. Apesar deste não ter sido o intuito desta pesquisa, abre margens para futuras investigações.

REFERÊNCIAS

- ANDREATA, M. A. Aula Expositiva e Paulo Freire. **Ensino em Re-Vista**. v.26, p. 700-724, 2019.
- BARBOSA, L. L. P.; SILVEIRA, A. P. Representações do conceito de ecologia: análise dos livros didáticos e concepção de alunos de Ciências Biológicas. **Revista Educação, Ciência e Tecnologia**. v.7, p. 1-20, 2018.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011
- BAUER, M.W. Análise de conteúdo clássica: uma revisão. In: BAUER, M.W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia - de Indivíduos a Ecossistemas**. Porto Alegre, Artmed. 2007.
- BEZZON, R. Z.; DINIZ, R. E. S. O conceito de ecossistema em livros didáticos de biologia do Ensino Médio: abordagem e possíveis implicações. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.36, 2020.
- BIZZO, N. Graves erros de conceito em livros didáticos de ciência. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 121, p.26-35, 1996.
- BRASIL. Decreto nº 1.006, de 30 de dezembro de 1938. Estabelece as condições de produção, importação e utilização do livro didático. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, 5 de jan. 1939.
- BRASIL. Decreto nº 91.542, de 19 de agosto de 1985. Institui o Programa Nacional do Livro Didático, dispõe sobre sua execução e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 de ago. 1985.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases de educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 de dez. 1996.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação. **Física: catálogo do Programa Nacional do Livro do Ensino Médio – PNLEM 2009**. Brasília: MEC, 2008.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2017a.
- BRASIL. Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 de jul. 2017b.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. LDB. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2018. 58 p

BRASIL. Ministério da Educação. **Temas contemporâneos transversais na BNCC – propostas de práticas de implementação**. Brasília: MEC/SEB, 2019.

BRUZZO, C. 2004. Biologia: educação e imagens. **Educação e Sociedade**, v. 25, n.89, p. 1359-1378.

CAIN, M. L.; BOWMA, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CECÍLIO, C. Novo Ensino Médio: como preparar os alunos para a escolha dos itinerários formativos. **Nova Escola**, 2019. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/18760/novo-ensino-medio-como-preparar-os-alunos-para-escolher-itinerarios-formativos>> Acesso em: 9 de out. de 2023.

CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, p. 549-566, 2004.

CORREIA, B. S. O. Representações do termo ecologia em uma amostra de livros didáticos da rede pública do Recife: uma reflexão para a prática da educação ambiental. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 69-87, 2014.

COUTINHO, F. A. et al. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 10, n. 3. 2010.

COUTINHO, F. A.; SOARES, A. G. Restrições cognitivas no livro didático de biologia: um estudo a partir do tema "ciclo do nitrogênio". **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n.2, p. 137-150, 2010.

CUNHA, E. G. M.; AMARO, L. B. R.; CARMO, C. C. Abordagem histórica do conceito de flutuações populacionais cíclicas - problemática abordada por Elton. **Revista SBEnBio**, São Paulo, n. 7, p. 1810-1919, 2014

CUNHA, E. V. R.; LOPEZ, A. C. Base Nacional comum curricular no Brasil: regularidade na dispersão. **Investigación Cualitativa**, v. 2, n. 2, p. 23-35, 2017.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 125-150.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DCNEM. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio** – Brasília: MEC, SEB, 2018.

DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, Braga, v. 10, n. 1, p.7-29, 2005.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, New York, v. 75 n 6, p. 649-672, 1991

FERRETTI, C. J. A reforma do Ensino Médio e sua questionável concepção de qualidade da educação. **Estudos Avançados**. v.32, p. 25-4, 2018.

FORSETH, I. Terrestrial Biomes. **Nature Education Knowledge**, v.3, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2010. 213 p.

GADÊLHA, L. R.; OLIVEIRA, C. A.; NEPOMUCENO, J.; QUEIROZ, M. S. Avaliação dos recursos visuais em quatro livros didáticos sobre o tema de ecologia. **Revista SBEnBio**, São Paulo, n. 7, p. 4637-4643, 2014.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências. **Ciência & Educação**, v.18, p.1-22, 2012.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 43-49, 1999.

GOMES, M. F.; SILVA, L. A. Análise do conteúdo ecologia no livro didático considerando os estatutos do conhecimento biológico. **Revista SBEnBio**, São Paulo, n. 7, p. 5799-5805, 2014.

HORIKAWA, A. Y.; JARDILINO, J. L. A formação de professores e o livro didático: avaliação e controle dos saberes escolares. **Revista Lusófona de Educação**, v. 15, 2010.

JESUS D. M.; MENDES, L. C. C. **A presença de Discussão de Gênero nos Livros Didáticos de História e Língua Portuguesa**. In: Diversidade e Tecnologias no Ensino de Línguas. p.117-136, 2020.

JR FRANCISCO, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola**. v.30, p.34-41, 2008.

KATO D. S.; MOTOKANE M. T.; FERREIRA, J. H. A. **O ensino de ecologia: uma análise dos temas dos artigos científicos publicados entre 2003-2011**. In: Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. n.º Extra, pp. 1827-1832, 2013.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4 ed. São Paulo: EDUSP, 2008.

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Revista Em Aberto**. Brasília, ano 16, n. 69, p. 2-9, jan./mar. 1996.

LEAL, M. C. Estudo piloto de transposição didática da cadeia alimentar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 1-11, 2001.

LIMA, L. O. **Escola secundária moderna: organização, métodos e processos**. 10. ed. Petrópolis: Vozes, 1973. 670 p.

LOPES, S.; ROSSO, S. **BIO**. 3 ed. v. 1. São Paulo: Saraiva. 383. p. 2016.

LOPES, S.; ROSSO, S. **BIO**. 3 ed. v. 2. São Paulo: Saraiva. 284. p. 2016.

LOPES, S.; ROSSO, S. **BIO**. 3 ed. v. 3. São Paulo: Saraiva. 383. p. 2016.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Ciências da Natureza: Lopes & Rosso**: Água, agricultura e uso da terra. São Paulo: Moderna. 1 ed. 160 p. 2020.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Ciências da Natureza: Lopes & Rosso**: Corpo humano e vida saudável. São Paulo: Moderna. 1 ed. 160 p. 2020.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Ciências da Natureza: Lopes & Rosso**: Energia e consumo sustentável. São Paulo: Moderna. 1 ed. 160 p. 2020.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Ciências da Natureza: Lopes & Rosso**: Evolução e universo. São Paulo: Moderna. 1 ed. 160 p. 2020.

MARIA, C. J. **O Livro Didático na Educação Científica C/T/S/A voltada para o Exercício da Cidadania** [Dissertação]. São Paulo: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Ciências e Letras. Departamento de Educação, 2008. 178pp.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; ALMEIDA, C. Para que um diálogo entre ciência e arte?. **História, Ciências, Saúde**, v. 13, p.7-10, 2006.

MORAIS, W. R.; ALMEIDA, M. J. P. M.; RINK, J. Ecologia em livros didáticos: uma análise da produção acadêmica na área de ensino de biologia. **Eccos - Revista Científica**, São Paulo, n. 63, p. 1-14, 2022.

_____. O discurso escolar ecossistêmico: análise de livros didáticos de biologia do PNLD 2018-2020. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**. v.4, p. 1-21, 2023.

NETO, M. J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v.9, p. 147-157, 2003.

OLIVEIRA, N; SOARES, M. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. In: **ENEQ**, 15, 2010. Brasília. Resumos. Brasília: UnB, 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação. **Referencial curricular do Paraná: princípios, direitos e orientações**. Curitiba, PR: SEED/PR, 2021.

PATRIARCA, P.; RODRIGUEZ, R.; MORENO, C. Entenda o projeto do governo de SP que adotará material 100% digital nas escolas após abrir mão de usar livros didáticos do MEC. G1: Globo, São Paulo, 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/08/02/entenda-o-projeto-do-governo-de-sp-que-adotara-material-100percent-digital-nas-escolas-apos-abrir-mao-de-usar-livros-didaticos-do-mec.ghtml>> Acesso em: 9 de out. de 2023.

PCNEM. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias** / Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p.

PESTANA, G. J.; LIMA, A. M. S. A BNCC do ensino médio no contexto da lei no 13.415/2017: desafios e perspectivas para as juventudes das escolas públicas. **DOSSIER / DOSSIÊ**, v.4, p.147-166, 2019.

PICCININI, C. e MARTINS, I. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio: pesquisa em ensino de ciências**, v. 6 n. 1, p. 1-14, 2004.

PINHEIRO, R. M. S.; ECHALAR, A. D. L. F.; QUEIROZ, J. R. O. As políticas públicas de livro didático no Brasil: editais do PNLD de Biologia em questão. **Educar em Revista**, v. 37, p.1-23, 2021.

PIRES, M. F. C. Multidisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade no ensino. **Interface**, v.2, p.173-182, 1998.

ROCHA FILHO, P. P. A. R.; QUEIROZ, M. S. Propostas de atividades experimentais em livros didáticos de biologia, adotadas por escolas estaduais do município de barreiras - Bahia - Brasil: a ecologia em questão. **Revista SBEnBio**, São Paulo, n. 7, p. 6154-6160, 2014

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, p.111-132, 2002.

SANTOS, R. M. S.; SELLES, S. L. E.; VILELA, M. L. Conhecimento científico e escolar no ensino de ecologia: a dualidade entre paradigmas ecológicos em um livro didático. **Revista SBEnBio**, São Paulo, n. 7, p. 6619-6628, 2014.

SANTOS, F. R. C. C.; SHIGUNOV, P.; LORENZETTI, L. Alfabetização científica e tecnológica no ensino da biologia celular e molecular. **TEAR: Revista em Educação, Ciência e Tecnologia**, v.11. p.1-20, 2022.

SELLES, S. L. E.; OLIVEIRA, A. C. P. Ameaças à Disciplina Escolar Biologia no “Novo” Ensino Médio (NEM): Atravessamentos Entre BNCC e BNC-Formação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. p. 1-34, 2022.

SILVA, E. T. LIVRO DIDÁTICO: do ritual de passagem à ultrapassagem. **Revista Em Aberto**, v.16, p. 11-15, 1996.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. **A experimentação no ensino de ciências**. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Org.). Ensino de ciências: fundamentos e abordagens. São Paulo: Unimep; Capes, 2000. p. 120-153.

VASCONCELLOS, C. S. **Construção do Conhecimento em Sala de Aula**. São Paulo – Libertad. 15 ed, 2004.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v.9, p. 93-104, 2003.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **QUÍMICA NOVA ESCOLA**, v.36, p.84-91, 2013.