

TEORIA DA EVOLUÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: O QUE ABORDAM OS LIVROS DIDÁTICOS

Júlia Nunes Pacheco¹
Júlia Wentz dos Santos²
Cristiano Roberto Buzatto³

Resumo: Compreender o processo da evolução dos seres vivos é imprescindível para o entendimento das demais áreas da biologia. A biologia evolutiva, então, visa encontrar explicações para a biodiversidade, utilizando-se de diferentes recursos que, ao longo da história, passaram de observações das características externas dos seres vivos à biologia molecular e mapeamento do genoma de diferentes espécies. Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo analisar três livros didáticos de Ciências da Natureza para o ensino médio, ofertados pelo Plano Nacional do Livro Didático 2021–2024, identificando como se dá a abordagem das teorias Transformista de Lamarck, Descendência com Modificação, de Darwin e a Teoria Sintética da Evolução em cada um deles e avaliando o enfoque que os materiais dão aos principais fatos históricos e conceitos que moldam cada uma das teorias. Foi percebido que o primeiro livro analisado, por trabalhar os conteúdos em forma de projetos, aborda a Teoria da Evolução de modo socialmente relevante, porém é pobre em conceituar a teoria. O segundo livro, tem caráter conteudista, porém apresenta incoerências na abordagem. O terceiro livro, por sua vez, aborda os principais tópicos das teorias, aprofundando em seus conceitos e, ainda, oportuniza a reflexão sobre a aplicabilidade dos conceitos na vida cotidiana e nos demais conteúdos das ciências da natureza.

Palavras-chave: Biodiversidade; Biologia Evolutiva; PNLD.

-
- 1 Mestra e Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEdu) da Universidade de Passo Fundo (UPF), *Campus I*, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil; Bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.
 - 2 Mestra em Ciências Ambientais e Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF), *Campus I*, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil.
 - 3 Doutor em Botânica pelo Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGBot) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Professor da Universidade de Passo Fundo; Instituto da Saúde; Laboratório Multiveg, Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática; *Campus I*, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil.

-- ARTIGO RECEBIDO EM 29/01/2024. ACEITO EM 26/09/2024. --

THEORY OF EVOLUTION IN NATURAL SCIENCE TEACHING: WHAT TEXTBOOKS ADDRESS

Abstract: Understanding the process of evolution in living organisms is essential to grasp all other areas of biology. Evolutionary biology, therefore, aims to find explanations for biodiversity, utilizing various resources that have evolved from observations of the external characteristics of living beings to molecular biology and the mapping of the genome of different species. Thus, this article aims to analyze three high school Natural Sciences textbooks provided by the National Textbook Plan 2021–2024. It seeks to identify how the Transformist theory of Lamarck, Darwin's theory of Descent with Modification, and the Synthetic Theory of Evolution are approached in each of them. Additionally, the article evaluates the focus these materials give to the main historical facts and concepts that shape each theory. It was observed that the first analyzed book, by presenting content in the form of projects, addresses the Theory of Evolution in a socially relevant manner but lacks in conceptualizing the theory. The second book is characterized by its content-driven approach but exhibits inconsistencies in its treatment. On the other hand, the third book covers the main topics of the theories, delves into their concepts, and encourages reflection on the applicability of these concepts in everyday life and other natural sciences content.

Keywords: Biodiversity; Evolutionary biology; PNLD.

1 INTRODUÇÃO

A biologia evolutiva desempenha um papel fundamental no ensino de Ciências, pois explora processos responsáveis pela diversidade biológica. Ao analisar e explicar fatores evolutivos como seleção natural, mutação, deriva genética e fluxo gênico, assim como agentes evolutivos como competição, predação e parasitismo, busca-se proporcionar uma compreensão mais profunda dos mecanismos que moldam a vida na Terra (Futuyma, 2002). Essas dinâmicas biológicas são centrais para a adaptação dos organismos ao ambiente, o que, por sua vez, depende das características hereditárias que conferem vantagens adaptativas. A abordagem da biologia evolutiva também oportuniza o desenvolvimento do pensamento crítico aos estudantes, ao promover a reflexão sobre a origem e diversidade dos seres vivos, contribuindo para a tomada de decisão e participação social (Tidon; Vieira, 2009). No entanto, o ensino da evolução na educação básica brasileira enfrenta desafios, especialmente no confronto com crenças e valores religiosos ou subjetivos. Propostas educacionais que abordam a origem da vida sob uma perspectiva criacionista e a teoria do *intelligent design* (design inteligente) têm ganhado espaço em certos contextos, desafiando o ensino científico. Essas abordagens não científicas, como o designe inteligente, têm sido influenciadas por tendências adotadas em países do norte global, especialmente nos Estados Unidos, onde movimentos políticos e religiosos têm utilizado essas ideias para contestar a teoria da evolução nas escolas (Scott, 2009). O uso político dessas propostas tem gerado debates intensos sobre a laicidade do ensino público e a integridade do currículo científico, particularmente no que diz respeito à evolução (Miller *et al.*, 2006). Para os educadores, as principais preocupações incluem a falta de formação adequada sobre o tema, a disponibilidade de material didático de qualidade e as resistências sociais e culturais ao ensino

de evolução. Esses obstáculos reforçam a importância de estratégias pedagógicas que promovam o entendimento científico, especialmente considerando as críticas históricas ao ensino de biologia e o impacto de abordagens alternativas não científicas no Brasil (Tidon; Lewontin, 2004).

O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), tem por objetivo avaliar e disponibilizar materiais didáticos, pedagógicos e literários como forma de apoio educacional às escolas públicas e privadas sem fins lucrativos. Para que tenha acesso, a escola precisa estar previamente cadastrada no Censo Escolar da Educação Básica e a escolha desse material é atribuída ao responsável pela rede (Brasil, 2007). A intenção do programa circunda o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, assim como colaborar para uma melhor qualidade na educação, garantindo um padrão de qualidade dos materiais utilizados. Também visa democratizar o acesso à informação, estimular a leitura e a investigação nos estudantes, o desenvolvimento profissional do professor, e contribuir para a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A aquisição dos livros didáticos envolve os responsáveis pela elaboração dos livros didáticos e detentores dos direitos autorais se dispondo à escolha por parte dos encarregados, e por fim, a distribuição sob encargo do FNDE. No entanto, sabendo que o aporte financeiro empregado no PNLD é considerável, dado o número de estudantes e instituições beneficiadas, questões políticas e econômicas estão imbricadas nessa escolha, e apesar de existir uma avaliação de alguns critérios que vão ao encontro da BNCC, nem sempre a qualidade do material é o principal fator (Rosa, 2017). Segundo o autor, é importante ponderar sobre a utilização e distribuição dos livros didáticos dentro de uma perspectiva de mercado, uma vez que esses materiais podem se tornar instrumentos capazes de revelar e perpetuar conhecimentos, crenças, valores culturais e ideológicos. Por isso, considerando a maneira como se dá o processo de adesão, escolha e distribuição dos materiais didáticos pelo PNLD e a relevância do estudo da Biologia Evolutiva no contexto do Ensino de Ciências na Educação Básica, é importante questionar, de que forma os livros didáticos trazem a teoria da evolução? Quais os principais conceitos trabalhados? Que abordagens estão contempladas?

O presente artigo tem como objetivo analisar o conteúdo dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, adotados por meio do PNLD, referentes aos anos de 2021 a 2024. O propósito é compreender quais teorias evolucionistas estão sendo abordadas nesses materiais. A estrutura do texto está dividida em cinco seções: introdução, princípios teóricos, metodologia da pesquisa, apresentação dos resultados com sua discussão em relação à literatura e, por fim, as considerações finais.

2 AS TEORIAS EVOLUCIONISTAS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ESTUDO DA BIOLOGIA EVOLUTIVA

Na perspectiva de Futuyma (2002, p. 9), a evolução biológica é caracterizada pela “mudança nas características hereditárias de grupos de organismos ao longo

das gerações” ou ainda, “a descendência, com modificações, de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns”. Já a teoria da evolução, para o mesmo autor, é o conjunto de premissas a respeito dos processos causadores dessa história evolutiva. Mutação é uma alteração aleatória no material genético de um organismo que pode ou não afetar suas características fenotípicas. Caso a mutação gere uma vantagem adaptativa, a seleção natural pode aumentar a frequência desse gene na população, uma vez que indivíduos com a mutação têm maior probabilidade de sobreviver e se reproduzir. Por outro lado, se a mutação for neutra, ou seja, não oferecer vantagem ou desvantagem no ambiente, sua frequência pode aumentar ou diminuir aleatoriamente ao longo das gerações por meio de deriva gênica. Independentemente de ser uma mutação vantajosa ou neutra, ela pode, eventualmente, tornar-se mais frequente na população, moldando a variabilidade genética e potencialmente contribuindo para a adaptação ao ambiente.

Dentre as principais teorias evolucionistas, destacam-se a Teoria Transformista, de Lamarck, a teoria da Descendência com Modificação, de Darwin e, por fim, a Teoria Sintética da Evolução, ou Neodarwinismo (Almeida; Falcão, 2005). Compreender tais teorias é, também, compreender o desenvolvimento da biologia como ciência, visto que a evolução impacta diretamente a forma como os seres vivos comportam-se em seus *habitats*.

2.1 Teoria Transformista de Lamarck

Para muitos, a teoria proposta pelo naturalista francês Jean-Baptiste Lamarck compreende a primeira tentativa de explicar o sistema de evolução, ou transformação, dos seres vivos, rompendo com as ideias fixistas que predominavam até então, quando sua primeira obra foi publicada, em 1800. Segundo Almeida e Falcão (2005), a teoria de Lamarck propunha que o ambiente induzia necessidades de adaptação aos seres vivos, de modo que o organismo realizava atividades que resultaram em variações adaptativas. Ridley (2006) aborda ainda que, para Lamarck, as linhagens das espécies mudam de uma forma para outra, de modo que não havia ramificações e nem extinções. Almeida e Falcão (2005) ainda explicam que a teoria de Lamarck não visava romper com o criacionismo, mas sim conciliar sua crença em Deus com o processo de extinção dos seres vivos, tentando explicar que, pela bondade do Criador, os seres vivos, então, não se extinguiriam, mas sim, passavam por processos adaptativos e se transformavam em outras espécies.

Lamarck incorporou em sua teoria transformista, conceitos já compartilhados entre os naturalistas de sua época, sendo a lei do uso e desuso a ideia de que os órgãos poderiam ser desenvolvidos ou atrofiados de acordo com a frequência e necessidade de sua utilização no ambiente, além da herança dos caracteres adquiridos, que possibilita a herança dessas modificações pela próxima geração, desde que o macho e a fêmea a possuíssem (Almeida; Falcão, 2005). A herança dos caracteres adquiridos, embora não tenha sido criada por Lamarck e seja discutida desde a Grécia Antiga por Platão, foi modernizada por ele, sendo atualmente conhecida também como “herança lamarckiana” (Ridley, 2006).

Segundo Almeida e Falcão (2005), Lamarck desenvolveu teorias mecanicistas para buscar explicar fisiologicamente como ocorriam as adaptações dos organismos, que ocorreriam pelo esforço que o indivíduo realizaria para suprir as suas necessidades através de estímulos extrínsecos e da movimentação do corpo, além disso havia também a noção de que as modificações se davam com o passar de um tempo longo. Lamarck, ao longo de suas escritas, destacava o desejo do animal em realizar mudanças em si mesmo, como o esforço da girafa para ter seu pescoço alongado - exemplo mais comum ao se tratar do transformismo -, o que fez com que sua teoria fosse, muitas vezes, caricaturada pelos demais, visto que a evolução parecia depender da vontade do organismo para que ocorresse (Ridley, 2006).

Lamarck aponta outro elemento crucial para a transformação das espécies, denominado de “força interna”, que embora desconhecido, levava aos indivíduos a gerarem proles diferentes de si mesmos. O acúmulo dessas pequenas diferenças ao longo das gerações, conforme destacado por Ridley (2006), seria responsável pela transformação da espécie em outra. Suas ideias, porém, não se popularizaram na época, visto que sua personalidade não era muito apreciada pelos demais estudiosos da época, de modo que em 1809, Lamarck se convencera que havia uma conspiração de silêncio acerca de suas ideias (Ridley, 2006). Além disso, seu principal rival, Georges Cuvier, sabia como realizar a condução de situações controversas, fazendo com que, inclusive a publicação da obra *Philosophie Zoologique*, de Lamarck, em 1809, fosse recebida em silêncio, embora a obra tenha exercido grande influência na época (Ridley, 2006). O autor destaca ainda, que Cuvier e sua escola adotaram ideias opostas às de Lamarck, dogmatizando o fixismo das espécies e ao fato de que a extinção de espécies já havia acontecido. Desse modo, ainda segundo Ridley (2006), no século XIX grande parte dos biólogos e geólogos estava alinhada às ideias de Cuvier, de que cada espécie se originava de maneira separada, não sofreria transformações, como o próprio fixismo prega, até que ocorresse sua extinção.

2.2 Darwin e a Teoria da Descendência com Modificação

O britânico Charles Darwin ficou famoso por desenvolver a teoria da seleção natural. Cavalheiro de posses, graduado em Cambridge, realizou uma viagem de cinco anos a bordo do navio *HMS Beagle*, atuando como naturalista (Ridley, 2006). Filho de um renomado médico e genro do responsável pela empresa de porcelanas Wedgwood, Darwin viveu por um curto período em Londres após retornar da viagem, porém logo instalou-se permanentemente no campo, segundo o autor supracitado.

Ao retornar de sua viagem no *Beagle*, Darwin começou a trabalhar em sua coleção de tentilhões, trazida das Ilhas Galápagos, percebendo que cada uma das ilhas possuía uma espécie distinta, imaginando que todas haviam descendido de um ancestral comum (Ridley, 2006). Tais estudos abriram caminho para a escrita da sua primeira obra, sobre a Origem das Espécies, publicada originalmente em 1859. Ao aprofundar suas pesquisas na evolução dos seres vivos e publicar suas obras, Darwin tinha como objetivo “em primeiro lugar, negar o fixismo das espécies e, em segundo

lugar, negar a criação em separado das mesmas” (Almeida; Falcão, 2005, p. 22). Dessa forma, Darwin buscava evidenciar o fato de que a biodiversidade era fruto dos processos de modificações que as espécies sofriam com o passar do tempo.

Ao desenvolver a teoria da seleção natural, Darwin buscou de teorias auxiliares para embasar e fortalecer a sua teoria. Uma dessas é a da sobrevivência dos mais aptos, considerada por Darwin como uma elaboração da teoria da seleção natural (Almeida; Falcão, 2005). Para os mesmos, Alfred Russel Wallace, também naturalista inglês, chegou à mesma conclusão que Darwin quanto à teoria da seleção natural, ambos entraram em consenso e apresentaram suas pesquisas conjuntamente na Sociedade Lineana de Londres.

Darwin, ao desenvolver sua teoria da seleção natural, sofreu influência do economista Thomas Malthus, que explicou que o crescimento da população ocorria em progressão geométrica, enquanto a disponibilidade de alimentos ocorria em progressão aritmética. Dessa forma, Darwin elaborou a expressão “luta pela sobrevivência”, pois segundo ele, apenas os mais aptos conseguiriam adquirir recursos alimentares, e manter a estabilidade das suas populações através da taxa de reprodução (Almeida; Falcão, 2005).

Os autores citam ainda que Darwin considerou teorias Lamarckistas, como a da ação do ambiente como fator causador das variações nos organismos, a lei do uso e desuso, que ocorreria de forma independente à evolução natural, e ainda a hereditariedade dos caracteres adquiridos. Porém, Ridley (2006) explicita que essas ideias foram rejeitadas por Darwin, pois não eram capazes de explicar como, de fato, ocorria a adaptação das espécies, visto que, em sua teoria, Darwin buscava explicar como a evolução acontecia, mas também como as espécies tornavam-se bem adaptadas às suas condições de vida.

Uma das grandes dificuldades de Darwin para explicar sua teoria, encontrava-se na transmissão das características entre as gerações, visto que os conhecimentos acerca da genética e da transmissão dos “fatores” proposta por Gregor Mendel, conhecido como pai da genética, ainda estava em desenvolvimento no ano de 1959, quando Darwin publicou sua primeira obra. Portanto, após a compreensão da genética e da transmissão das características hereditárias através dos genes, foi desenvolvida a Teoria Sintética da Evolução, também conhecida como Neodarwinismo que busca explicar a seleção natural por meio das mutações ocorridas no genoma dos organismos.

2.3 Teoria Sintética da Evolução

Com o desenvolvimento dos estudos sobre genética, realizados por Gregor Mendel no início do século XX, a comunidade científica tomou conhecimento acerca da hereditariedade, da segregação independente dos “fatores” e dos padrões mendelianos para a transmissão das características entre as gerações. Ao tratar-se da teoria da evolução, segundo Ridley (2006, p. 38), buscava-se encontrar uma

forma de “reconciliar a teoria atomística mendeliana da genética com a descrição biométrica da variação contínua em populações reais”.

O autor ainda menciona que Ronald Aylmer Fisher foi o primeiro nome a demonstrar que os resultados biometristas poderiam derivar de princípios mendelianos e seu trabalho, juntamente a J. B. S. Haldane e Sewall Wright, sintetizou os conhecimentos acerca da teoria da seleção natural de Darwin com a teoria mendeliana da hereditariedade, desenvolvendo a teoria conhecida como *neodarwinismo*. Também chamada de *teoria sintética da evolução* ou ainda, *síntese moderna*, essa teoria forneceu às ideias de Darwin uma “fundamentação firme em uma teoria da hereditariedade bem testada” (Ridley, 2006. p. 38).

As obras de Fisher, Haldane e Wright

demonstraram que a seleção natural poderia operar com os tipos de variações observáveis nas populações naturais e com as leis da herança mendeliana. Nenhum outro processo é necessário. A herança dos caracteres adquiridos não é necessária. Macromutações não são necessárias (Ridley, 2006. p. 39).

Em outras palavras, a evolução ocorre a partir da seleção das variações já presentes na população, onde as características que conferem maior vantagem adaptativa tendem a ser mais frequentemente transmitidas aos descendentes.

A partir da teoria sintética da evolução, houve também o desenvolvimento da genética de populações e, por conseguinte, estudos explicando os eventos de especiação. Até então, a especiação era explicada a partir de macromutações que ocorriam em determinados indivíduos, porém nomes como Dobzhansky e Huxley argumentaram a favor do neodarwinismo, explicitando ainda que mudanças que ocorrem em diferentes populações da mesma espécie podem levar à divergência e evolução de espécies distintas (Ridley, 2006).

Os conceitos de espécies são diversos e refletem a complexidade do fenômeno biológico da especiação. Um dos mais conhecidos e amplamente utilizados é o conceito biológico de espécie, proposto por Ernst Mayr, que define uma espécie como um grupo de organismos que pode se intercruzar e produzir descendentes férteis. No entanto, com os avanços da genética de populações, outros conceitos surgiram, como o conceito filogenético e o ecológico, que consideram não apenas a capacidade de intercruzamento, mas também a história evolutiva e a adaptação ao ambiente. A genética de populações permitiu uma organização do conceito de espécie, ao demonstrar que diferenças morfológicas podem ocorrer dentro de uma mesma espécie e que um “genótipo” não necessariamente prevalece sobre outro em termos de relevância adaptativa. Em vez de uma característica única definir uma espécie, o foco passou a ser a variação genética dentro das populações e a capacidade de fluxo gênico entre indivíduos. Dessa forma, a ideia de espécie tornou-se mais relacionada à conectividade reprodutiva do que à similaridade morfológica ou genética. Nesse contexto, a Teoria Sintética da Evolução unificou várias áreas da biologia, incluindo genética, sistemática, paleontologia, morfologia comparativa e embriologia, consolidando-se como a explicação mais aceita para os processos evolutivos. A síntese moderna da evolução, que combina os princípios darwinistas

com a genética mendeliana, continua a ser uma base sólida para o estudo da evolução, e seus conceitos são constantemente revisados e ampliados à medida que novos dados, especialmente da biologia molecular e genética, se tornam disponíveis (Ridley, 2006).

3 METODOLOGIA

O presente artigo, de abordagem qualitativa (Bogdan; Biklen, 1994), tem como objetivo descrever a forma como os livros didáticos de Ciências do Ensino Médio, escolhidos e adquiridos por meio do PNLD e referentes aos anos de 2021 até 2024, abordam a teoria da evolução, a fim de identificar os principais enfoques presentes nos mesmos, tendo como base as teorias evolucionistas exploradas em Almeida e Falcão (2005) e Ridley (2006).

Optou-se por buscar os livros referentes ao Ensino Médio, tendo em vista sua característica de abordagem mais aprofundada dos assuntos. A análise das obras contou com os exemplares participantes do PNLD com disponibilidade de acesso, contemplando um livro de cada editora, conforme disposto na Tabela 1.

Tabela 1: Relação de livros didáticos que compõem o *corpus* desta pesquisa.

Nº	Título	Autor (es)	Editora	Ano	Volume
1	De olho no futuro: projetos integradores	Vivian Lavander Mendonça	Ática	2020	Único
2	Ser protagonista	Ana Fukui <i>et al.</i>	Edições SM	2020	Evolução, tempo e espaço
3	Diálogo	Editora Moderna (Org)	Moderna	2020	5

Fonte: elaborada pelos autores, 2023.

Após a constituição do *corpus*, foi realizada uma pré análise e exploração do material, seguida pelo estabelecimento de categorias de análise, que consistem nas teorias evolutivas, conforme prevê a análise de conteúdo de Bardin (2016). São elas: Teoria Transformista, da Descendência com Modificação e Sintética da Evolução. De acordo com o que foi exposto sobre a Teoria da Evolução, de que forma foram abordados os conceitos e a quem são atribuídas as contribuições, os conteúdos analisados foram agrupados nessas categorias, buscando construir uma relação entre as abordagens da teoria da evolução descritas em Almeida e Falcão (2005) e Ridley (2006). Essa relação foi estabelecida de forma particular por cada um dos autores, e posteriormente comparada, discutida e apresentada nos resultados. A escolha das categorias se justifica por demonstrar as diferentes maneiras com que a Teoria da Evolução já foi pensada, assim como as mudanças sofridas ao longo dos anos, sendo pertinente investigar qual dessas formas de pensamento está predominando no livros didáticos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro livro analisado propõe projetos integradores, mas aborda as questões pertinentes à Biologia Evolutiva na etapa 5, intitulada “Por que certos conflitos levam à injustiça ambiental?”, por meio de uma discussão colaborativa. O projeto proposto propõe uma forma sustentável de resolver conflitos, e tem como objetivo: “relacionar preconceito, discriminação e opressão; compreender o que é injustiça ambiental; pensar em caminhos pacíficos para construir um país mais justo” (p. 129). Analisando especificamente o que é exposto sobre a teoria da evolução e a forma como isso ocorre, inicia explorando tais aspectos e como determinados tópicos científicos, particularmente as teorias eugênicas são apropriadas por movimentos discriminatórios, e utiliza o exemplo do holocausto nazista. Segundo o exposto, determinados cientistas se apoiaram nas ideias de Darwin, de que a seleção natural influencia na sobrevivência dos seres vivos, para destilar ideias de que alguns seres humanos estavam destinados a desaparecer, dadas suas condições de sobreviver no ambiente. E por isso, algumas melhorias na humanidade deveriam ocorrer por meio de casamentos seletivos. Esse contexto é utilizado para trazer como atividade questões como: o que diz a teoria da evolução de Darwin? Por que o darwinismo social é considerado pseudociência e como se formam os preconceitos e estereótipos? Almeida e Falcão (2005) argumentam, por meio de Gould (1987), que os livros geralmente apresentam o termo “evolução” como sendo de autoria de Darwin, quando na verdade o autor denominou sua teoria de “descendência com modificação”, mas evolução sendo popularizada na biologia por Herbert Spencer. Após, o assunto segue para discussões sobre justiça ambiental, o que está subjacente nas metas para o desenvolvimento sustentável propostas pela ONU.

O livro apresenta a temática dos preconceitos, estereótipos e discriminações, que se propagam por meio da apropriação do discurso científico, associando as ideias evolucionistas e de seleção natural de Darwin à genética, o que é característico do modelo neodarwinista, ou Teoria Sintética da Evolução (Ridley, 2006). É importante destacar que, por não trabalhar a evolução de maneira conteudista, mas propor a discussão das já mencionadas questões, oportuniza o desenvolvimento do pensamento crítico, que é um elemento importante e caminha na direção de uma formação para o exercício da cidadania. Esse é um dos objetivos da educação disposto na Constituição Federal (Brasil, 1988), na busca por refletir e superar as certas relações hegemônicas de opressão presentes na sociedade. Compreende esse caráter mais reflexivo, mas não se detém em abordar conceitos básicos pertinentes à evolução, deixando a critério dos alunos buscarem essas respostas. Em relação a isso, Almeida e Falcão (2005) comentam que compreender os processos evolutivos é de grande importância para conceituar todos os temas da biologia, e em contraste, os livros didáticos tendem a trazer o tema sem contextualização histórica, dificultando o entendimento de que os conceitos foram desenvolvidos ao longo do tempo. Segundo os autores, “no lugar da supracitada contextualização, apresentam-se: a dicotomia teórica entre lamarckismo × darwinismo, a viagem de Darwin no Beagle e a sua demora na publicação da “Origem das Espécies (p. 18)”.

Adota uma perspectiva de ciência como construção social que não é neutra ou absoluta. Apesar disso, ao dispor de apenas duas páginas no foco do assunto evolução, é plausível questionar, mesmo ao decorrer de todo o desenvolvimento do projeto, a viabilidade do desenvolvimento das competências propostas pela BNCC, as quais o livro considera que seriam contempladas. Conforme disposto na página 206, foi trabalhada, entre outras, a competência específica número 2, que envolve “analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (p. 206, grifo nosso)”.

Apesar de pautar o debate a respeito da eugenia em uma falsa interpretação acerca das ideias de Darwin, o material não apresenta textos de apoio ou conteúdos que disponibilizem ao estudante informações sobre a teoria da evolução de Darwin. Ao invés disso, propõe ao aluno que realize uma busca guiada em outros livros ou ainda em sites de divulgação científica. Dessa forma, o estudante fica à mercê de encontrar informações pertinentes e que, de fato, auxiliem na compreensão da referida teoria. A contextualização da teoria da evolução é fundamental para proporcionar uma aprendizagem dotada de significados, porém, é desejável que o próprio material didático, que muitas vezes é o único recurso disponível ao aluno em sala de aula, traga os conceitos básicos da teoria da descendência com modificação, desenvolvida por Darwin.

O segundo material analisado possui um caráter mais conteudista na forma como aborda o tema, sendo possível até considerar “tradicional”, mas que contempla uma gama muito maior de conceitos e discussões em comparação ao primeiro livro, por exemplo. A unidade 3: o tempo e o espaço na Terra e na vida, particularmente no capítulo 3, denominado “evolução, taxonomia e sistemática” inicia com questionamentos sobre o que significa dizer que os seres vivos evoluem, evidências da evolução biológica, entre outros. A evolução biológica é apresentada numa perspectiva mais histórica, partindo das ideias de Aristóteles na Idade Média, sobre a origem do universo e da vida, seguindo para o entendimento de Lamarck sobre o transformismo. Nesse ponto, Almeida e Falcão (2005) ressaltam que Lamarck adota na teoria do Transformismo conceitos já existentes, não sendo a herança de caracteres adquiridos e a lei do uso e desuso de sua única e completa autoria, conforme encontrado nos livros. Realiza nesse ponto um resgate das ideias de Darwin e Wallace, complementando com conceitos muito próximos daqueles utilizados em Ridley (2006) e Futuyma (2002) posteriormente no livro. Expõe que

parte da variação hereditária ocorre em características que afetam as chances de sobrevivência e de reprodução dos indivíduos. Os indivíduos bem-sucedidos na luta que ocorre na natureza são aqueles dotados de variações de características que aumentam as chances de sobrevivência e de reprodução no ambiente. Quando essas características são hereditárias, elas são transmitidas aos descendentes. E exatamente porque aumentam as chances de sobrevivência e reprodução de seus portadores, a probabilidade de que sejam transmitidas à geração seguinte é maior. Assim, com o passar das gerações, a maior parte da população será portadora das variações vantajosas

dessas características. Essa mudança na composição da população é o que se denomina evolução (p. 126).

O livro examinado menciona que Lamarck não via as modificações nas espécies como eventos evolutivos, mas falha ao deixar de empregar o termo “transformismo” ao abordar suas ideias, além de não destacar a relevância do desenvolvimento de sua obra na superação dos paradigmas da época. Apesar de dispor desse contexto histórico, defendido por Almeida e Falcão (2005) como importante para a compreensão da teoria como uma construção, e não como algo acabado, ainda realiza essa dicotomia entre as teorias de Darwin e Lamarck, sem mencionar que o primeiro utilizou inicialmente de determinados conceitos do segundo. Ao tratar da teoria Darwiniana, o livro analisado apresenta o subtítulo “as bases da teoria darwiniana da evolução” (p. 127), porém, Darwin nunca se utilizou do termo “evolução” ao tratar de sua teoria, mais usualmente chamada de “descendência com modificação”, visto que o termo “evolução”, originalmente, era utilizado para explicar a teoria de Albrecht von Haller, “de que os embriões crescem de homúnculos pré-formados contidos no óvulo ou no esperma humano” (Almeida; Falcão, 2005. p. 18). Assim, é apropriado que os livros didáticos adotem a nomenclatura atualizada, incluindo a promoção da contextualização do nome da teoria.

Também usa exemplos da ação da seleção natural, como o caso dos tentilhões e as variações no tamanho do bico, uma característica hereditária, relacionadas ao tipo de alimento disponível. Na página 128, o livro busca resumir as ideias conceituais de Darwin no desenvolvimento da Seleção Natural, porém utiliza-se diversas vezes do conceito da hereditariedade, como em: “parte das características que diferenciam os indivíduos de uma população é transmitida aos descendentes, isto é, parte da variabilidade das populações é hereditária” (grifo nosso), “Parte da variação hereditária ocorre em características que afetam as chances de sobrevivência e de reprodução dos indivíduos” (grifo nosso) e ainda, “Quando essas características são hereditárias, elas são transmitidas aos descendentes.” (grifo nosso). Porém, “uma das objeções mais sofisticadas à teoria de Darwin foi a de que ela não incluía uma teoria satisfatória para a hereditariedade” (Ridley, 2006. p. 36). Visto que os trabalhos de Mendel acerca da hereditariedade ainda não estavam popularizados, é importante ressaltar que os preceitos da hereditariedade ligados à evolução são desenvolvidos apenas na teoria sintética da evolução.

Além da abordagem conteudista e conceitual, esse material também expõe questões de pertinência social e de interpretação tendenciosa dos conceitos científicos por meio do chamado Darwinismo social, que apresentou no Brasil, de forma acentuada por volta do século XX, “a concentração de riqueza com o argumento de que indivíduos mais aptos prosperam e enriquecem, ao passo que os menos aptos permanecem condenados à pobreza - o que fortalecia o racismo e legitimava a exploração de pessoas e a colonização de países (p. 129)”. Na mesma abordagem histórica, explora Robert Chambers e a ideia de transmutação dos seres vivos, com um pequeno texto e questões para o debate que questiona a diferença entre as ideias

de Chambers e Darwin. Permite refletir sobre o que é a evolução no sentido de mudança nas populações ao longo de gerações por meio da frequência de genes, de acordo com Ridley (2006), em comparação à transmutação como a transformação dos indivíduos ao longo do tempo, onde o embrião sofreria mudanças e se tornaria um pouco mais evoluído que seus pais. É importante ressaltar que essa questão pode ser um bom ponto para debate, pois é mencionado no texto que as ideias de Chambers não são mais aceitas, mas refletir o ponto em que diferem daquilo que Darwin propôs implica a autonomia de pensamento e interpretação do aluno. Cabe destacar também como um ponto de reflexão, que na página 152 existe um quadro denominado “Ciência, Tecnologia e Sociedade”, que situa o ato de cozinhar como uma prática cultural caracteriza os humanos, e como isso implicou no processo de evolução.

Os assuntos perpassam as evidências da evolução, os conceitos de adaptação e seleção natural, seleção sexual e artificial, chegando na Teoria Sintética da Evolução, exibindo os processos e acontecimentos que culminaram numa maior aceitação da teoria de Darwin com o auxílio da genética mendeliana. Por fim, já adentrando o campo da genética de populações, o livro explora a origem das variações dos indivíduos, especiação, o surgimento da sistemática filogenética e as origens da humanidade. O livro é completo em termos dos conteúdos abordados, que vão ao encontro do que é discutido nas Teorias da Descendência com Modificação e Sintética da Evolução. Aborda o contexto histórico dos acontecimentos e alguns exemplos ou situações próximas da realidade, e que podem até suscitar alguns debates sobre as implicações da ciência e da tomada de decisão em relação ao meio ambiente etc. Entretanto, isso se dá de forma bem discreta, ficando mais evidente essa característica do conteúdo como centro do processo. A unidade é finalizada com a proposta de algumas questões para discussão, atividades e práticas que são plurais na forma de abordagem, não contemplando apenas questões objetivas que possam ser respondidas decorando os aspectos estudados, pouco contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico, protagonismo e autonomia. Esse ponto é discutido por Almeida e Falcão (2005), por meio de diversos estudiosos, pois existe uma dificuldade na construção de conhecimento envolvendo a evolução por parte dos alunos, que tendem a interpretar de uma maneira que melhor se associa ao lamarckismo, principalmente quando estes são trabalhados de forma unicamente expositiva.

O último livro analisado trata da origem e o funcionamento do ser humano, e traz a evolução nesse contexto, principalmente nos Capítulos 1 a 3 da Unidade 1. Assim como o anterior, começa com um resgate histórico, partindo da idade média e do pensamento fixista e do criacionismo, mas de forma mais ampla. Pois, em contraste com os demais livros analisados, se detém no processo científico de descobrimento de algumas evidências evolutivas antes da publicação da Origem das Espécies, como os conceitos foram construídos, da forma como Almeida e Falcão (2005) apontam como desejável para um melhor entendimento do tema. São apresentados os principais elementos da teoria de Lamarck, mas sem atribuir unicamente a ele a autoria da Lei do Uso e Desuso e da Transmissão de

Caracteres Adquiridos, já que outros estudiosos já defendiam essas ideias, o que vai ao encontro do que discutem os autores supracitados. Ao adentrar no tópico das descobertas de Darwin, realiza também a contextualização histórica, mas utiliza um exemplo envolvendo a coloração de indivíduos de uma população, que favorece sua sobrevivência e se torna cada vez mais frequente no ambiente, porque os indivíduos que possuem essas características têm mais chance de chegar à idade reprodutiva e compartilhá-las. O livro menciona que: “Portanto, os organismos mais bem adaptados a sobreviver têm maior probabilidade de transmitir suas características para uma prole, aumentando a frequência de tal característica ao longo das próximas gerações (p. 17)”.

Considerando a referência à descendência comum e ao aumento da frequência de características dos indivíduos melhor adaptados em uma população, o material explora as conclusões de Darwin com base em suas investigações. No entanto, o conteúdo não se aprofunda na Teoria Sintética da Evolução, evitando a inclusão de conceitos genéticos. Essa abordagem sobre a Teoria da Descendência com Modificações é a que melhor se assemelha à maneira como Futuyma (2002) e Ridley (2006) descrevem, em comparação às anteriores. O material também explora os conceitos de especiação, seleção sexual e artificial, mutações, entre outros; aborda a síntese moderna evolutiva e como a teoria de Darwin não conseguia contemplar certas questões, como a especiação, devido à falta de conhecimentos sobre genética característico da época.

Contempla também uma quantidade significativa de conteúdos específicos da Biologia Evolutiva, mas é possível perceber uma maior preocupação com a contextualização e com a possibilidade de reflexão e criticidade do estudante. É possível identificar isso nas páginas de textos expositivos que são permeadas por *prompts* contendo *links* para outros textos e sites, perguntas, imagens, observações que podem desencadear discussões, de forma semelhante ao segundo livro, porém mais diversa. É interessante destacar um quadro elaborado pelos autores do livro com base na obra de Ridley (2006), intitulado “equivocos sobre a evolução”, que propõe questionamentos sobre o que significa evoluir, pois muitas vezes o termo pode adquirir uma conotação de progresso ascendente e linear de um organismo. Esse tipo de atividade, que não se esgota em decorar conteúdos e responder às questões, possui potencial para estimular o pensamento crítico e reflexivo. Isso pode ser visualizado também nas questões de revisão no final do capítulo, que são de múltipla escolha, mas intercaladas com outras mais descritivas, buscando um caminho que vai ao encontro do que expõem Almeida e Falcão (2005) sobre as limitações das abordagens apenas expositivas e conteudistas no entendimento dos alunos sobre o tema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreender o processo de evolução é fundamental para embasar o estudo das demais áreas da biologia, portanto, há necessidade de que a temática e seus

conceitos sejam significativamente explorados, e que o estudante seja capaz de transpor esses conhecimentos para as demais situações e conteúdos aprendidos.

Ao analisar três livros didáticos do PNLD 2021–2024 do ensino médio anteriormente mencionados, pode-se perceber que, embora todos abordem a temática, há diferenças significativas entre os três exemplares. O primeiro livro, por trilhar um percurso de projetos, trata da evolução como plano de fundo ao falar sobre a eugenia, trazendo o exemplo do Darwinismo social. Apesar de abordar a evolução com um viés socialmente relevante, não há a definição dos conceitos essenciais para compreender as teorias evolutivas, bem como o processo da evolução em si, visto que o livro sugere que o próprio aluno realize a busca em outras ferramentas para compreender a evolução.

O segundo livro apresenta um viés conteudista e abrange os conceitos necessários para a compreensão das teorias evolutivas e da própria evolução, apesar de apresentar alguns equívocos quanto a conceitos e nomenclaturas. O terceiro livro, por sua vez, apresenta todos os conceitos necessários para a compreensão das teorias evolucionistas de forma clara, estimulando a discussão, reflexão e protagonismo dos alunos de forma mais expressiva em comparação ao anterior.

Os três livros tendem a apresentar a evolução numa perspectiva mais próxima da Teoria Sintética, mas por vezes possuem equívocos relacionados às contribuições de cada estudioso em sua época. É importante destacar que o intuito desse trabalho não é esgotar a análise dos materiais, já que essas foram as percepções que nos pareceram mais relevantes no momento, o que não compreende todo o universo de interpretações possíveis. Tampouco é inviabilizar o material analisado e as respectivas maneiras de abordar os conteúdos, já que é possível adaptar e complementar o que está disposto nos mesmos. Em uma perspectiva futura, é viável ampliar a pesquisa, buscando compreender, por exemplo, de que forma os livros representam a evolução graficamente, por meio de imagens e figuras, e se essa forma está de acordo com a Teoria Evolutiva trabalhada. Ainda, é possível explorar mais especificamente a maneira como a filogenia é apresentada, assim como abranger a análise para os exemplares de Ciências no Ensino Fundamental.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; FALCÃO, Jorge Tarcisio da Rocha. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 17-32, 2005.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70 Brasil, 2016.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL, Decreto Nº 9.099, de 18 de Julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, 1988.

FUKI, Ana. *et al.* **Ser protagonista:** ciências da natureza e suas tecnologias: evolução, tempo e espaço: ensino médio. 1ª ed. São Paulo: SM Educação, 2020.

FUTUYMA, Douglas J. **Evolução, ciência e sociedade.** Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

MENDONÇA, Vivian Lavander. **De olho no futuro:** Projetos integradores: ciências da natureza e suas tecnologias. Volume único. São Paulo: Ática, 2020.

MILLER, John D.; SCOTT, Eugenie C.; OKAMOTO, Shinji. Public acceptance of evolution. **Science**, v. 313, n. 5788, p. 765-766, 2006. <https://doi.org/10.1126/science.1126746>

MODERNA (org.). **Diálogo.** 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2020.

RIDLEY, Mark. **Evolução.** 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

ROSA, Marcelo D.'Aquino. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e os livros didáticos de ciências. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 1, n. 2, p. 132-149, 2017.

SCOTT, Eugenie C. **Evolution vs. Creationism:** an introduction. University of California Press, 2009.

TIDON, Rosana; LEWONTIN, Richard C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572004000100021>

TIDON, Rosana; VIEIRA, Eli. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. **ComCiência**, n. 107, 2009.