

O ENFOQUE DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT APPROACH IN NATURAL SCIENCE TEXTBOOKS

EL ENFOQUE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS NATURALES

Francisca Valkiria Gomes de Medeiros¹

Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Norte – IFRN

Luciana Medeiros Bertini²

Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Norte - IFRN

Resumo

Este artigo analisa a abordagem do Desenvolvimento Sustentável (DS) em uma coleção de livros didáticos de Ciências da Natureza do PNLD 2022-2025, adotada em uma escola de Ensino Médio. A investigação, de caráter qualitativo e documental, insere-se em pesquisa doutoral mais abrangente e utiliza como referencial metodológico os eixos comunicacional, pedagógico e conceitual propostos por Kaplún (2003). Os critérios avaliativos também têm a influência de Marim e Silva (2020). Os resultados indicam que, embora a coleção apresente linguagem acessível e estrutura padronizada, existem nela fragilidades quanto à estética, à profundidade conceitual, à contextualização e à diversidade das atividades propostas. Observa-se, ainda, que o tratamento do DS é desigual entre os volumes, destacando-se maior consistência no livro Humanidade e Ambiente, que explora temas de ecologia, poluição e sustentabilidade. Conclui-se que a coleção didática é limitada quanto ao desenvolvimento de questões que envolvam a dimensão ambiental, social e econômica do DS.

Palavras-chave: Educação Básica; Ensino de Biologia; Sustentabilidade; Questões socioambientais; Recursos Didáticos.

Abstract

This article analyzes the approach to Sustainable Development (SD) in a collection of Natural Sciences textbooks from the PNLD 2022–2025, adopted in a high school. The investigation, of a qualitative and documentary nature, is part of a broader doctoral research and uses as methodological reference the communicational, pedagogical, and conceptual axes

¹ Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino (RENOEN), pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Professora de Biologia da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC-CE). Mestre em Educação e Ensino pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5566937813791268>. E-mail: valkiriagomes30@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0530-2748>.

² Doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora efetiva do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) - campus Apodi. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO - UERN/UFERSA/IFRN) e do Programa de Pós-Graduação em Ensino (RENOEN), pelo IFRN, Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1872525748080283>. E-mail: luciana.bertini@ifrn.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0208-2233>;

proposed by Kaplún (2003). The evaluative criteria are also influenced by Marim and Silva (2020). The results indicate that, although the collection presents accessible language and standardized structure, there are weaknesses regarding aesthetics, conceptual depth, contextualization, and the diversity of proposed activities. It is also observed that the treatment of SD is uneven among the volumes, with greater consistency in the book *Humanity and Environment*, which explores topics such as ecology, pollution, and sustainability. It is concluded that the textbook collection is limited in the development of issues involving the environmental, social, and economic dimensions of SD.

Keywords: Basic Education; Biology Teaching; Sustainability; Socio-environmental Issues; Didactic Resources.

Resumen

Este artículo analiza el enfoque del Desarrollo Sostenible (DS) en una colección de libros didáticos de Ciencias Naturales del PNLD 2022-2025, adoptada en una escuela de enseñanza secundaria. La investigación, de carácter cualitativo y documental, forma parte de una investigación doctoral más amplia y utiliza como referencia metodológica los ejes comunicativo, pedagógico y conceptual propuestos por Kaplún (2003). Los criterios de evaluación también están influenciados por Marim y Silva (2020). Los resultados indican que, aunque la colección presenta un lenguaje accesible y una estructura estandarizada, existen debilidades en cuanto a la estética, la profundidad conceptual, la contextualización y la diversidad de las actividades propuestas. Se observa, además, que el tratamiento del SD es desigual entre los volúmenes, destacando una mayor consistencia en el libro *Humanidad y Medio Ambiente*, que explora temas de ecología, contaminación y sostenibilidad. Se concluye que la colección didáctica es limitada en cuanto al desarrollo de cuestiones que involucran la dimensión ambiental, social y económica del SD.

Palabras claves: Educación básica; Enseñanza de la biología; Sostenibilidad; Cuestiones socioambientales; Recursos didácticos.

INTRODUÇÃO

O consumo desenfreado dos recursos naturais, impulsionado pelo estilo de vida da modernidade, causa rápidas mudanças físicas no cenário mundial decorrentes dessa exploração, alterando de forma profunda o funcionamento e o equilíbrio dos ecossistemas. Essas modificações impactam, entre outros aspectos, o clima, o derretimento das geleiras, o avanço do nível do mar, as cheias e inundações, os ciclos biogeoquímicos, as relações ecológicas, os serviços ecossistêmicos, além do fenômeno da desertificação e da perda de biodiversidade (Matos; Santos, 2018).

Consequentemente, a humanidade não está imune aos impactos dessas mudanças. Nesse contexto, o conhecimento sobre a natureza e o meio ambiente, adquirido por meio de uma formação escolar sólida e abrangente, torna-se fundamental. Para tanto, é imprescindível que os recursos didáticos, como fontes confiáveis, e os docentes, comprometidos com uma práxis crítico-reflexiva, incentivem as novas gerações a adotar atitudes voltadas à proteção e à restauração dos ecossistemas do planeta, nossa casa comum.

Em consonância com essa necessidade, conforme Sobrinho Junior e Mesquita (2022, p. 2), os livros didáticos de ciências se destacam por “[...] sua relevância e seu papel



sócio-histórico, pois constituem-se como representantes da comunidade científica no contexto escolar e são um dos elementos que configuram o processo de comunicação entre professores e estudantes em sala de aula”.

No âmbito nacional, os livros didáticos do Ensino Médio são adquiridos e distribuídos pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), cuja vigência é de quatro anos para cada edição. Consequentemente, uma mesma coleção é utilizada pelas escolas durante todo esse período e, por isso, acaba sendo classificada como reutilizável (Brasil, [s. d.]).

Em virtude disso, o PNLD 2022 foi implementado no contexto da reforma do Ensino Médio instituída pela Lei nº 13.415/2017. Com base nas reflexões de Freitas, Romeu e Barroso (2024), aqui entende-se que essa reforma promoveu uma profunda reorganização na estrutura dos livros didáticos, uma vez que abandonou a divisão tradicional por componentes (como Biologia, Química e Física) em favor de uma organização por áreas do conhecimento, sem a indicação explícita da série em que cada volume deveria ser utilizado. No caso das Ciências da Natureza, a lei buscava estimular a interdisciplinaridade ao integrar conteúdos de diferentes componentes em uma mesma obra, mas acabou sendo alvo de contundentes críticas, que a acusavam de promover um esvaziamento dos conteúdos específicos.

Dessa forma, com a reorganização curricular do Novo Ensino Médio - Lei nº 13.415/2017 (Brasil, 2017) - e suas alterações promovidas pela Lei nº 14.945/2024 (Brasil, 2024), torna-se necessário investigar como os temas transversais são integrados ao material didático. Nesse sentido, este estudo preenche uma lacuna importante ao analisar a abordagem do DS em uma importante coleção do PNLD 2022-2025, utilizada na escola campo de pesquisa e amplamente distribuída no Brasil.

Por conseguinte, a pergunta que norteia essa pesquisa é: como a coleção de livros didáticos de Ciências da Natureza do PNLD 2022-2025 aborda o Desenvolvimento Sustentável no ensino de Biologia do Ensino Médio, mobilizando suas propostas comunicacional, pedagógica e conceitual para fomentar reflexões críticas nos estudantes?

Com base nisso, o estudo aqui relatado teve como objetivo analisar a sinergia entre a proposta comunicacional, pedagógica e conceitual da coleção de livros didáticos de Ciências da Natureza, a fim de compreender como o Desenvolvimento Sustentável é abordado no contexto do ensino de Biologia no Ensino Médio.



METODOLOGIA

Esta análise documental adotou uma abordagem qualitativa ao trabalhar com documentos, em vez de mensagens, para a busca de informações factuais detalhadas obtidas a partir de uma fonte primária (Lima Junior et al., 2021), em particular, livros didáticos. Nesse contexto, examinaram-se sistematicamente esses documentos de caráter pedagógico, uma vez que se trata de uma investigação educacional voltada para o ensino de Biologia e para a temática do Desenvolvimento Sustentável.

O presente artigo deriva de parte de uma investigação doutoral mais ampla, cujo desenvolvimento contempla diferentes fases de análise. Nesta fase específica, o objeto de estudo corresponde a uma coleção de livros didáticos de Ciências da Natureza, integrante do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD 2022-2025), adotada em uma escola de Ensino Médio que constitui o campo empírico da investigação.

A análise concentrou-se na coleção Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias, composta por seis volumes (O conhecimento científico, Água e vida, Matéria e energia; Humanidade e ambiente; Ciência e Tecnologia; Universo e Evolução), e foi realizada nos capítulos dedicados ou mais diretamente relacionados à Biologia no tangente ao DS.

Para a análise dos livros, elaborou-se um instrumento metodológico de avaliação, concebido com base nos parâmetros propostos por Kaplún (2003), que sistematiza os recursos didáticos em três eixos fundamentais: Comunicacional, Pedagógico e Conceitual. Esses eixos foram adotados como referência analítica e serviram de estrutura para a discussão dos resultados. Para tanto, foram definidos critérios específicos para cada um deles, derivados de uma adaptação da proposta metodológica apresentada por Marim e Silva (2020).

A aplicação do instrumento foi realizada pela equipe pesquisadora mediante apreciação criteriosa dos livros analisados. Cada critério definido para os três eixos foi avaliado em uma escala ordinal de 0 a 5, cuja rubrica foi estabelecida previamente: 0 - ausência do elemento ou qualidade nula; 1 - desempenho muito insatisfatório; 2 - insatisfatório; 3 - intermediário; 4 - satisfatório; 5 - muito satisfatório.

No Eixo Comunicacional, voltado à organização e à estética do livro, a análise foi orientada pela questão norteadora: “Como a organização do livro é estruturada?”. Foram examinados aspectos como a linguagem, a estética visual, o uso de imagens, a diagramação e a usabilidade. O objetivo consistiu em compreender de que modo a



organização dos volumes de Biologia contribui para a comunicação efetiva dos conteúdos e para a mediação da aprendizagem.

No Eixo Pedagógico, centrado na abordagem metodológica da coleção analisada, a pergunta norteadora foi: “qual é a abordagem pedagógica adotada pelo livro para facilitar a aprendizagem dos estudantes?” Nesse eixo, foram avaliadas a clareza e a qualidade das informações, a contextualização dos conteúdos e a adequação das atividades e projetos propostos. O propósito foi verificar em que medida as propostas metodológicas favorecem o processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, o Eixo Conceitual foi considerado central para este estudo, por investigar a forma como o tema do DS é abordado nos seis volumes da coleção didática. A análise foi guiada pela questão: “como o livro aborda a temática do Desenvolvimento Sustentável?” Buscou-se identificar a presença e a profundidade das dimensões ambiental, social e econômica do DS, bem como compreender de que maneira os livros didáticos contribuem para a construção de uma reflexão crítica sobre questões socioambientais contemporâneas no contexto do ensino de Biologia.

A análise apresentada neste artigo não envolve interação direta com pessoas. Contudo, por integrar um estudo mais amplo que inclui a participação de seres humanos, a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética, sendo aprovada sob o protocolo nº 78544124.9.0000.0225, com parecer nº 6.770.108, emitido em 17 de abril de 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de os livros pertencentes à coleção analisada reunirem conteúdos de Biologia, Química e Física, cada capítulo aborda predominantemente um único componente curricular, com algumas exceções em que se observa uma notável abordagem interdisciplinar. Alguns volumes não apresentam uma divisão equilibrada dos conteúdos, evidenciando uma ênfase maior em determinado componente curricular.

Como possível consequência dessa organização, surge a hipótese de que as escolas possam enfrentar dificuldades para definir quais volumes utilizar em cada série. Isso poderia ocorrer devido ao desequilíbrio na distribuição dos conteúdos mencionado acima, bem como ao fato de cada instituição seguir um currículo próprio e uma sequência lógica dos conteúdos que nem sempre coincide com a estrutura temática da coleção, organizada em seis grandes eixos. Esse modelo contrasta com a tradicional progressão dos conteúdos, baseada nos tópicos considerados pré-requisitos, característico de cada componente curricular.



A coleção didática em voga é composta por seis volumes com estrutura padronizada, que inclui capas e uma seção introdutória dirigida aos estudantes. Nessa introdução, os autores explicam que a elaboração da coletânea ocorreu durante o período pandêmico da Covid-19, enfatizando a relevância da ciência como ferramenta essencial no enfrentamento de eventos calamitosos de magnitude semelhante. Também apresentam o material como multidisciplinar, integrando conteúdos de Biologia, Química e Física (Amabis *et al.*, 2020).

Em consonância com essa proposta, os autores afirmam, na *Apresentação*, ter condensado a densidade informacional dos conhecimentos científicos, priorizando aqueles considerados fundamentais para a formação integral e o exercício da cidadania dos estudantes (Amabis *et al.*, 2020).

Na sequência, os livros trazem a seção *conheça seu livro*, uma apresentação das partes que compõem o material didático. Essa etapa funciona como uma visita guiada, na qual o estudante é introduzido, de forma dinâmica, à organização e ao conteúdo da obra. A seção *produzindo mídias digitais*, por sua vez, orienta a criação de conteúdos digitais confiáveis, abordando etapas como planejamento, produção e edição.

O sumário revela que cada volume é composto por doze capítulos, com exceção do livro *O conhecimento científico*, que possui treze. A seção *Fique por dentro da BNCC* relaciona as competências gerais e específicas das áreas de Ciências da Natureza, Humanas, Linguagens e Matemática desenvolvidas nos capítulos. Cada capítulo tem início com um texto contextualizador, seguido por propostas de atividades organizadas em quadros intitulados *Atividade em Grupo*, *Atividades prática*, *Dialogando com o texto*, *Trabalhos em grupo*, *Aplicando conhecimento*, *Atividades Finais*, além de textos complementares chamados *Em destaque*.

Eixo Comunicacional

Esse eixo analisa a organização geral dos seis volumes da coleção de Ciências da Natureza, com base nos critérios avaliativos descritos na Tabela 1, a fim de compreender sua eficácia comunicativa com o público discente. Os critérios focam em aspectos estéticos que influenciam diretamente a estrutura do material e a forma como ele facilita o acesso à informação da mensagem pelo leitor.



Tabela 1: Avaliação do Eixo Comunicacional - estrutura e elementos estéticos do livro.

Eixo Comunicacional – Organização e estética do livro	
Pergunta norteadora da análise: como a organização do livro é estruturada?	
Aspectos Avaliados	Avaliação em uma escala de 0 a 5
Qualidade da diagramação, das imagens, gráficos e figuras	3
Relevância das imagens, gráficos e figuras em relação ao conteúdo trabalhado no capítulo	3
Relevância das imagens, gráficos e figuras em relação ao DS	2
Acessibilidade da linguagem à realidade dos estudantes	5
Adequação da quantidade de páginas na estruturação do material em relação aos conteúdos e à compreensão dos alunos	2
Organização estética do conteúdo ao longo do capítulo	4
0 = não se aplica; 1 = muito insatisfatório; 2 = insatisfatório; 3 = intermediário; 4 = satisfatório; 5 = muito satisfatório	

Fonte: Os autores, 2025.

A disposição do livro apresenta elementos visuais padronizados, conferindo-lhe estética, uma organização coerente e de fácil compreensão por parte do leitor. Contudo, esses mesmos elementos ocupam uma área considerável da página, incluindo as margens, mas que, nessa coleção, são utilizadas para a inserção de gráficos, imagens, tabelas ou propostas de atividades.

Para Perales e Jiménez (2002), as ilustrações em livros didáticos têm a função de atrair o leitor, descrever fenômenos e explicar relações não evidentes no texto. Contudo, na coleção analisada, a estratégia de aproveitamento integral da superfície da página transmite uma sensação de sobrecarga visual.

De forma geral, a coleção apresenta clara padronização, com imagens, gráficos e tabelas de qualidade visual satisfatória, que contribuem para a comunicação e uso do material. Porém, em alguns casos, esses elementos são apresentados em tamanho reduzido ou dispostos nas margens, o que compromete a legibilidade e a integração ao texto, demandando maior esforço de leitura e atenção por parte do estudante.

Há também casos em que a ausência de figuras estratégicas prejudica a compreensão dos conteúdos abordados. No livro *Água e Vida*, por exemplo, especificamente no Capítulo 1 - *Os seres vivos simples: vírus, bactérias, arqueas, protoctistas e fungos*, nota-se a carência de ilustrações mais detalhadas das células dos organismos estudados.

No livro *Humanidade e Ambiente*, observa-se que os elementos visuais acrescentam informações novas à mensagem textual, elucidando dados e ampliando discussões relacionadas ao DS. Isso resulta em uma integração clara e coerente entre os recursos visuais e as questões socioambientais abordadas. Nos demais cinco volumes da



coleção, embora os recursos visuais dialoguem adequadamente com os conteúdos desenvolvidos, sua articulação com temas socioambientais é menos contundente.

A linguagem adotada na obra é bastante acessível ao público do Ensino Médio, o que, segundo Back (2023), favorece o diálogo com os estudantes, facilita a compreensão de conceitos científicos e permite a aproximação entre linguagem utilizada do mundo estudantil. Contudo, constata-se que cada volume da coleção necessitaria de maior espaço para o desenvolvimento do texto e dos elementos visuais, de modo a garantir uma maior harmonia e um cuidado estético mais apurado.

Eixo Pedagógico

Neste segundo eixo, a análise recai sobre os critérios relacionados à abordagem metodológica adotada pela coleção em estudo, voltados a favorecer o processo de ensino e aprendizagem por meio do uso do material. Os critérios avaliativos, descritos na Tabela 2, concentram-se em aspectos pedagógicos, como leitura, conhecimentos prévios e propostas de atividades.

Tabela 2: Avaliação do Eixo Pedagógico - abordagem metodológica do livro

Eixo Pedagógico - Abordagem metodológica	
Pergunta norteadora da análise: qual é a abordagem pedagógica adotada pelo livro para facilitar a aprendizagem dos estudantes?	
Aspectos Avaliados	Avaliação em uma escala de 0 a 5
Atratividade da leitura	5
Informações esclarecedoras e objetivas	5
Exploração de conhecimentos prévios ou conceitos anteriores	1
Contextualização do conteúdo	3
Nitidez da relevância para o ENEM e vestibulares	3
Sugestão de atividades diferenciadas para os estudantes	1
Consistência na quantidade e qualidade dos exercícios	2
Vinculação dos exercícios a situações cotidianas ou exemplos práticos	1
0 = não se aplica; 1 = muito insatisfatório; 2 = insatisfatório; 3 = intermediário; 4 = satisfatório; 5 = muito satisfatório	

Fonte: Os autores, (2025).

A leitura do texto é fácil, fluida e agradável, o que contribui para o processo de compreensão por parte do leitor. O livro apresenta informações objetivas e esclarecedoras. Esse aspecto torna-se particularmente relevante diante da função do livro didático de articular as escolhas textuais empregadas em sua composição às propostas nele contidas, mantendo a capacidade de mobilizar o leitor por meio de uma leitura fruitiva, conforme salientam Neitzel, Carvalho e Henrique (2015).



No entanto, a estrutura do livro, inserido em uma coleção organizada tematicamente, e não com base em uma progressão de conteúdos que respeite relações de pré-requisito, pode dificultar o estabelecimento de uma sequência lógica para o desenvolvimento dos conceitos. Além disso, os livros carecem de elementos que auxiliem o professor na identificação e mobilização dos conhecimentos prévios dos estudantes, os quais, conforme Farias (2022), na perspectiva da aprendizagem significativa proposta por Ausubel (2003), constituem-se em verdadeiras âncoras cognitivas que permitem articular o que o estudante já sabe ao que precisa aprender, potencializando, assim, o processo de aprendizagem.

O livro busca contextualizar os temas abordados em cada capítulo, especialmente nas seções de abertura. Entretanto, apresenta dificuldades nesse aspecto, em grande parte devido à limitação de espaço percebida ao longo do material. Por mais que os textos curtos favoreçam a leitura, acabam comprometendo a profundidade das contextualizações. Essas, por sua vez, tendem a ser pouco relacionadas à realidade dos estudantes ou a exemplos concretos do cotidiano, o que pode limitar seu potencial de aproximação com o universo do estudante, situação que se relaciona ao esvaziamento de conteúdos apontado por Freitas, Romeu e Barroso (2024), que analisaram o modo pelo qual as reformas curriculares recentes contribuíram para a redução da densidade conceitual no Ensino Médio, especialmente na área de Ciências da Natureza.

É evidente a relevância dos capítulos do livro tanto para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) quanto para a formação do pensamento crítico dos estudantes. Os conteúdos abordam temáticas frequentemente presentes em avaliações externas, exigindo o domínio de saberes, competências e habilidades compatíveis com as propostas dessas provas, com as devidas indicações destes. Contudo, a forma como esses conteúdos e atividades são desenvolvidos nem sempre garante a profundidade necessária para uma preparação consistente, o que pode comprometer sua aplicabilidade prática e formativa.

O livro apresenta poucas sugestões de atividades diversificadas para os estudantes. Em todas as seções, tanto em *Atividade em grupo* quanto em *Dialogando com o texto*, predominam propostas centradas na realização de pesquisas sobre os temas abordados, seguidas de reflexões orientadas por questionamentos. A análise dos seis volumes da coleção evidencia a recorrência desse formato, o que torna as atividades repetitivas, pouco criativas e, por vezes, cansativas para os alunos.

Nas seções *Aplicando conhecimentos* e *Atividades finais*, predominam questões objetivas ou discursivas no estilo dos vestibulares tradicionais, com presença recorrente de itens do ENEM. Contudo, observa-se uma quantidade reduzida de exercícios, o que reforça



a percepção de que o material oferece poucas oportunidades para diversificação das atividades e ampliação do repertório de questões disponíveis aos discentes. Com exceção da seção *Atividade Prática*, que, em alguns capítulos, apresenta propostas de atividades experimentais interessantes e acessíveis.

No geral, as propostas de atividades seguem um formato tradicional, com foco predominantemente nos conteúdos conceituais, pouca articulação com situações do cotidiano ou exemplos práticos e atenção limitada ao desenvolvimento das competências e habilidades científicas dos estudantes.

Eixo Conceitual

Os seis volumes analisados procuram reunir os conhecimentos científicos essenciais para a formação dos alunos do Ensino Médio, última etapa da educação básica. A proposta editorial aposta em uma linguagem acessível, mas essa clareza vem acompanhada de superficialidade, que limita o aprofundamento de temas que exigiriam maior análise crítica. Em muitos trechos, os livros parecem meros resumos, comunicando de forma simples, mas sem oferecer a densidade necessária.

Com base na reflexão de Freitas, Romeu e Barroso (2024), o Ensino Médio enfrenta, assim, o desafio de equilibrar acessibilidade e profundidade. Por ser a fase de formação geral e básica, muitos alunos não terão contato posterior com esses conteúdos, o que torna sua abordagem estratégica para a formação científica e cidadã. Uma apresentação excessivamente resumida pode fragilizar esse processo, favorecendo a propagação de discursos anticientíficos. Nesse sentido, a superficialidade dos livros não reflete apenas decisões editoriais, mas também escolhas políticas. A Reforma do Ensino Médio (Lei 13.415/2017), ao reduzir a carga horária das disciplinas da formação geral, pode ter intensificado a limitação da formação científica e cidadã oferecida aos jovens.

No eixo conceitual, contudo, discorre-se sobre como as dimensões ambiental, social e econômica, componentes do Desenvolvimento Sustentável, aparecem no livro didático. A partir da identificação desses elementos, torna-se possível compreender de que modo o material pode ser utilizado pelos professores para promover uma formação crítica e reflexiva sobre importantes questões socioambientais. Nesta seção, as análises serão conduzidas com base nos critérios apresentados na Tabela 3 e serão aprofundadas nos tópicos a seguir.



Tabela 3: Avaliação do Eixo Conceitual - abordagem do Desenvolvimento Sustentável nos livros

Eixo Conceitual - Abordagem do Desenvolvimento Sustentável			
Pergunta norteadora da análise: como o livro aborda a temática do Desenvolvimento Sustentável?			
Capítulos dos Livros	Capítulos relacionados ao DS?	Dimensão	Nível de relação (0 a 5)
Livro 1: O conhecimento científico			
1 - O conhecimento científico e as Ciências da Natureza.	Não	Ausente	0
5 - Níveis de organização da vida e classificação biológica	Não	Ausente	0
7 - Citologia (I): membrana celular e citoplasma	Não	Ausente	0
8 - Citologia (II): núcleo celular, cromossomos e mitose	Não	Ausente	0
13 - Reprodução, meiose e embriologia animal	Não	Ausente	0
Livro 2: Água e Vida			
1 - Os seres mais simples: vírus, bactérias, arqueas, protoctistas e fungos	Não	Ausente	1
2 - Anatomia e fisiologia das plantas	Não	Ausente	0
4 - Reprodução das plantas e hormônios vegetais	Não	Ausente	0
5 - Anatomia e fisiologia dos animais	Não	Ausente	0
Livro 3: Matéria e Energia			
2 - Metabolismo energético.	Não	Ausente	0
7 - Fluxo de energia e ciclos da matéria na natureza	Sim	Ambiental	1
8 - Fisiologia humana: digestão, respiração, circulação do sangue e excreção	Não	Ausente	0
11 - Energia hoje e amanhã	Sim	Ambiental, Social e Econômica	4
12 - Integração e controle do corpo humano	Não	Ausente	0
Livro 4: Humanidade e Ambiente			
1 - Relações ecológicas	Sim	Ambiental	4
5 - Dinâmica das populações e sucessão ecológica	Sim	Ambiental	4
9 - Poluição ambiental e reciclagem	Sim	Ambiental	5
11 - Reprodução humana	Sim	Social	1
12 - Sustentabilidade Ambiental	Sim	Ambiental e Econômica	5
Livro 5: Ciência e Tecnologia			
1 – As lei da herança	Não	Ausente	0
2 – Bases cromossômicas da herança	Não	Ausente	0
3 – O código genético e a síntese de proteínas	Não	Ausente	0
10 – Genética e a biotecnologia na atualidade	Sim	Social e Econômica	4
Livro 6: Universo e Evolução			
1 - Origem do universo, do Sistema solar e da vida na Terra	Não	Ausente	0
3 - Fundamento da evolução biológica	Não	Ausente	0
9 - A formação de novas espécies e dos grandes grupos de seres vivos	Não	Ausente	1
10 - A evolução humana	Não	Ausente	0

0 = não se aplica; 1 = muito insatisfatório; 2 = insatisfatório; 3 = intermediário; 4 = satisfatório; 5 = muito satisfatório

Fonte: Os autores (2025).

Entre os livros analisados, o volume 1 - O Conhecimento Científico é o que menos enfatiza a temática do Desenvolvimento Sustentável, não contemplando com veemência nenhuma de suas dimensões, seja social, ambiental ou econômica em seus capítulos (1,



5, 7, 8 e 13). De fato, ele aborda temas fundamentais para qualquer estudante que ingressa no ensino médio e inicia seus estudos em Biologia.

Nele, o aluno é introduzido aos conceitos de ciência e método científico, além de aprender sobre os seres vivos, as espécies, sua classificação e a base da vida, a célula. O livro dedica-se a estabelecer esses alicerces do conhecimento biológico, mas no encerramento do Capítulo 1, na seção O conhecimento científico e as Ciências da Natureza, a temática surge pela primeira vez na coleção, com a menção explícita ao conceito de Sustentabilidade Ambiental no contexto de uma reflexão sobre a natureza da Biologia enquanto ciência.

No volume 2 - Água e Vida, os capítulos com maior ênfase em Biologia (1, 2, 4 e 5) têm como temática central a diversidade dos seres vivos. A abordagem adotada oferece uma visão generalista da anatomia e da fisiologia de diferentes organismos (bactérias, protozoários, algas, fungos) e dos vírus, havendo destaque para os organismos mais complexos do ponto de vista evolutivo, como plantas e animais.

No capítulo 1, observam-se alusões ao DS que, embora superficiais, apresentam-se de forma direta. Logo na introdução, por exemplo, identifica-se uma breve referência a epidemias históricas, como a Peste Bubônica. Também se destaca uma citação pertinente acerca dos impactos do despejo de esgoto em corpos-d'água para a saúde pública, além de menções ao emprego de bactérias no tratamento de esgoto e às suas aplicações biotecnológicas, notadamente na produção de antibióticos, alimentos e no campo da engenharia genética.

É importante salientar que, nesta análise, considera-se que esse deveria ser o volume destinado a concentrar os temas mais indispensáveis à formação cidadã dos estudantes, na perspectiva das Ciências Biológicas e da Saúde Pública, por se tratar de assuntos fundamentais à compreensão crítica da realidade.

Esperava-se, portanto, que todos os capítulos apresentassem maior profundidade teórica e aplicabilidade aos problemas de ordem contemporânea; no entanto, tal expectativa não é alcançada. Poderiam ter sido contemplados, por exemplo, os serviços ecossistêmicos prestados pelas plantas, a relevância da biodiversidade animal e as ameaças que recaem sobre sua conservação, de modo a estimular uma reflexão crítica acerca da crise ecológica contemporânea.

O ponto mais chamativo é a constatação de que se fazia necessário um aprofundamento maior e indispensável à formação de qualquer estudante no que concerne às doenças virais, bacterianas, protozooses e zoonoses, bem como às pandemias, ao



funcionamento e ao papel essencial das vacinas, à relevância do Sistema Único de Saúde (SUS) e à necessidade inadiável do combate à anticiência, entre outros aspectos correlatos. Contudo, o volume e o capítulo deixam de explorar, o que vai de encontro ao que salientam Vittorazzi, Silva e Silva (2023) sobre a reconhecida centralidade da vacinação e da saúde pública na promoção de espaços reflexivos em Ciências da Natureza.

No Volume 3 - Matéria e Energia, os conteúdos de Biologia, distribuídos nos capítulos (2, 7, 8, 11 e 12), apresentam relação com o DS de forma mais perceptivelmente no Capítulo 7 - Fluxo de energia e ciclos da matéria na natureza, ao mencionar, brevemente, na seção sobre Ciclos biogeoquímicos, que o desmatamento interfere na reciclagem dos elementos químicos e compromete o equilíbrio dos ecossistemas. Já na seção Água, um bem cada vez mais precioso, há uma reflexão pertinente sobre a escassez de água potável diante das mudanças climáticas, ainda que não aprofundada.

Contudo, no Capítulo 11 - Energia hoje e amanhã, o DS está presente intensamente, mas com caráter interdisciplinar, não se limitando a uma discussão biológica, e integra na discussão aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e econômicos. Logo na introdução, traz exemplos de fontes limpas e discute a importância da transição energética, o aumento do consumo no Brasil, o uso do petróleo e seus impactos, além da necessidade de economizar energia, inclusive no contexto doméstico.

Apesar desses pontos positivos, o capítulo mantém foco quase exclusivo no consumo residencial, negligenciando o papel da indústria e a urgência da substituição das fontes fósseis diante das atuais crises ambientais. A energia nuclear é mencionada, mas sem a devida problematização de seus riscos, o que compromete o desenvolvimento de uma análise crítica mais ampla.

A seção Fontes alternativas de energia enriquece o capítulo ao trazer o exemplo da aldeia Wai-wai, no Paraná, que utiliza energia solar, conectando o conteúdo à realidade dos estudantes. A energia eólica é abordada pelo viés do custo-benefício, mas faltam reflexões sobre seus impactos negativos, especialmente para as comunidades próximas aos aerogeradores. Já a biomassa é apresentada como uma alternativa promissora, com destaque para o uso de resíduos e subprodutos orgânicos.

Nos demais capítulos, a presença do DS é apenas implícita ou tangencial, sem articulação efetiva com suas dimensões ambiental, social ou econômica, havendo potencial para a discussão sobre matrizes energéticas limpas e questões importantes de saúde pública, especialmente nos capítulos mais relacionados à anatomia e fisiologia.



Já a obra Humanidade e Ambiente, volume 4, apresenta um grande e consistente alinhamento com o Desenvolvimento Sustentável, decorrente da centralidade dada à Ecologia em quatro dos seus cinco capítulos ligados aos conteúdos biológicos (1, 5, 9, 11 e 12). Ao explorar as complexas interações entre os seres vivos e o meio ambiente, o livro aborda diretamente temas centrais, como a poluição e a reciclagem, apresentando questões ambientais urgentes e possíveis soluções.

Como exemplo da ênfase ambiental, no Capítulo 1 - Relações Ecológicas, o livro destaca com clareza a importância das interações entre os seres vivos para o equilíbrio da cadeia alimentar e, por consequência, para a manutenção da vida nos ecossistemas ao mostrar como a conservação das relações ecológicas é essencial à estabilidade dos sistemas naturais.

O Capítulo 5 - Dinâmica das Populações e Sucessão Ecológica mostra um esforço em relacionar conceitos ecológicos com questões sociais e econômicas ligadas ao Desenvolvimento Sustentável. Ao tratar da densidade populacional, o texto propõe reflexões sobre o crescimento da população humana e seus vínculos com problemas como fome, pobreza e desigualdade.

Há ainda uma menção à relação entre globalismo e pandemias, com destaque para a COVID-19, mas sem aprofundar os impactos das ações humanas sobre o meio ambiente e a saúde pública. A seção final, dedicada aos biomas brasileiros, apresenta apenas descrições, sem aprofundamentos.

O Capítulo 9 - Poluição Ambiental e Reciclagem estabelece conexões importantes entre a produção em larga escala de alimentos e o uso intensivo de agrotóxicos, apontando riscos à saúde humana. No entanto, não aprofunda os impactos dessa exposição na saúde pública, nem aborda as influências políticas e econômicas que sustentam esse modelo.

O capítulo concentra-se nos tipos de poluição: atmosférica, hídrica e do solo, mas limita-se a explicações técnicas, sem promover uma reflexão crítica sobre como o modelo industrial e agroexportador, inserido na lógica capitalista global, contribui para a degradação ambiental e seus impactos na biodiversidade e na saúde. Na parte dedicada aos resíduos sólidos, a reciclagem é apresentada como alternativa viável e economicamente vantajosa. Ainda assim, faltou discutir o consumismo, a obsolescência programada e a lógica de mercado que estimula o descarte acelerado de produtos.

O Capítulo 11 - Reprodução Humana estabelece diálogo com a temática do Desenvolvimento Sustentável (DS) ao tratar a reprodução humana como um exercício de cidadania, relacionando-a ao controle reprodutivo e à reflexão crítica sobre o crescimento



populacional. Isso é importante, pois questões como os direitos reprodutivos, a equidade de gênero, o acesso à informação e à saúde de qualidade integram a vertente social do DS.

A apresentação dos métodos contraceptivos, por exemplo, reforça essa conexão. No entanto, a abordagem é excessivamente objetiva e superficial. Um ponto crítico a ser destacado é a ausência da discussão sobre as Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs), tema essencial para a promoção da saúde integral e para o exercício de uma sexualidade segura. A partir de Metelski et al. (2025), essa omissão é especialmente preocupante no contexto da adolescência, fase em que o acesso a informações seguras, mediadas de forma ética e responsável, é indispensável para a tomada de decisões informadas e a prevenção de riscos à saúde.

O Capítulo 12 - Sustentabilidade Ambiental, que encerra o livro, aborda de maneira mais direta os conceitos de sustentabilidade e DS. Embora essas temáticas tenham sido tratadas de forma transversal ao longo dos capítulos anteriores, é neste que elas aparecem de forma mais explícita. A introdução desse capítulo tem como ponto de partida a discussão sobre as mudanças climáticas, destacando o aumento da temperatura média global, a intensificação do efeito estufa, o derretimento das calotas polares e a consequente elevação do nível dos oceanos. Com base em Matos e Santos (2018), esses fenômenos são corretamente relacionados ao avanço da sociedade industrial e ao crescimento acelerado da população humana, evidenciando a interferência antrópica nos sistemas naturais.

O texto enfatiza a urgência de uma transformação na relação entre humanidade e natureza, defendendo a adoção de formas mais equilibradas e sustentáveis de exploração dos recursos naturais, com o objetivo de assegurar a manutenção da vida e a habitabilidade do planeta para as gerações futuras. Além disso, são abordados temas como o desmatamento, a introdução de espécies exóticas e os riscos de extinção de espécies nativas, apresentados como fatores que ameaçam o equilíbrio ecológico e comprometem a biodiversidade. Por fim, o capítulo trata, ainda que de forma breve, da questão da eficiência energética, distinguindo entre fontes renováveis e não renováveis de energia sem analisar os impactos ambientais negativos associados a cada tipo de fonte.

No volume 5, intitulado Ciência e Tecnologia, a abordagem sobre questões socioambientais é praticamente inexistente. Entre os capítulos de Biologia (1, 2, 3 e 10), o 10 - Genética e Biotecnologia na Atualidade, é o único que aborda aspectos importantes do



DS de maneira diluída e superficial, especialmente nas dimensões social e econômica, ao explorar os princípios da manipulação genética.

Nas seções Melhoramento Genético e Problemas Decorrentes do Melhoramento Genético, a análise concentra-se nos aspectos econômicos e ambientais, sobretudo ligados à agricultura e à pecuária. Em Misturando Genes Entre Espécies: Transgênicos, a transgenia é tratada tecnicamente, com ênfase econômica, mas sem aprofundar questões éticas e de saúde. Já em Desvendando o Genoma Humano, o Projeto Genoma Humano é apresentado sob a ótica técnica, destacando avanços científicos e sua relevância para compreender a espécie humana, sem, contudo, explorar de forma ampla os impactos para a saúde.

Por fim, sobre o último volume da coleção, 6 - Universo e Evolução, observa-se, de modo análogo ao primeiro, uma ênfase bastante reduzida às temáticas relacionadas ao Desenvolvimento Sustentável, independentemente da dimensão considerada. Em seus capítulos diretamente vinculados à Biologia (1, 3, 9 e 10), observa-se uma abordagem essencialmente conceitual, centrada na exposição de conteúdos científicos, sem articulação com problemáticas socioambientais ou com a aplicabilidade do conhecimento na formação cidadã orientada para o DS.

É possível constatar, entretanto, que a temática do volume oferece potencial para o desenvolvimento de discussões relevantes, por mais que tais possibilidades não tenham sido efetivamente exploradas. No Capítulo 9 - A formação de novas espécies e dos grandes grupos de seres vivos, por exemplo, a inserção do conceito de Antropoceno teria permitido ampliar a análise crítica acerca do papel da espécie humana como agente catalisador das atuais mudanças climáticas, da perda de biodiversidade e da acelerada transformação dos ecossistemas.

A oportunidade mais significativa de aproximação com as dimensões sociais do DS encontra-se no Capítulo 10 - A evolução humana. Na seção Em destaque, o texto Receita para uma humanidade desracializada, de Sérgio Danilo Pena, fundamentado em evidências genéticas, problematiza a inexistência de raças humanas biológicas, evidenciando tratar-se de uma construção social relacionada a práticas discriminatórias (Pena, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação da coleção de livros didáticos de Ciências da Natureza do PNLD 2022-2025, tomada como objeto deste estudo, evidencia limitações que atravessam tanto o eixo comunicacional quanto o pedagógico e o conceitual. A organização dos conteúdos



de Biologia, Química e Física em apenas seis volumes impõe a necessidade de compactação excessiva do texto, o que compromete a densidade temática e restringe o desenvolvimento das potencialidades formativas de cada eixo, não alcançando a proposta de promover uma abordagem mais interdisciplinar.

No eixo comunicacional, por mais que a estética seja organizada e padronizada, a sobrecarga de elementos visuais e a economia de espaço reduzem a eficácia dos recursos gráficos e comprometem a exploração crítica de imagens, gráficos, tabelas e outros elementos. No eixo pedagógico, observa-se fluidez na leitura, mas a carência de atividades diversificadas e de contextualizações mais consistentes representa uma perda significativa de oportunidades para estimular a aprendizagem ativa e a mobilização de conhecimentos prévios dos estudantes.

O eixo conceitual, núcleo principal desta investigação, revela-se o mais superficial, sobretudo no tratamento das questões socioambientais, o que limita potenciais reflexões acerca de assuntos inerentes ao Desenvolvimento Sustentável. Aspectos ambientais, sociais (como saúde pública) e econômicos são apresentados de modo fragmentado, reduzindo o potencial de articulação com debates contemporâneos fundamentais para a formação científica e cidadã de qualquer sujeito. Essa fragilidade torna-se especialmente evidente no contexto pós-pandêmico, em que temas como vacinação e saúde coletiva exigiriam um tratamento mais aprofundado, o que, contudo, não se verifica na obra.

Entre os livros analisados, o volume Humanidade e Ambiente constitui exceção parcial, por trazer o Desenvolvimento Sustentável de forma mais sistemática em razão da centralidade da Ecologia em seus capítulos. Contudo, mesmo nele, a profundidade de alguns importantes assuntos permanece pouco desenvolvida. Tal limitação parece estar menos vinculada à competência editorial e mais relacionada às diretrizes normativas do novo Ensino Médio e aos parâmetros do próprio PNLD vigente, orientados a um ensino menos conteudista e mais interdisciplinar, mas que, na prática, não se mostram eficientes nem em termos de conteúdo, nem em termos de interdisciplinaridade.

Retomando a pergunta norteadora, constata-se que a coleção aborda o DS de modo desigual e limitado. Ainda que ofereça contribuições pontuais, necessita de aprofundamento teórico e de propostas pedagógicas mais consistentes que possibilitem a formação crítica dos estudantes. Portanto, os futuros ciclos do PNLD precisam repensar o equilíbrio entre a objetividade necessária e a complexidade indispensável, para que o ensino de Biologia contribua, de fato, para a consolidação de uma educação científica comprometida com as importantes questões socioambientais atuais e com a cidadania.



Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), de acordo com a chamada n.69/2022-CNPq.

REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano *et al.* **Moderna Plus: Ciências da natureza e suas tecnologias – O conhecimento científico.** v. 1. São Paulo: Moderna, 2020.

AUSUBEL, Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano, 2003.

BACK, Rainri. Compreensão, aprendizagem e linguagem: uma abordagem hermenêutica. **Educação e Pesquisa**, 49, e260638, 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD - Programa Nacional do Livro e do Material Didático.** [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/busca-geral/318-programas-e-acoes-1921564125/pnld-439702797/12391-pnld>. Acesso em: 3 set. 2025.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 14.945, de 31 de julho de 2024.** Estabelece diretrizes para ensino médio, Brasília DF, 2024. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2024/lei-14945-31-julho-2024-796017-publicacaooriginal-172512-pl.html>. Acesso em: 17 out. 2025.

BRASIL. **Lei nº. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017.** Dispõe sobre a reforma do ensino médio brasileiro, Brasília DF, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 16 out. 2025.

FARIAS, Gabriela Belmont de. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, p. 58–76, abr. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/ZSNC6yjPGkG6t5kTQHC3Wxp/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 16 out. 2025.

FREITAS, Nairys Costa de; ROMEU, Mairton Cavalcante; BARROSO, Maria Cleide da Silva. Análise crítica das reformas curriculares do Ensino Médio: implicações para o ensino de Ciências da Natureza. **Educar em Revista**, v. 40, p. e94740, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/gv9JcRwDFHh79gnR34bZ36D/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 16 out. 2025.

KAPLÚN, Gabriel. Material educativo: a experiência de aprendizado. **Comunicação & Educação**, [S. l.], n. 27, p. 46-60, 2003. Disponível em: <https://revistas.usp.br/comueduc/article/view/37491>. Acesso em: 16 out. 2025.



LIMA JUNIOR, Eduardo Brandão; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; SANTOS, Adriana Cristina Omena dos; SCHNEKENBERG, Guilherme Fernando. Análise documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa. **Cadernos da Fucamp**, v.20, n.44, p.36-51, 2021. Disponível em:

<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2356>. Acesso em: 17 out. 2025.

MARIM, Vlademir; SILVA, Maxwell Gomes da. Educação Financeira: abordagem nos livros didáticos de Matemática para o Ensino Médio. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 4, n. 10, p. 1–26, 2020.

MATOS, Silvia Maria Santos; SANTOS, Antônio Carlos dos. Modernidade e crise ambiental: das incertezas dos riscos à responsabilidade ética. **Trans/Form/Ação**, v. 41, n. 2, p. 197–216, abr. 2018. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/trans/a/K8Cj5mFky7B39SpVpHWt34F/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 17 out. 2025.

METELSKI, Fernanda Karla. *et al.* Práticas educativas sobre Infecções Sexualmente Transmissíveis à luz do pensamento complexo. **Saúde em Debate**, v. 49, n. 144, p. e9290, jan. 2025. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/sdeb/a/c6SZWpTzZ4RJmzPDWYtjS9D/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 17 out. 2025.

NEITZEL, Adair de Aguiar; CARVALHO, Carla; HENRIQUE, Fabiana. O livro didático de alfabetização e a formação de leitores. **Educação em Revista**, v. 31, n. 3, p. 169–194, jul. 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/edur/a/88yn57xp4bKBkXCCwmVXhCQ/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 17 out. 2025.

Artigo recebido em: 29 de novembro de 2025

Aceito para publicação em: 05 de janeiro de 2026

Manuscript received on: November 29th, 2025

Accepted for publication on: January 05th, 2026

Endereço para contato: Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Educação/FACED, Programa de Pós-Graduação em Educação, Campus Universitário, Manaus, CEP: 69067-005, Manaus/AM, Brasil

