



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LUCYANA NAYARA AFONSO SILVA

**CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS EM EVOLUÇÃO  
BIOLÓGICA:  
ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLD  
2018**

---

Londrina  
2020

LUCYANA NAYARA AFONSO SILVA

**CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS EM EVOLUÇÃO  
BIOLÓGICA:  
ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLD  
2018**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mariana A. Bologna Soares de Andrade

Londrina  
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

SI586 Silva, Lucyana Nayara Afonso.  
Controvérsias científicas em evolução biológica : análise de livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 / Lucyana Nayara Afonso Silva. - Londrina, 2020. 119 f. : il.

Orientador: Mariana A. Bologna Soares de Andrade.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2020.  
Inclui bibliografia.

1. Análise de controvérsias científicas relacionadas ao tema extinção dos dinossauros e ao melanismo industrial abordados nos livros didáticos do terceiro ano do ensino Médio - Tese. I. Bologna Soares de Andrade, Mariana A.. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 50

LUCYANA NAYARA AFONSO SILVA

**CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS EM EVOLUÇÃO**  
**BIOLÓGICA:**  
ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLD  
2018

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mariana A. Bologna  
Soares de Andrade  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda Aparecida Meghioratti  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná -  
Unioeste

---

Prof. Dr. Lucken Bueno Lucas  
Universidade Estadual do Norte do Paraná -  
UENP

Londrina, 21 de fevereiro de 2020.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Valmir Silva e Maria Eduarda pelo amor, compreensão e apoio incondicional para que eu tivesse a oportunidade de sempre priorizar meus estudos.

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mariana A. Bologna Soares de Andrade por ter acreditado na minha capacidade, pela orientação, pelo carinho e paciência e também pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

Ao meu companheiro Lucas Queiroga, pelo carinho e compreensão das minhas ausências.

À professora Dr.<sup>a</sup> Fernanda Meghioratti, pelas sugestões relevantes durante o exame de qualificação e por compor a banca examinadora.

Ao professor Dr. Lucken Bueno Lucas, pela atenção e contribuições no exame de qualificação e por compor a banca examinadora.

Aos amigos do curso de mestrado e do grupo de pesquisa GPEEC, em especial à Daniela Cristina Rejan pelas risadas, lamentações, sugestões, apoio e carinho.

A todos os meus amigos e familiares, que estiveram ao meu lado durante a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

“Não se conhece completamente uma ciência enquanto não se souber da sua história.”

*Auguste Comte*

SILVA, Lucyana Nayara Afonso Silva. **Controvérsias científicas em evolução biológica**: análise de livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018. 2020. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

## RESUMO

Os livros didáticos são um dos recursos pedagógicos mais utilizados em sala de aula e importantes mediadores no processo de ensino e de aprendizagem. Os livros didáticos são relevantes para o currículo e para a formação dos alunos. A evolução biológica se apresenta como um tema unificador no conteúdo de Biologia, importante para o entendimento de vários temas relacionados ao desenvolvimento, à genética, seleção natural, além de outras áreas, e seu ensino é permeado por obstáculos epistemológicos no livro didático. O que torna relevante a necessidade de analisar este tipo de material didático principalmente conteúdos como a biologia evolutiva. Devido a importância de se compreender que a História e a Filosofia da Ciência têm um papel fundamental na construção do conhecimento científico, sendo uma área capaz de minimizar os equívocos sobre a evolução e ainda entendendo que a ciência se constitui por meio de controvérsias científicas, as quais são responsáveis pelo desenvolvimento da ciência, esta pesquisa objetivou identificar e analisar a presença de temas controversos no conteúdo de evolução biológica nos livros didáticos do terceiro ano do ensino médio aprovados pelo PNLD 2018. A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa de cunho bibliográfico. Dos dez livros aprovados pelo PNLD 2018, sete foram analisados. Para analisar as controvérsias científicas encontradas foram elaboradas unidades de contexto e de registro, sob dois aspectos: 1) aspectos epistemológicos e 2) aspectos históricos. As unidades de contexto são referentes aos aspectos epistemológicos das controvérsias (UC1), aos aspectos do conteúdo da extinção dos dinossauros (UC2) e dos aspectos do conteúdo do melanismo industrial (UC3). Observamos que, embora alguns autores apresentem os temas controversos, o conteúdo de evolução tende a ser descrito de maneira aglomerada e muitas vezes historicamente descontextualizada, podendo dificultar a percepção dos conceitos evolutivos e o desenvolvimento do pensamento crítico e do conhecimento biológico.

**Palavras-chave:** Controvérsias científicas. Evolução Biológica. Livro didático do Ensino Médio. Extinção dos dinossauros. Melanismo Industrial.

SILVA, Lucyana Nayara Afonso. **Scientific controversies in biological evolution: analysis of textbooks approved by PNLD 2018**. 2020. 119 p. Dissertation (Master's in Science Teaching and Mathematics Education) – Londrina State University, Londrina, 2020.

### **ABSTRACT**

Textbooks are one of the most used pedagogical resources in the classroom and important mediators in the teaching and learning process. Textbooks are relevant to the curriculum and to the training of students. Biological evolution presents itself as a unifying theme in the content of Biology, important for understanding various themes related to development, genetics, natural selection, in addition to other areas, and its teaching is permeated by epistemological obstacles in the textbook. Which makes the need to analyze this type of teaching material relevant, mainly contents such as evolutionary biology. Due to the importance of understanding that the History and Philosophy of Science have a fundamental role in the construction of scientific knowledge, being an area capable of minimizing the misunderstandings about evolution and still understanding that science is constituted through scientific controversies, which are responsible for the development of science, this research aimed to identify and analyze the presence of controversial themes in the content of biological evolution in the textbooks of the third year of high school approved by PNLD 2018. The research followed a qualitative approach of bibliographic nature. Of the ten books approved by PNLD 2018, seven were analyzed. In order to analyze the scientific controversies found, units of context and record were elaborated under two aspects: 1) epistemological aspects and 2) historical aspects. The context units refer to the epistemological aspects of the controversies (UC1), the aspects of the content of the extinction of the dinosaurs (UC2) and the aspects of the content of the industrial melanism (UC3). We observed that, although some authors present controversial themes, the content of evolution tends to be described in an agglomerated and often historically out-of-context way, which can hinder the perception of evolutionary concepts and the development of critical thinking and biological knowledge.

**Key words:** Scientific controversies. Biological evolution. High school Textbooks. Dinosaur extinction. Industrial Melanism.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Panorama geral das unidades de contexto e de registro .....	73
<b>Quadro 2</b> – Panorama geral das unidades de contexto e unidades de registro com os respectivos livros .....	94

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Lista dos livros do terceiro ano do ensino médio de biologia .....	66
<b>Tabela 2</b> – Relação dos capítulos referentes a unidade de evolução nos livros didáticos.....	67

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Gráfico do número de páginas referente ao conteúdo de Evolução e o número total de páginas dos Livros Didáticos .....75
- Figura 2** – Gráfico referente aos temas controversos presente na unidade de Evolução nos Livros Didáticos .....76

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
PIBID	Programa Institucional de Iniciação à Docência
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
HFC	História e Filosofia da Ciência
UC	Unidade de Contexto
UR	Unidade de Registro

## SUMÁRIO

	<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>ASPECTOS GERAIS DO LIVRO DIDÁTICO E DA TEMÁTICA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA.....</b>	<b>20</b>
2.1	As Políticas Públicas do Livro Didático no Brasil.....	20
2.2	As Pesquisas com a Temática Evolução Biológica nos Livros Didáticos.....	26
2.3	A História e a Filosofia da Ciência e a Temática Evolução Biológica .....	31
<b>3</b>	<b>CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS .....</b>	<b>38</b>
3.1	Aspectos das Controvérsias Científicas .....	38
3.2	Controvérsias no Âmbito do Ensino de Ciências.....	43
<b>4</b>	<b>ENSINO DE BIOLOGIA E O ENSINO DE EVOLUÇÃO .....</b>	<b>48</b>
4.1	Extinção dos Dinossauros .....	55
4.2	Melanismo Industrial.....	59
<b>5</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>65</b>
5.1	Pré-Análise .....	66
5.2	Exploração do Material .....	68
5.3	Tratamento dos Resultados.....	69
5.4	Unidades de Contexto e de Registro.....	69
5.4.1	Uc1: Unidade de Contexto de Aspectos Epistemológicos .....	69
5.4.2	Uc2: Unidade de Contexto do Conteúdo – Vertentes da Controvérsia Acerca da Extinção dos Dinossauros .....	71
5.4.3	Uc3: Unidade de Contexto do Conteúdo – Vertentes da Controvérsia Acerca do Melanismo Industrial.....	72
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>75</b>

6.1	Apresentação dos Dados das Partes 1 e 2 Por Meio das Unidades de Contexto e de Registro .....	94
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>100</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>105</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>118</b>
	ANEXO A – Referência dos dez livros didáticos de biologia do terceiro ano do ensino médio .....	119

## APRESENTAÇÃO

Durante a minha infância, uma das coisas que mais gostava de brincar era de ser professora. Fiz meus pais comprarem um quadro branco com várias canetas coloridas, e costumava enfileirar meus ursos de pelúcia e sobrava até para os meus animais de estimação. Como eu sempre gostei de falar pelos cotovelos, não era difícil criar diálogos com os meus “alunos”. Com o passar dos anos, fui deixando essa diversão de lado, mas foi a partir dela que enfrentei novos desafios, dentre eles, o de escolher uma profissão.

Biologia sempre foi minha paixão e, por isso, a área de atuação até que não foi tão difícil escolher. Entretanto, escolher de fato a profissão na hora da matrícula do vestibular não foi uma tarefa fácil. Ao resgatar essa lembrança da minha infância, as boas experiências que tive com os meus professores(as) de ciência e biologia durante o período escolar fizeram-me tomar uma decisão, e sem pensar muito no que essa profissão teria a me oferecer depois de formada, inscrevi-me no vestibular e passei. A partir disso, tudo e ao mesmo tempo nada estava definido. Logo começaram os questionamentos: “Mas você quer ser professora?”. Eu sempre tentava explicar que ser biólogo vai muito além disso, esquivando-me desse rótulo de ser professora. Acredito que a sociedade ajuda a construir uma ideia errada dessa profissão, desmerecendo assim o profissional. De tal modo, eu me vi perdida no meio da graduação, anulando então a possibilidade de ser professora, por conta de alguns problemas que a profissão carrega, tais como desvalorização, desqualificação e desrespeito. Foi um longo caminho até que eu conseguisse entender que nada pode definir o queremos, e que o professor é alguém capaz de mudar a visão das pessoas sobre o mundo e sobre si mesmas.

Por um momento, a graduação me dividiu entre a Licenciatura e o Bacharelado. Fiz estágios em laboratórios e participei do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência). Durante o Programa pude descobrir uma paixão que estava sendo anulada em mim – a paixão pela docência –, e mesmo assim, ao final da graduação, vi-me confusa sem saber ao certo em que direção seguir.

No ano de 2017, inscrevi-me em duas especializações, uma em Ensino de Ciências Biológicas e a outra em Genética Aplicada. Foi então que, no meio da especialização, decidi continuar pelo caminho da docência, pesquisei sobre o

mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática e sobre os grupos de pesquisas. Nesse contexto, decidi participar do grupo GPEEC (Grupo de Pesquisa em Ensino e Epistemologia da Ciência) e fui aluna especial em uma disciplina do mestrado, percebendo assim que estava no caminho certo. Entretanto, de alguma forma não queria deixar a genética de lado, buscando aplicar as coisas que aprendi convivendo em laboratórios e os conhecimentos científicos adquiridos até então. Logo, as monografias que foram desenvolvidas ao longo das minhas especializações foram voltadas para o assunto “evolução biológica”. Em uma delas, procurei entender qual era o desafio encontrado por professores de biologia ao ensinar evolução biológica na escola, e na outra, analisar como o conteúdo de evolução biológica está presente em alguns livros didáticos.

Foi uma experiência muito gratificante e com bons resultados. Por isso, quando entrei no mestrado, tinha a certeza de que queria dar continuidade nesses trabalhos. Depois de analisar os problemas relatados pelos professores e de verificar como o conteúdo de evolução é, por muitas vezes, pouco explorado no livro didático, eu precisava fazer alguma coisa com essa informação. Então, decidimos – minha orientadora e eu – por discutir as controvérsias científicas apresentadas em livros didáticos do Ensino Médio, nas unidades de evolução biológica.

O conhecimento das pesquisas em Biologia é constituído por diversas controvérsias científicas, e os estudos em evolução biológica contém parte delas. Com isso, decidimos então delimitar controvérsias científicas para serem analisadas nos livros didáticos de Biologia do Terceiro ano do Ensino Médio. Mas como chegamos nessa delimitação? Primeiramente, decidimos que seriam analisados os livros didáticos do Terceiro ano do Ensino Médio que foram aprovados pelo PNLD 2018. Depois de conseguir os exemplares dos livros, foram analisadas todas as unidades referentes à evolução biológica no livro de Biologia e elencadas as controvérsias científicas encontradas em cada livro. Após esse levantamento inicial, foram selecionadas as duas controvérsias que mais estavam presentes nas unidades referente ao conteúdo de evolução biológica, dando assim início à pesquisa.

## 1 INTRODUÇÃO

Considerando a evolução biológica o eixo central da Biologia e as controvérsias científicas como temática pouco abordada nos livros didáticos, justifica-se a delimitação do tema de pesquisa do estudo desenvolvido. As discussões referentes à extinção dos dinossauros e ao melanismo industrial são ricas em controvérsias, evidenciando o papel delas na construção do conhecimento científico. Alguns aspectos estão envolvidos no desenvolvimento da ciência, na maioria das vezes sendo o consenso um deles. Podemos citar, também, a influência do contexto social, cultural, político, evidenciando a não neutralidade da ciência e do pensamento científico, isto é, nenhuma ideia científica ou cientista estão isentos de influências. Pelo contrário, as concepções, as questões da época, o local em que vivem e as influências que sofrem podem desempenhar um papel importante na aceitação, rejeição e desenvolvimento das ideias da ciência.

A História e a Filosofia da Ciência têm um papel fundamental na compreensão do processo de construção do conhecimento científico. A partir de debates e controvérsias ocorreram diversos episódios históricos, os quais traçaram um caminho não linear da ciência. Para um melhor desenvolvimento do conhecimento, é necessário que a ciência se volte para si mesma, garantindo a prática de se desmitificar. Cesar Lattes afirma que a “História é a mais importante das Ciências [...] sei que sem história não há realidade objetiva” (SOUZA-BARROS; NUSSENZVEIG; VIEIRA, 1995, p. 21).

Marcelo Dascal (1994) afirma que a ciência se constitui como uma sequência de controvérsias. Logo, é fundamental compreender a natureza do conhecimento científico, entendendo que a ciência se realiza por conflitos e que as controvérsias científicas são o contexto dialógico natural, no qual as teorias são elaboradas, sofrendo influências políticas e/ou culturais. Uma abordagem das controvérsias, mesmo que em uma perspectiva mais interna, pode ajudar a problematizar ideias de neutralidade, objetividade e imutabilidade dos conhecimentos científicos, tão presentes nas concepções de estudantes acerca de conhecimentos técnicos e científicos (CASTELFRANCHI, 2002).

As controvérsias científicas podem nos levar a reexaminar as hipóteses e metodologias de episódios e processos científicos que ocorreram na História das Ciências. Com isso, a discussão dos historiadores da ciência sobre as informações

que podem ser tiradas das fontes e as reflexões que já foram efetuadas a respeito de textos e suas narrações podem conduzir a novas abordagens de temas. A análise da ciência por filósofos, sociólogos e historiadores tem sido dominada por disputas e discussões sobre mudança e desenvolvimento de teorias. Em muitos aspectos, essas disputas lançaram uma grande luz sobre a maneira pela qual as ideias científicas evoluem. Controvérsias caracterizam mudanças intelectuais e desenvolvimentos dentro e sobre a ciência (LEITE, 2014).

No ensino de Ciências e Biologia, o livro didático configura-se como um recurso fundamental, assim como observado em outras áreas de ensino, sendo muitas vezes, o único material de apoio didático disponível para alunos e professores nas escolas (BRASIL, 1998). Aqui, convém ressaltar que os livros didáticos de Biologia possuem uma função que os difere dos demais, pois abordam “[...] a aplicação do método científico, estimulando a análise de fenômenos, o teste de hipóteses e a formulação de conclusões” (VASCONCELOS; SOUTO, 2003, p. 93). Além disso, “[...] deve ser um instrumento capaz de promover a reflexão sobre os múltiplos aspectos da realidade e estimular a capacidade investigativa do aluno para que ele assuma a condição de agente na construção do seu conhecimento” (VASCONCELOS; SOUTO, 2003, p. 94).

O livro didático é amplamente utilizado na educação básica como material de apoio para professores e alunos, considerado por Lopes e Vasconcelos (2012) como um dos principais componentes do processo de ensino e de aprendizagem. Sendo o recurso mais utilizado, o livro didático acaba sendo uma das principais fontes de divulgação científica no ambiente escolar. Assim, acredita-se que seja relevante desenvolver pesquisas que tenham como foco o livro didático, uma vez que esses manuais desempenham a função de mediar os conceitos científicos (ORTIZ; SILVA, 2018).

A importância que os livros didáticos possuem em relação ao processo de aquisição do conhecimento tem ecoado nas produções acadêmicas e científicas. Há mais de três décadas, pesquisadores das diversas áreas de ensino têm voltado sua atenção para os manuais didáticos e, por meio de suas pesquisas, vêm analisando a forma de exposição de conceitos, imagens, denunciando deficiências, indicando soluções e se propondo a entender como os conteúdos estão vinculados aos professores e alunos (FRACALANZA, 2009).

De acordo com Mantovani (2009), existem vários problemas encontrados nos materiais didáticos, inclusive nos livros de Biologia do Ensino Médio, destacando entre eles a desatualização e alguns problemas metodológicos. O que torna relevante a necessidade de analisar este tipo de material didático, principalmente conteúdos como a biologia evolutiva, é o fato deste ser considerado um tema polêmico, que envolve conceitos científicos que podem entrar em confronto com ideias religiosas (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2015).

O conteúdo de evolução biológica norteia algumas controvérsias científicas que, quando não são discutidas adequadamente, acabam comprometendo o processo de ensino. As pesquisas nos últimos 30 anos demonstram que as dificuldades no processo de ensino e de aprendizagem da evolução biológica atingem praticamente todos os níveis da educação: estudantes do Ensino Médio, estudantes universitários e professores de Ciências (DEMASTES; SETTLAGE; GOOD, 1995; BISHOP; ANDERSON, 1990; NEHM; SCHONFELD, 2008).

Uma maneira de diminuir essa dificuldade é argumentada por Bizzo (1991), o qual acredita que uma unificação dos diferentes conteúdos ensinados em Biologia e o ensino numa perspectiva evolutiva são importantes para uma aproximação mais contextualizada entre conhecimento científico e conhecimento escolar. O autor adverte ainda que equívocos sobre a evolução e a teoria evolutiva refletem “uma sequência sucessiva de reinterpretações que envolvem valores e crenças socioculturais, logo, fatores extra científicos” (BIZZO, 1991, p. 537).

Contudo, apesar dos esforços empregados pelo Ministério da Educação para assegurar a qualidade dos livros didáticos por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) criado em 1985, e da melhora progressiva que vem ocorrendo nessas obras didáticas por meio das avaliações a que são submetidas, esse recurso pedagógico ainda apresenta inadequações relacionadas ao conteúdo, às ilustrações, uma disposição linear de informações, a fragmentação do conhecimento e a falta de contextualização da ciência (SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2011).

O Programa Nacional do Livro Didático de 2018 aprovou dez livros didáticos das seguintes editoras: SM; Moderna; Saraiva; AJS; Ática; Quinteto; FTD; IBEP, sendo que as editoras Saraiva e Moderna possuem dois livros cada. Ao compreender a importância da temática “evolução biológica” e do livro didático como um recurso central nas aulas de Biologia, chegamos às seguintes questões de pesquisa: o conteúdo de evolução biológica nos livros didáticos de Biologia do Terceiro ano do

Ensino Médio apresentam discussões a respeito das controvérsias da extinção dos dinossauros e do melanismo? Se presentes, essas discussões permitem questionamentos acerca das controvérsias científicas e seu papel na construção do conhecimento científico?

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar e analisar a presença de controvérsias científicas relativas ao tema evolução biológica em livros didáticos de Biologia do Terceiro ano do Ensino Médio aprovados no PNLN de 2018, e apresenta como objetivo específico analisar os aspectos epistemológicos e históricos das controvérsias científicas referente à extinção dos dinossauros e ao melanismo industrial elencadas para a análise dos livros didáticos.

A dissertação está estruturada em sete capítulos, além de apresentação e anexo. O primeiro capítulo é referente a introdução. No segundo capítulo escrevemos a respeito do livro didático, das políticas públicas do material didático e um pouco sobre sua história, enfocando os processos avaliativos que o livro percorre até chegar nas escolas. Abordamos também o ensino de Biologia e as pesquisas com a temática “evolução biológica” presente nos livros didáticos.

O capítulo três é destinado à discussão das controvérsias científicas. São abordados aspectos gerais das controvérsias, definições etc. Abordamos o papel das controvérsias científicas no Ensino de Ciências e de Biologia, discutindo a importância de se utilizar as controvérsias científicas nas aulas para ensinar a respeito da Natureza da Ciência. Segundo Sander (2011), aquilo que é controverso na ciência deve ser apresentado, na sala de aula, como tal, para se evitar a doutrinação. Apresentamos nesse capítulo também a relevância da História e da Filosofia da Ciência (HFC) para o ensino de Ciências e Biologia.

No capítulo quatro argumentamos sobre o papel central da evolução biológica para o ensino de Biologia e enfatizamos a importância das controvérsias científicas para a educação. Ainda nesse capítulo, apresentamos como subseções as controvérsias científicas a respeito da extinção dos dinossauros e do melanismo industrial, e nelas são apresentados pontos de vistas distintos que são corroborados com trechos dos artigos originais.

No capítulo cinco apresentamos os procedimentos metodológicos. A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1994). Quanto aos procedimentos, a modalidade da pesquisa foi de cunho bibliográfico, já que foram utilizados livros didáticos como material de pesquisa. Foram selecionados os dez

livros didáticos aprovados pelo PNL D 2018 referente ao Terceiro ano do Ensino Médio de Biologia. Abordamos nesse capítulo como foi realizada a exploração do material, o tratamento dos resultados e traçamos um panorama das unidades de contexto e de registro.

No capítulo seis são apresentados os resultados e as discussões do trabalho. Após, encontram-se as considerações finais, referente ao capítulo sete que constitui as reflexões e argumentações, procurando assim responder aos objetivos desta pesquisa.

## **2 ASPECTOS GERAIS DO LIVRO DIDÁTICO E DA TEMÁTICA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**

Neste capítulo inicialmente, apresentaremos os referenciais relevantes estruturando um breve histórico do livro didático no Brasil, o início da sua produção bem como as mudanças que esse material didático sofreu ao longo dos anos, e os documentos que orientavam e orientam a educação. Em seguida, é abordado também as pesquisas que utilizam a temática evolução biológica nos livros didáticos que dão subsídio para o instrumento de análise desta pesquisa. E por último, uma discussão da importância do uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino de Biologia.

### **2.1 AS POLÍTICAS PÚBLICAS DO LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL**

Em 1938 o livro didático entrou na pauta do governo, quando foi instituída por meio do Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38 a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), que estabelecia a primeira política de legislação para tratar da produção, do controle e da circulação dessas obras. Esta comissão possuía mais a função de controle político-ideológico do que propriamente uma função didática (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1989).

Após questionamentos a respeito da legitimidade desta comissão, em 1945 o Estado consolidou a legislação sobre as condições de produção, importação e utilização do livro didático. Em 1966 foi realizado um acordo entre o Ministério da Educação e Cultura (MEC) e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID) que permitiu a criação da Comissão do Livro Técnico e Livro Didático (COLTED). Esta comissão tinha como objetivo coordenar as ações referentes à produção, edição e distribuição do livro didático. Em 1971, com a extinção da COLTED e o término do convênio MEC/USAID, o Instituto Nacional do Livro (INL) passou a desenvolver o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), assumindo as atribuições administrativas e de gerenciamento dos recursos financeiros. Cinco anos depois, em 1976, o INL foi extinto e o governo iniciou a compra dos livros com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1989).

As mudanças continuaram e no ano de 1983 foi criada a Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), que incorporou vários programas de assistência do

governo. Surgiram então várias críticas, e dentre as denúncias estavam a não distribuição dos livros nos prazos estabelecidos, a pressão política das editoras e o autoritarismo na escolha dos livros. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) veio substituir o PLIDEF em 1985. Os livros escritos atualmente passam por um processo de avaliação pedagógica do PNLD, sendo que esse tipo de avaliação teve início em 1985 e passou por várias alterações significativas, como garantia do critério de escolha do livro pelos professores; reutilização do livro por outros alunos em anos posteriores; aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção e aquisição com recursos do governo federal, com o fim da participação financeira dos estados, com distribuição gratuita às escolas públicas (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1989).

No Brasil, o Ministério da Educação e Cultura (MEC), por meio do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), executa três programas que envolvem o livro didático, objetivando garantir a melhoria da qualidade do processo de ensino e da aprendizagem escolar: o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) e o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA).

Como consta no portal do MEC em tópico referente ao Programa Nacional do Livro Didático, o PNLD compreende um conjunto de ações voltadas para a distribuição de obras didáticas e literárias, destinados aos alunos e professores das escolas públicas de educação básica do País. O Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017, unificou as ações de aquisição e distribuição dos livros, contemplados pelo PNLD com o Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE), com nova nomenclatura, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), com o escopo ampliado para materiais de apoio como obras pedagógicas, *softwares*, jogos educacionais e materiais de formação e gestão escolar. As escolas participantes do PNLD recebem materiais de forma sistemática, regular e gratuita. Para receber os livros é necessário que a escola participe do Censo Escolar do INEP. O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) distribui os livros didáticos de acordo com projeções do censo escolar referente aos dois anos anteriores ao ano do programa (BRASIL, 2017a).

A partir da criação do PNLD e de sua fixação como programa de Estado aconteceram muitos progressos, tais como a criação de diretrizes para a avaliação dos livros; a minimização de erros conceituais; avanços na produção gráfica e visual;

e a atualização de conteúdos. Entretanto, ainda podemos encontrar alguns problemas nos livros didáticos, como por exemplo, enfoque descontextualizado dos conteúdos; a ênfase às atividades de memorização e sistematização de informações em detrimento de competências como resolução de problemas e formulação de hipóteses; a concentração do mercado nas mãos das grandes editoras; e a dificuldade de diálogo entre as áreas do conhecimento (BIZZO, 2000; CAIMI, 2014).

De acordo com Saab e Gimenez (1999), em 1998, dos 369 milhões de livros produzidos, 244 milhões referiram-se a livros didáticos, cujo segmento é o mais concentrado, ou seja, com o menor número de editoras (Ática, Scipione, FTD, Saraiva e Moderna). Em 2018, o número de exemplares produzidos sofreu uma queda de 11% em relação aos anos anteriores. Com o mercado atual as editoras deixaram de priorizar o lançamento de novos títulos e passaram a fazer a reimpressão em pequenas tiragens. Mas em relação ao número de exemplares vendidos, este número subiu em 12%, totalizando 149 milhões de reais. Em 2019, o governo federal comprou livros para os programas PNLD e PNLD Idade Certa, num total de 1,3 bilhão de reais (FIPE, 2019).

O guia digital do Programa Nacional do Livro Didático 2018 traz que todas as obras resenhadas são consideradas adequadas ao Ensino Médio no Brasil, pois apresentam os conteúdos centrais do componente curricular de Biologia de forma correta e atualizada. Além disso, afirma que é possível produzir um ensino de Biologia cada vez mais voltado para uma leitura crítica do mundo em que vivemos, selecionando e organizando os conhecimentos a serem ensinados de modo que contribuam para uma formação cidadã dos estudantes do Ensino Médio (BRASIL, 2017). As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) reafirmam esses princípios ao destacarem, no capítulo II, que seu objetivo é “a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores” (BRASIL, 2017).

A avaliação das obras didáticas de Biologia, inscritas no PNLD 2018, foram realizadas por meio da articulação entre critérios eliminatórios comuns a todas as áreas e critérios eliminatórios específicos tanto da área das Ciências da Natureza quanto da disciplina Biologia. Há alguns temas tradicionalmente abordados nos livros de Biologia cuja revisão está em plena discussão na comunidade científica. Assim, ao abordá-los nas aulas de Biologia, o professor pode explorar aspectos da produção

científica que extrapolam o ensino dos conceitos e teorias da área. Nesse contexto, ao utilizar certos materiais didáticos, que apresentem um conceito único e fechado, para além de um erro ou desatualização, pode ser entendido pelos professores como oportunidade para desmistificar e problematizar o livro didático, ressaltando a Biologia como ciência aberta e em revisão (BRASIL, 2015).

O livro didático seguia os conteúdos propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) até o ano de 2018, os PCN reconhecem que os temas mais importantes da Biologia dizem respeito à compreensão da vida na Terra, destacando as consequências da crescente tecnologia e da intervenção humana. Desse modo, foram propostos seis temas estruturadores. O sexto, trata da origem e evolução da vida, sendo que as orientações curriculares para o Ensino Médio consideram que:

[...] é importante assinalar que esse tema deve ser focado dentro de outros conteúdos, como a diversidade biológica ou o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos, por exemplo. A presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia (BRASIL, 2006a, p. 22).

De acordo com Cicillini (1993), os conteúdos sobre evolução biológica, apesar de presentes nas propostas curriculares e nos livros didáticos, quase não são trabalhados em sala de aula e, quando o são, aparecem apenas com um tópico a mais do programa. A autora ainda comenta que no sistema de ensino brasileiro a inclusão desses conteúdos geralmente se apresenta como um dos últimos tópicos do programa, podendo ser uma forma camuflada de evitar assuntos polêmicos (CICILLINI, 1993, p. 32).

Vale ressaltar que este trabalho foi desenvolvido no momento de transição da reformulação do Ensino Médio no Brasil, logo, os livros analisados foram aprovados antes da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) entrar em vigor, ou seja, em alguns momentos serão citadas as orientações propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), com o intuito de exemplificar os critérios utilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Entretanto, não podemos deixar de expor essa transição, com um olhar pautado no que a própria BNCC apresenta como suas reivindicações e mudanças para o ensino.

A Base Nacional Comum Curricular é um documento que define as aprendizagens que todos os alunos do Brasil devem desenvolver em cada etapa da Educação Básica. Conforme definido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), a Base deve nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino das Universidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil. Com isso a BNCC orienta não apenas a construção dos currículos, mas na elaboração e revisão das propostas pedagógicas, nas políticas para formação de professores, nos materiais didáticos e avaliações (BNCC, 2018).

As mudanças relacionadas ao processo de implementação da BNCC ocorreram a partir do ano de 2019 e tem como prazo final o ano de 2020, ao todo são sete etapas relacionadas a esse processo, referentes à estruturação da governança da implementação; estudo das referências; re(elaboração) curricular; formação continuada; revisão dos projetos pedagógicos; materiais didáticos e avaliação e acompanhamento de aprendizagem (BNCC..., 2018).

Mesmo que para o Ensino Médio não esteja previsto como componente curricular obrigatório a disciplina de Biologia. O ensino de evolução está presente na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, nas unidades temáticas relacionadas à Vida, Terra e Cosmos. Nessas unidades, propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida, do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente. Essas unidades ainda trazem a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia; sendo assim, a BNCC propõe discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (BRASIL, 2017a).

Então, podemos questionar se a mudança que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz permitirá que o livro didático se torne um aliado no ensino e na aprendizagem do ensino de evolução? Já que a proposta da Base é um ensino pautado no conhecimento científico e no pensamento crítico do aluno. Com isso, passamos a refletir como será a implementação da estrutura da BNCC tanto nas escolas como nas novas diretrizes para os livros didáticos, uma vez que o ensino de

evolução nada mais é do que esse olhar para a ciência, é entender que a Natureza da Ciência pauta todo o conhecimento biológico e que a evolução é o eixo integrador de toda a Biologia. Como já dizia Dobzhansky (1973), “nada em biologia faz sentido exceto à luz da evolução”.

Logo, o livro didático continuará sendo importante nesse processo de mudança da educação brasileira proposto pela BNCC, pois, até o momento, o PNLD é feito em função dos PCNs e partir de agora este processo está em transição, sendo que o modo de elaboração e escolha do livro didático será permeado pela BNCC, documento esse que orienta atualmente a educação. Pela proposta da Base, o livro passaria a abordar o conteúdo de forma menos enciclopédica, deixando de ser um conteúdo a ser memorizado. Atualmente, as discussões sobre a adequação dos livros didáticos e dos sistemas de ensino à Base Nacional Comum Curricular trazem que o livro precisa ser um instrumento de estímulo à mente do aluno, que ajude a visualizar o mundo, e que tenha clareza na escrita. Com isso, é proposto que os livros passem por uma adaptabilidade, flexibilidade e conexões dos conteúdos, considerando para isso a mobilização das competências e habilidades (CERICATO, 2018).

Além dos Parâmetros Curriculares Nacionais a Base também defende uma visão contextualizada da ciência, a contextualização histórica proposta pela Base, assim como os PCN não se ocupa apenas de fazer menção a nomes de cientistas e datas da História da Ciência, mas também de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (BRASIL, 2017b). Em relação à contextualização histórica, propõe-se, por exemplo, a comparação de explicações científicas propostas em diferentes épocas e culturas e o reconhecimento dos limites explicativos das ciências, criando oportunidades para os estudantes compreendam a dinâmica da construção do conhecimento científico (COELHO, 2019).

Essa contextualização proposta pode ser suprida pelo enfoque histórico-filosófico da Ciência no ensino de Biologia, que envolve a oportunidade de implementar uma discussão sobre controvérsias científicas, já que, segundo McMullin (1987) esta precisa ser pautada por distintas explicações científicas e perdurar por diferentes épocas, o que em outras palavras representa uma discussão que envolve a comunidade científica.

## 2.2 AS PESQUISAS COM A TEMÁTICA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS

Por algum tempo o livro didático esteve relacionado apenas como uma produção cultural, entretanto, nas últimas décadas, as pesquisas envolvendo a análise dos livros didáticos se expandiram, como veremos ao longo deste capítulo. Para definir o livro didático, usamos a explicação que enuncia este como sendo qualquer livro, em qualquer suporte – impresso em papel, gravado em mídia eletrônica – produzido explicitamente para ser utilizado para fins didáticos (LIVRES, 2005).

O livro didático possui uma função relevante no espaço escolar, tendo em vista que atua como mediador na construção do conhecimento. O livro didático exige atenção para refletir e compreender a mensagem exposta por ele, sua leitura é uma ferramenta essencial à aprendizagem e favorece o desenvolvimento de atitude crítica que leva o aluno a perceber o sujeito presente nos textos e, ainda, tomar uma atitude responsiva diante deles. A preocupação em pesquisá-lo leva em conta o fato de que o material didático é importante na formação do aluno, sendo assim um dos instrumentos de aprendizagem mais utilizados, e em muitos casos, o único utilizado em sala de aula (LOPES, 2008).

Segundo afirma Pereira (2004), o material didático – em especial o livro – é um instrumento importante para o trabalho do professor, tendo papel significativo no processo de ensino e de aprendizagem. Dentre os professores, existem tanto os que têm nele seu único material de trabalho quanto os que o utilizam apenas como apoio às suas aulas nas atividades escolares, mas, mesmo assim, não chegam a renunciá-lo.

Lopes (1999) argumenta que o conhecimento escolar não é produto unicamente da simples seleção de conteúdos oriunda de qualquer que seja a sua referência científica e social, mas sim produto de um processo de reorganização, reestruturação e ressignificação dos saberes, de forma a torná-lo mais acessível à população escolar. Ao analisar livros didáticos é possível perceber a existência de falhas na sua composição, às vezes na forma de apresentação dos conteúdos, nas atividades propostas, no desenvolvimento dos conceitos, ou ainda, na inadequação à realidade local. Neste contexto, a análise crítica dos livros didáticos utilizados em aulas de Biologia mostra-se importante.

Segundo Martins (2006), o livro didático possui notoriedade indiscutível no cenário da educação no Brasil, tendo forte relação com as práticas constitutivas da

escola e do ensino escolar. Tal importância é confirmada pelo autor ao argumentar que:

[...] pelo debate da sua função na democratização de saberes socialmente legitimados e relacionados a diferentes campos de conhecimento, pela polêmica acerca do seu papel como estruturador da atividade docente, pelos interesses econômicos em torno da sua produção e comercialização, e pelos investimentos de governos em programas de avaliação (MARTINS, 2006, p.118).

Apesar de toda importância que o livro didático possui no contexto escolar, faz apenas quarenta anos, segundo Choppin (2004), que o interesse de pesquisadores por esse objeto de estudo aumentou. Para o mesmo autor, a análise científica dos conteúdos do livro didático é marcada por duas grandes tendências: a primeira refere-se à crítica ideológica e cultural dos livros didáticos; a segunda diz respeito a uma perspectiva epistemológica ou propriamente didática. Essas duas abordagens, indissociáveis, mas infelizmente quase sempre tratadas de maneira independente e excludente, tomaram-se objetos de estudo. Com a constituição dos estados nacionais e com o desenvolvimento, nesse contexto, dos principais sistemas educativos, o livro didático se afirmou como um dos vetores essenciais da língua, da cultura e dos valores e, nesse sentido, assume um importante papel político. Essa função então ideológica e cultural tende a aculturar e, em certos casos, a doutrinar.

É interessante que se possa produzir um ensino de Biologia cada vez mais voltado para uma leitura crítica do mundo em que vivemos, pautada no estudo da Natureza da Ciência. A Natureza da Ciência é entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas. A compreensão da Natureza da Ciência é considerada um dos preceitos fundamentais para a formação de alunos e professores mais críticos e integrados ao mundo em que vivem (MOURA, 2014).

Dada a crescente importância da Natureza da Ciência no currículo, pode-se considerar valioso usar a História da Ciência como ocasião para ensinar mais do que conteúdo. Os professores podem tentar retratar a dimensão humana da ciência, transmitida em peculiaridades de personalidade, fraquezas ou lutas de vida. Ou seja,

na prática atual de ensino, fragmentos da história geralmente funcionam para ensinar a Natureza da Ciência. Nesse sentido, como a história pode informar o ensino de Ciências, especialmente sobre a Natureza da Ciência? (ALLCHIN, 2013).

Um papel da história foi ocupado por Thomas Kuhn na abertura de seu livro de 1962, *The structure of scientific revolutions*. Kuhn imaginou a história como uma porta de entrada para a compreensão da Natureza da Ciência. Além disso, ele afirmou que o conhecimento histórico poderia produzir uma “transformação decisiva”: perspectivas diferentes das crenças populares. Para conseguir isso, era preciso primeiro deixar de lado a caricatura da história como mera cronologia: uma cascata de nomes e datas. Ao aprofundar as descobertas e outros episódios do passado, era possível articular como a ciência funcionava. Pode-se entender a ciência em ação, seus processos, seu caráter. Se alguém buscasse uma “ciência da ciência”, a história seria o dado essencial (ALLCHIN, 2013).

A análise de Kuhn inspirou uma transformação dramática na época, guiando muitos filósofos para o estudo da História da Ciência. Nas décadas que se seguiram, o foco na história se expandiu para a sociologia da ciência, depois para estudos culturais, etc. Agora conhecida como Estudos de Ciências, a Natureza da Ciência torna-se um recurso valioso para o professor, onde é possível explorar oportunidades de utilizar a história e os estudos de caso como uma ferramenta mais eficaz (ALLCHIN, 2013).

Allchin (2013) apresenta nove maneiras pelas quais a história pode beneficiar o professor de Ciências: 1) Contextualizando e motivando a ciência; 2) Esclarecendo conceitos; 3) Revelando equívocos; 4) Celebrando conquistas; 5) Promovendo carreiras científicas; 6) Desenvolvendo habilidades de inquérito; 7) Discutindo o perfil da natureza da ciência; 8) Destacando a ciência como social e 9) Retratando os contextos culturais da ciência. Ainda segundo Allchin (2013), a história é uma ferramenta potencialmente valiosa para o aprendizado de ciência, e com as maneiras que descreve em seu livro, os professores teriam uma ferramenta para aprender a usar a história adequadamente, para não enfrentar desafios, como uma espécie de guia do usuário para história.

Certamente, poucos professores de Ciências possuem tempo integral para estudar a História da Ciência. Sabemos que essa problemática não deve envolver somente o papel do professor, mas também o papel do livro didático, visto que este é o principal material utilizado para desenvolver tal trabalho, e nossa atenção está

voltada para a estrutura desse material didático. Por isso, daremos continuidade no capítulo apresentando as pesquisas referentes ao conteúdo de Biologia e evolução no livro didático.

A abordagem do tema “evolução biológica” nos livros didáticos de Biologia no Brasil iniciou-se a partir de 1930, sendo que, nesse período, o tópico evolução era tratado nos capítulos referentes à Paleontologia, no estudo dos fósseis ou no de hereditariedade (ALMEIDA; FALCÃO, 2005). A evolução é fundamental para o pensamento biológico moderno. Cada ramo da biologia moderna está enraizado na perspectiva evolucionária do mundo orgânico, e explicar as causas evolutivas requer uma compreensão abrangente da evolução biológica e das teorias associadas a ela.

Entretanto, Tidon e Lewontin (2004) alertam para as dificuldades de uma compreensão aceitável a respeito das causas que fundamentam a Biologia Evolutiva, como, por exemplo, a descontextualização e a fragmentação de conceitos ligados à evolução e as demais áreas da Biologia, problemas conceituais nos livros didáticos, problemas na formação de professores, entre outros (TIDON; LEWONTIN, 2004).

Os livros didáticos podem desempenhar um papel ainda mais central como autoridades em tópicos polêmicos como a Evolução, fazendo com que os professores recorram a eles como forma de assegurar a legitimidade do que estão ensinando (GOLDSTON; KYZER, 2009). Dessa forma, De Deo e Duarte (2004) afirmam que deve haver reflexões sobre a prática pedagógica e as limitações do livro didático. Assim, o professor será capaz de lidar com um livro ruim e torná-lo uma ótima ferramenta de ensino, pois, se isso não acontece, alunos e professores se alienam.

Em 1960, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC) optou por adaptar dois projetos curriculares desenvolvidos nos Estados Unidos pelo *Biological Science Curriculum Studies* (BSCS), destinados às escolas de Ensino Médio: a “Versão Azul”, que considerava os processos biológicos a partir do nível molecular, em seguida, a chamada “Versão Verde” cujo foco era de populações e comunidade. “Esses projetos tiveram ampla difusão e influenciaram profundamente o ensino atual de Biologia” (KRASILCHICK, 2004, p. 15).

Na “Versão Azul”, encontra-se pela primeira vez a comparação teórica lamarckismo x darwinismo, sendo a teoria lamarckiana rebaixada a uma mera hipótese por não ter base experimental. “É esta visão distorcida e superficial da história que vai perpetuar-se na maior parte dos livros didáticos de Biologia e nas práticas pedagógicas dos professores da área, até a atualidade” (ALMEIDA; FALCÃO,

2010, p. 661). Ao investigarem a forma como as teorias de Lamarck e Darwin são apresentadas nos livros didáticos de Biologia, os autores concluíram que estas estão geralmente colocadas no final do livro e, frequentemente, logo após o conteúdo de genética. Tal revelação já foi citada anteriormente pelos autores Ciccilini (1993) e Tidon e Lewontin (2004).

É indispensável que a evolução biológica apresentada no livro didático desempenhe o papel organizador da Biologia e ofereça subsídios para a compreensão das ideias evolucionistas por meio de conteúdos contextualizados que favoreçam a elaboração do pensamento científico. Os Parâmetros Curriculares Nacionais sugerem uma articulação de conteúdos no eixo Ecologia-Evolução que deve ser tratado historicamente, mostrando que distintos períodos e escolas de pensamento abrigaram diferentes ideias sobre o surgimento a evolução da vida na Terra. Importa relacioná-las ao momento histórico em que foram elaboradas, reconhecendo os limites de cada uma delas na explicação do fenômeno (ZAMBERLAN; SILVA, 2012).

A partir de uma análise referente ao conteúdo do Ensino Médio, Dalapicolla, Silva e Garcia (2015) argumentam que os livros didáticos não estão seguindo o que é proposto pelos PCNs. Os autores evidenciam que a abordagem da evolução nos livros didáticos é superficial e fragmentada. Segundo a pesquisa, a forma descritiva utilizada para a exposição dos conceitos evolutivos não auxilia na construção de uma visão evolutiva integrada. Os autores ainda apontaram que há diferenças significativas nas abordagens e na qualidade da exposição do conteúdo de evolução entre as coleções, ainda que todas tenham sido aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Dias e Bortolozzi (2009) em uma investigação baseada na importância de se avaliar o número de páginas dedicadas a um determinado assunto, contaram quantas páginas foram dedicadas à evolução nos materiais didáticos de Biologia analisados. Por meio de uma análise quanti-qualitativa de sete materiais didáticos, sendo quatro livros e três materiais apostilados de Biologia editados entre 2001 e 2006, os autores concluíram que a porcentagem de páginas destinadas ao assunto evolução biológica em todos os materiais analisados foi de aproximadamente 4,19%, comparado aos outros temas da Biologia. A representação do número de páginas da evolução dentro dos materiais didáticos, considerando a soma de todas as páginas destinadas à Biologia nos 7 materiais didáticos analisados, que totaliza 3.364 páginas, o assunto evolução ocupou apenas 141 páginas. O levantamento considerou todas as páginas

destinadas a este tema, inclusive as de exercícios e figuras, sendo excluídas as do glossário, bibliografia e gabaritos (DIAS; BORTOLOZZI, 2009).

Os autores argumentam que a opção por essa abordagem tem limitações, uma vez que não avalia especificamente a qualidade de cada material didático. No entanto, os dados levantados aqui contribuem para uma visão geral da ênfase e dos conteúdos que esses 7 materiais didáticos apresentam em relação à evolução dentro da Biologia e corrobora com a informação citada pelo MEC, que destaca: “alguns livros didáticos apresentam reducionismos grosseiros e transposições simplificadas da realidade, o que compromete o aprendizado do aluno” (DIAS; BORTOLOZZI, 2009).

Algumas pesquisas discutem as ideias equivocadas dos alunos a respeito da evolução biológica e alguns pesquisadores relacionam essa dificuldade com a distribuição do conteúdo no livro didático, tal como a pesquisa de Cachapuz *et al.* (2005) que afirmam que o Ensino de Ciências tem por objetivo possibilitar aos estudantes uma interpretação crítica do mundo a partir do desenvolvimento de uma maneira científica de pensar e de agir sobre distintas situações e realidade. Em seu trabalho, eles identificaram que alguns estudantes têm visões equivocadas sobre as ideias evolutivas, e disso decorre a importância de uma reflexão sobre a forma de apresentação desse assunto pelo professor e de uma adequação na apresentação desse conteúdo no livro didático.

### 2.3 A HISTÓRIA E A FILOSOFIA DA CIÊNCIA E A TEMÁTICA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Na literatura encontramos considerações a respeito da História da Ciência e seu uso no ensino, principalmente por se tratar de área interdisciplinar. Para Martins e Brito (2006), existem muitos estudos e propostas sobre essa questão, sendo que algumas sugerem maior utilização da História da Ciência em sala de aula, enquanto outras se preocupam mais com a qualidade do que com a quantidade, para que não ocorra uma “pseudo-história da ciência”. A preocupação em relação à seleção dos fatos históricos é extremamente importante, para evitar que aconteça ideia falsa sobre a Natureza da Ciência, ou melhor, para que a ciência não ocorra de forma isolada de outras atividades do seu contexto (ZAMBERLAN, 2008).

Para que o aluno consiga desenvolver um pensamento crítico, é preciso desenvolver uma leitura que permita uma reflexão, na qual possa construir um pensamento contextualizado acerca do conhecimento biológico e científico. Por isso,

destacamos a importância da inserção da História e da Filosofia da Ciência no ensino de Biologia. A História da Ciência é fundamental para mostrar o processo gradativo e lento do conhecimento científico, e pode ser utilizada pelo professor como uma ferramenta didática, contribuindo e facilitando a aprendizagem, deixando o ensino mais interessante e permitindo que os alunos tenham uma visão mais crítica da Natureza da Ciência, suas limitações e seus métodos. É possível mostrar que a ciência muda ao longo do tempo e que tudo é realizado por pessoas que cometem erros, sendo possível esclarecer concepções errôneas da história, as quais muitas vezes são perpetuadas (MARKO, PATACA, 2019).

Uma abordagem histórica e filosófica da Ciência poderá contribuir para melhor compreensão do conceito de evolução biológica. No que diz respeito à História, a demonstração por meio de acontecimentos históricos, que objetiva as concepções aceitas atualmente, ocorridas por meio de um processo lento de desenvolvimento de conceitos, pode facilitar a aprendizagem do conteúdo científico durante o trabalho do professor (ZAMBERLAN, 2008).

Segundo Martins (1998), a História da Ciência pode ser utilizada como ferramenta didática favorável, para tornar a instrução mais interessante e contribuir para sua aprendizagem.

Este tipo de estudo pode contribuir para a formação de uma visão mais adequada acerca da construção do pensamento científico, das contribuições dos cientistas e da própria prática científica; permite que se conheça o processo de formação de conceitos, teorias, modelos etc. Além disso, pode auxiliar o ensino da própria ciência, tornando-a não apenas mais atraente, mas principalmente mais acessível para o aluno, possibilitando uma melhor compreensão de conceitos modelos e teorias atuais (MARTINS; BRITO, 2006, p. 245).

Por meio da História da Biologia é possível evidenciar que a preocupação de Darwin não era exclusiva com relação à descendência humana e que não surgiu apenas uma teoria da evolução, mas sim um conjunto de teorias. Logo, o estudo de forma adequada de alguns episódios históricos pode reduzir o desenvolvimento dessas concepções simples, sem fundamentação teórico-metodológica e consenso acadêmico, sobre a Natureza da Ciência e sua relação com o contexto social (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003).

Martins (2006) argumenta que quando um episódio histórico é estudado adequadamente fica mais fácil desmistificar uma concepção ingênua do trabalho do

cientista. Do mesmo modo, é possível compreender que a atividade científica é um processo muito complexo, que não segue uma fórmula, tal como uma receita de bolo.

Entretanto, quando algumas orientações não são consideradas, a História da Ciência pode se tornar um obstáculo, ao invés de auxiliar o ensino, como por exemplo, a redução da história a nomes e datas. Uma forma de trabalhar de maneira adequada a História e a Filosofia da Ciência é evitar a omissão das dificuldades encontradas e as propostas alternativas ocorridas durante o desenvolvimento da pesquisa científica (MARTINS, 1998).

Em um estudo analisando a inserção da História e da Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de evolução na visão de licenciandos em um minicurso ocorrido durante o Encontro de Biologia em uma Universidade Estadual do Paraná, Hidalgo *et al.* (2015) constataram que havia uma preocupação com os reducionismos oriundos de uma má interpretação dos conceitos e deformações históricas. As discussões sobre a HFC da evolução proporcionaram aos licenciandos um momento de reflexão sobre a própria prática, contribuindo assim para um ensino e aprendizagem reflexivo, crítico e integrativo, corroborando com o que Matthews (1995) chamou de humanização do ensino de Ciências. Por fim, constatou-se que o conteúdo apresentado pelo livro didático é considerado um problema no processo de ensino e de aprendizagem, por apresentar equívocos nas histórias da evolução, muitas vezes, dificultando a abordagem das controvérsias científicas (HIDALGO *et al.*, 2015).

Os livros didáticos de todos os níveis de ensino, quando apresentam os resultados científicos, geralmente destacam os efeitos alçados pela ciência, as teorias e os conceitos mais aceitos e as técnicas de análise mais utilizadas. Mas, para Martins (2006), outros aspectos da ciência também deveriam ser apresentados nos livros científicos didáticos, tais como o desenvolvimento das teorias e dos conceitos, a relação entre o desenvolvimento do pensamento científico e outros acontecimentos históricos ocorridos na mesma época (MARTINS, 2006).

Zamberlan (2008) afirma que de forma gradativa e por meio de muitas discussões, as ideias inicialmente apresentadas pelos cientistas vão sendo reformuladas e aperfeiçoadas. Para Alfonso-Goldfarb (2004), a História da Ciência proporciona em suas pesquisas discussões interessantes sobre os vários modelos de conhecimento, o que contribui para repensar o ensino em geral e, principalmente, a educação científica.

De acordo com Laudan (1977), a ciência tem por objetivo produzir teorias eficientes na resolução de problemas. As teorias também são desenvolvidas com o objetivo de evitar ou resolver problemas conceituais e atípicos. Para o autor, a compreensão do desenvolvimento científico deve ocorrer por meio das teorias gerais. Assim, propôs um modelo alternativo para explicar o progresso científico, e a teoria geral foi denominada tradição de pesquisa, definida por ele da seguinte forma: “[...] é um conjunto de suposições gerais acerca das entidades e processos de um domínio de estudo, e sobre os métodos apropriados que devem ser utilizados para a investigação dos problemas e construção de teorias neste domínio” (LAUDAN, 1977, p. 81).

Para Laudan (1977), a pesquisa histórica é capaz de identificar a tradição de pesquisa a qual uma determinada teoria pertence, concordando que o estudo do desenvolvimento científico deve ser feito por meio da historiografia da ciência. Laudan afirma que as teorias associadas a determinada tradição de pesquisa sofrem alterações ao longo do tempo, sem implicar necessariamente o surgimento de uma nova. Para ele, o que a caracteriza é o seu progresso científico (ZAMBERLAN, 2008).

Podemos dizer que a Filosofia da Ciência teve um desenvolvimento significativo no século XX, e isso pode ser confirmado com o surgimento de diferentes correntes a respeito do progresso científico ou avanço científico e pelo próprio papel da ciência (ZAMBERLAN, 2008). Conforme afirma Mayr (2008), o termo progresso científico significa o estabelecimento de novas teorias, menos vulneráveis à contestação. Para o autor, fatos são propostas empíricas (teorias) que têm sido repetidamente confirmadas e nunca refutadas (MAYR, 2008).

Há dois tipos principais de investigações em Filosofia da Ciência. A análise dos conceitos e das entidades existentes no mundo é chamada de ontologia, e significa o estudo do ser ou daquilo que existe. Por outro lado, a discussão de como a investigação científica funciona, quais os traços gerais de sua metodologia, e qual a relação entre teoria e realidade, recebe o nome de epistemologia, ou estudo do conhecimento (PESSOA JÚNIOR, 2017).

A relação recíproca entre a epistemologia e a ciência é de uma espécie notável. Elas são dependentes uma da outra. Albert Einstein (1949, p. 663) diz “epistemologia sem contato com a ciência torna-se um esquema vazio”. Apesar de reconhecer que a atividade de ciência normal não evolve muita filosofia, Kuhn (1962, p. 119) aponta uma ocasião especial em que os cientistas filosofam: “creio que é

sobretudo nos períodos de crises reconhecidas que os cientistas se voltam para a análise filosófica como um meio para resolver as charadas de sua área de estudos”. Essas crises enfocadas por Kuhn são aquelas que precedem uma grande revolução científica. Mas há outro tipo de crise, as controvérsias científicas (PESSOA JÚNIOR, 2017).

A visão de um método indubitável e infalível mostrou-se ultrapassada. O reconhecimento de que a ciência é influenciada por fatores históricos, pessoais, culturais, sociais, políticos e éticos, possibilita ver que ela não é um ideal puramente lógico e neutro, sendo, portanto, passível de controvérsias. Obras que impactaram a Filosofia da Ciência em meados do século passado, como as de Imre Lakatos e Thomas Kuhn, entre outros, com abordagens centradas na mudança teórica, progresso científico, programas de pesquisa e História da Ciência, tornam explícita a relevância de controvérsias das mais variadas naturezas (MACHAMER; PERA; BALTAS, 2000).

Assim, a filosofia entendida até então como normativa – que objetivava estabelecer as regras que deveriam reger qualquer atividade científica – passa a analisar fenômenos envolvidos em uma controvérsia, ajuda na compreensão de suas várias dimensões e reflete sobre as distintas ferramentas utilizadas em seu desenrolar e resolução. Os desacordos e a completa suspensão do consentimento não são mais considerados estranhos à ciência, mas sim essenciais a ela (MCMULLIN, 1987).

Lakatos afirma que a Filosofia da Ciência precisa conhecer a História da Ciência e vice-versa: “a Filosofia da Ciência sem História da Ciência é vazia, a História da Ciência sem Filosofia da Ciência é cega” (LAKATOS, 1978, p. 102). Essa visão foi defendida contra aqueles que viam a filosofia ocupando uma posição autônoma, como Hans Reichenbach (1938), que expressou esse ponto de vista em sua distinção clássica entre os contextos de descoberta e os contextos de justificativa da ciência. Para Reichenbach, a filosofia estava preocupada apenas com o contexto da justificativa, enquanto a história, a sociologia e a psicologia estão preocupadas com o contexto da descoberta (MATTHEWS, 2015).

A relação entre a História e a Filosofia da Ciência deve ser interativa. A Filosofia da Ciência faz parte do ensino de Ciências e a História da Ciência deve ser usada para ilustrar posições alcançadas na Filosofia da Ciência. Seria muito estranho uma exposição da Natureza da Ciência, da avaliação da teoria ou dos compromissos ontológicos da ciência que não mencionassem Galileu, Newton, Kepler, Lavoisier,

Darwin, Mendel, Mach ou Einstein e as controvérsias científicas que geravam (MATTHEWS, 2015).

Os estudantes com formação em ciências devem ter uma apreciação dos métodos científicos, sua diversidade e suas limitações. Esses devem ter uma noção de questões metodológicas, como a avaliação de teorias científicas, as controvérsias na ciência e a argumentação e debate científico envolvidos na resolução dessas controvérsias; eles também devem ter uma apreciação do papel inter-relacionado do experimento, da matemática e do compromisso filosófico e ideológico no desenvolvimento da ciência. Todos os estudantes devem ter algum conhecimento dos grandes episódios no desenvolvimento da ciência e, conseqüentemente, da cultura.

Zamberlan (2008) argumenta que atualmente diversas áreas de pesquisa na Biologia, tais como a paleontologia, a etologia e a genética do desenvolvimento, têm desenvolvido estudos que reforçam a importância da seleção natural como meio para explicar a evolução dos seres vivos. Existem provas que demonstram, por meio de exemplos atuais, a ação da seleção natural. Os mais conhecidos são: a resistência das pragas agrícolas aos inseticidas; a resistência de bactérias a antibióticos; o mimetismo; o gene da anemia falciforme e sua relação com a malária e, ainda, a evolução da resistência a drogas no vírus que causa a AIDS.

Claramente, todos esses objetivos para o ensino geral e o ensino de Ciência exigem a integração da História e da Filosofia no currículo de ciências das escolas e dos programas de formação de professores. Matthews (2015) argumenta que os bons professores de ciências e, de fato, de todas as disciplinas, precisam conhecer um pouco da História e da Filosofia da disciplina que estão ensinando e poder entusiasmar os alunos com essas dimensões da ciência.

Finalmente, é importante lembrar que a seleção natural é apenas uma entre tantas outras questões presentes nas Ciências Biológicas. À medida que cresce o desenvolvimento de pesquisas nessa área, nos mais variados campos, por exemplo, a ecologia, a etologia, a paleontologia e a genética do desenvolvimento, a compreensão da evolução biológica e de seus mecanismos vão se tornando mais claros. Nesse caso, concordamos com a maior parte da comunidade científica que considera a evolução biológica o eixo central e unificador da Biologia.

Como vimos, o livro didático esteve presente em praticamente todo o desenvolvimento escolar no Brasil. A articulação entre a produção didática e o nascimento do sistema educacional, estabelecido pelo estado, distingue o livro

didático dos demais. A importância deste na escola brasileira não pode ser negada. Para a maioria dos estudantes, os livros didáticos são os únicos que eles têm contato. Por outro lado, em função da complexidade e da heterogeneidade da formação docente em nosso país, o livro didático assume, ainda, papel fundamental no trabalho do professor.

Dada a importância do livro didático, é surpreendente os problemas encontrados em suas estruturas, em seus conteúdos, etc. As orientações curriculares para o Ensino Médio recomendam que a contextualização dos conteúdos biológicos seja com explicações evolutivas e ecológicas (BRASIL, 2006a). Apesar desta orientação, como observamos, diferentes pesquisas nos revelaram um panorama diferente na educação brasileira. A evolução não deve ser compreendida como uma teoria específica, mas sim como um princípio organizador da Biologia (ZAMBERLAN; SILVA, 2009).

A presença do pensamento evolutivo apenas ao final da educação básica acarreta uma baixa compreensão por parte dos estudantes, os quais muitas vezes interpretam os princípios evolutivos de forma equivocada. Um exemplo é a tendência de igualar a “evolução” com a ideia de “progresso”. É indispensável que a evolução biológica apresentada no livro didático desempenhe o papel organizador da Biologia e ofereça subsídios para a compreensão das ideias evolucionistas (FUTUYMA; MEAGHER, 1999; BELLINI, 2006).

Corroborando com esse papel organizador, o ensino vem se modificando ao longo do tempo, e algumas ferramentas de ensino têm sido constantes entre as pesquisas da área, destacando-se a inserção da História e da Filosofia da Ciência (HFC), que propõe essa integração do conhecimento, promovendo um ensino e aprendizagem contextualizados. Ensinar a partir da HFC está além da simples descrição da ciência, das teorias evolutivas e suas influências passadas. A utilização desta ferramenta pressupõe uma dinâmica de ensino em que o aluno se faça presente nas discussões e interpretações do conceito a ser estudado (HIDALDO *et al.*, 2015).

Considerando tal problemática na educação brasileira, justifica-se o presente trabalho que tem por objetivo analisar o livro didático do Terceiro ano do Ensino Médio, identificando a presença do conteúdo de evolução biológica, destacando as controvérsias científicas. A partir disso, no próximo capítulo daremos início a uma parte específica dos estudos da História e da Filosofia da Ciência, de grande importância para a delimitação deste trabalho, que são as controvérsias científicas.

### 3 CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS

Este capítulo está dividido em duas partes. Inicialmente, apresentaremos os referenciais teóricos que caracterizam controvérsias científicas bem como os aspectos relevantes que dão subsídio para o instrumento de análise desta pesquisa. Em seguida, apresentamos a relação das controvérsias como aspectos da História e Natureza da Ciência no âmbito das ciências e, também, para o Ensino de Ciências, buscando evidenciar a importância do trabalho proposto dentro do contexto de outras pesquisas na área.

#### 3.1 ASPECTOS DAS CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS

O uso da história é importante para expor as controvérsias científicas e salientar por meio de explicações mais consistente os caminhos que a ciência percorre em busca das explicações dos fenômenos. Desta maneira, o uso da História da Ciência configura-se como um bom instrumento para que os alunos adquiram a percepção do desenvolvimento científico.

Ao falarmos em controvérsias científicas estamos utilizando a definição ou conceito de McMullin (1987). Para esse pesquisador, uma controvérsia científica é “uma disputa conduzida publicamente e persistentemente mantida sobre uma questão de crença considerada significativa por um número de cientistas praticantes” (MCMULLIN, 1987, p. 51, *tradução nossa*). Ao discutir a aceitação das respostas de uma controvérsia pela comunidade científica, Pessoa Júnior (2017) esclarece que o encerramento de uma controvérsia pode se dar de cinco maneiras. São termos bastante significativos para esse trabalho e que serão melhor explicados ao longo do capítulo.

Até mesmo a definição de uma controvérsia é motivo de controvérsia. Segundo Velho e Velho (2002), para alguns autores, trata-se de uma discussão entre duas partes envolvidas sobre determinado assunto, na qual estão em jogo suas crenças e argumentações, o que situa a controvérsia em uma discussão mais cognitiva ou psicológica (VELHO; VELHO, 2002).

McMullin (1987) define controvérsia, como uma disputa conduzida publicamente e persistentemente mantida sobre uma questão de crença considerada significativa por um número de cientistas praticantes. Essa definição apresenta três

pontos importantes, sendo eles: (1) uma controvérsia científica é um evento que perdura por um período; (2) ela sinaliza o desejo dos participantes de demonstrar o fundamento de suas reivindicações “epistêmicas”; (3) nenhum desacordo, por mais intenso que seja, não pode adquirir o status de controvérsia se não houver um envolvimento ativo da comunidade científica (MCMULLIN, 1987).

Para Narasimhan (2001) uma controvérsia é uma disputa realizada publicamente e persistentemente mantida, que se refere a uma questão de convicção considerada significativa por um número de cientistas praticantes, o que corrobora com o conceito de McMullin (1987); porém, o pesquisador destaca três implicações para a definição de controvérsias científicas, sendo elas, o período de duração da controvérsia, o evento histórico relacionado, e, por fim, a análise histórica. A controvérsia desperta nos pesquisadores os bons fundamentos das suas alegações epistêmicas (NARASIMHAN, 2001, p. 299).

Os fatores que constituem uma controvérsia científica são classificados em duas categorias amplas, epistêmicas e não-epistêmicas. A categoria que abrange uma controvérsia científica epistêmica está relacionada a pressupostos teóricos, observações e interpretações; já a controvérsia não epistêmica envolve os traços do pesquisador, sua influência política, religiosa e cultural. A distinção entre fatores epistêmicos e não-epistêmicos é dependente do contexto. A relevância dada a eles, bem como o que é tomado como epistêmico ou não pelos estudiosos envolvidos muda com o tempo (BRANTE; ELZINGA, 1990).

Para Dascal (1994), o termo controvérsia significa um tipo de interação polêmica. O autor afirma que “nas controvérsias é onde se exerce a atividade crítica, se constitui dialogicamente o sentido das teorias, se produzem as mudanças e inovações, e se manifesta a racionalidade ou irracionalidade do empreendimento científico” (DASCAL, 1994, p. 78). Essas interações polêmicas pertencem a uma família de fenômenos chamados fenômenos discursivos dialógicos polêmicos. Essa família possui três ‘tipos’ de polêmicas: disputa, discussão e controvérsia (BULLA, 2016).

A disputa parece constituir-se de uma divergência bem definida e circunscrita, na qual o componente racional é deixado em segundo plano, uma vez que a tentativa é simplesmente confirmar aquilo que já se pensa. Esse tipo de conduta é prejudicial para o desenvolvimento da ciência, pois prejudica a revisão sucessiva de ideias e impossibilita um diálogo frutífero dentro da comunidade científica. Dascal (1994; 2005)

considera a disputa como um tipo de irracionalidade, pois em momento algum os contendentes aceitam que estão errados. Em decorrência do fato de que as disputas são geridas e geradas por diferenças de atitudes, sentimentos ou preferências, não há “soluções”, pois não há procedimentos mutuamente aceitos para resolvê-las ou decidi-las (DASCAL, 1994; 2005). Por outro lado, a discussão é considerada por Dascal como um tipo de racionalidade, a racionalidade rígida, onde “a raiz do problema é um erro relativo a algum conceito ou procedimento importante num campo bem definido” e circunscrito (DASCAL, 1994, p. 79). Ainda para o autor, as discussões permitem soluções, que consistem em corrigir o erro graças à aplicação de procedimentos aceitos no campo (como prova, repetição de experimentos etc.)” (DASCAL, 1994, p. 79).

Há, no entanto, segundo Dascal (2005), uma terceira alternativa para o papel das polêmicas na ciência. Para ele, a controvérsia ocupa uma posição intermediária entre a disputa e a discussão.

A controvérsia difere da disputa na medida em que cada participante não dá por estabelecido a priori que o adversário está errado e ele certo, abandonando assim a esperança de poder persuadi-lo racionalmente a mudar de ideia. Por outro lado, a controvérsia difere da discussão por não se restringir a divergências limitadas pela aceitação por ambos de um número considerável de pressupostos comuns, permitindo assim, pelo contrário, desacordos amplos e radicais (DASCAL, 2005, p. 6).

Dascal (1994, p. 77) defende a importância crucial da “descrição cuidadosa do processo histórico de evolução da ciência”, para que tenhamos uma compreensão mais correta da natureza da ciência na qual as controvérsias desempenham um papel decisivo. Dascal (2005) expõe a importância da crítica e das controvérsias para o desenvolvimento científico.

Costuma-se enfatizar o caráter cooperativo da construção coletiva do saber. Mas não menos importante que a cooperação – e talvez condição necessária de sua possibilidade – é o confronto crítico entre abordagens, projetos, metodologias, objetivos, disciplinas, teorias, e cientistas individuais ou grupos de cientistas. Sendo a crítica e a controvérsia o motor do progresso do saber científico (DASCAL, 2005, p. 1).

As controvérsias científicas podem envolver ou surgir de cada um dos fatores que as constituem: teorias, fatos, experimentos, valores epistêmicos, suposições filosóficas ou ontológicas de pensamento, compromissos ideológicos, ambiente social e afins; então, temos duas questões a serem abordadas. Primeiramente, as controvérsias são essenciais para a ciência? Obviamente, as controvérsias são necessárias para o desenvolvimento da ciência. Segundo, como as controvérsias científicas são resolvidas? Dizer que uma das partes ganhou sobre a outra em um debate é diferente de dizer que a controvérsia foi resolvida e que a reivindicação da parte vencedora deve ser considerada melhor (FRANCELIN, 2004).

Pessoa Júnior (2009) esclarece que o encerramento de uma controvérsia pode se dar de cinco maneiras: 1) por correção: argumentos são dados ou uma evidência é encontrada, justificando cientificamente que um dos lados da disputa é “correto”; 2) por consenso: a força de uma posição supera as outras, e chegam a um consenso, mesmo sem argumentos conclusivos (podendo ressurgir posteriormente); 3) por procedimento: um procedimento formal é adotado para encerrar a controvérsia, por exemplo, por votação ou decisão governamental; 4) por morte natural: a controvérsia irresoluta deixa de despertar interesse e é esquecida; 5) por negociação: uma solução minimamente satisfatória para as partes é obtida, sem que uma posição predomine totalmente.

Mesmo que Pessoa Júnior (2009) use o termo encerramento, é importante esclarecer que essa noção de encerramento deve ser discutida no sentido de que as respostas para uma controvérsia foram aceitas pela comunidade científica, mas que sempre permanecerão em um processo contínuo de validação. É interessante discutir essa noção de incerteza e de possibilidades da dúvida, pois pode ajudar os alunos no desenvolvimento da criticidade em relação ao processo de construção do conhecimento científico.

Um fato pode ser questionado quanto à sua existência, debatido quanto à sua inclusão no domínio das coisas a serem explicadas, ou questionado quanto à sua relevância em testar uma teoria. À medida que alguns campos científicos se desenvolvem, os experimentos tornam-se uma maneira de analisar os fatos, envolvendo técnicas de observação, instrumentação e projetos experimentais. Assim, todos os fatores que estão pressupostos ao assumir que um instrumento está funcionando adequadamente, que um dispositivo experimental e um projeto é apropriado e adequado, podem se tornar objeto de controvérsia. Por exemplo, havia

quem argumentasse que as manchas solares e os satélites de Júpiter não passavam de ilusões de ótica criadas pelo telescópio de Galileu (MACHAMER; PERAS; BALTAS, 2000).

Assad (2013) afirma que muitas das famosas controvérsias científicas persistem por um período substancial. O intervalo de tempo entre a primeira discussão pública para modificar o consenso e a adesão da comunidade a um novo consenso é medido em anos e até em décadas. O autor apresenta algumas controvérsias nas ciências, por exemplo, a resolução das questões levantadas por Copérnico levou um século; a proposta de Wegener sobre as moções dos continentes foi debatida durante cinquenta anos, a controvérsia do melanismo industrial teve sua conclusão após 56 anos, já o debate que envolve a extinção dos dinossauros perdura por quase 40 anos e sem uma conclusão efetiva (ASSAD, 2013).

É importante lembrar, que as controvérsias mostram o papel das atividades científicas na manutenção e ou modificação da nossa sociedade. Algumas decisões envolvem conhecimentos sobre ciência e tecnologia cotidianamente, por exemplo, ao aceitarmos uma medicação indicada por especialista, ao comprar um computador novo, ao utilizarmos métodos para prevenção de infecções sexualmente transmissíveis. Todas essas decisões podem ser vinculadas aos conhecimentos técnico-científicos que podem, também, ser alvo de controvérsias. (NELKIN, 1989; MARTIN; RICHARDS, 1995).

### 3.2 CONTROVÉRSIAS NO ÂMBITO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

Quando falamos de ciência quase sempre conseguimos relacionar as controvérsias científicas com as importantes mudanças na forma de analisar os fenômenos no decorrer dos anos. Com isso, aos poucos a visão da ciência como um método infalível e indubitável é ultrapassada. As controvérsias surgem de erros detectáveis e corrigíveis, e que podem expressar diferentes visões de mundo, fundamentações teóricas distintas e objetivos de pesquisa diversos. Como Karl Popper colocou, “a ciência é uma das poucas atividades humanas – talvez a única – na qual os erros são sistematicamente criticados e com bastante frequência, com o tempo, corrigidos” (POPPER, 1963, p. 281).

Em meados dos anos 1950, outra forma de olhar para a ciência veio à tona. Por meio dos trabalhos de autores como Stephen Toulmin, Paul Feyerabend, Thomas

Kuhn e outros, a História da Ciência e, subsequentemente, a sociologia e a retórica da ciência levaram ao reconhecimento de que fatores históricos, pessoais, culturais e sociais fazem parte da ciência (FERRADOR, 2018). Estes filósofos discutiram aspectos como a mudança de teoria, a existência de progresso científico e a construção social dos fatos etc. O reconhecimento de tais fatores tornou evidente que a própria constituição do conhecimento científico é, por si só, problemática e, portanto, um assunto provável para controvérsias (BULLA, 2016).

A pesquisa das controvérsias contribui para uma descrição correta da práxis da ciência. As controvérsias são indispensáveis para a formação, evolução e avaliação das teorias científicas, pois é a partir dessas controvérsias que se exerce a crítica, ou seja, permite melhorar e controlar seja a estruturação, seja o conteúdo empírico das teorias científicas (DASCAL, 1995). Mendelsohn (1987), um historiador da ciência, aponta que as controvérsias são fundamentais para a produção de conhecimentos nas ciências, e que o conflito é um resultado natural da estrutura do empreendimento científico.

É possível e fundamental examinar caso a caso como são as controvérsias na prática e o porquê de seguirem determinados caminhos. Os desacordos e a suspensão do consentimento não são mais considerados estranhos à ciência, mas sim essenciais a ela. Com isso, surgiram questões que ainda continuam a ser debatidas: o que são controvérsias científicas? Por que elas existem? Para ser considerado controvérsia, um desacordo deve: ser contínuo; ter argumentos e contra-argumentos; apresentar intercâmbios públicos, isto é, ser expresso por ambos os lados de forma escrita e oral, para que outros possam vir a julgar os seus méritos. Para além de termos, sinônimos e definições, a essência de uma controvérsia e sua distinção para o desenvolvimento científico é o que torna mais relevante a sua análise, discordâncias sobre conceitos, métodos, interpretações e aplicações são a força vital da ciência e um dos fatores mais produtivos da sua construção (MCMULLIN, 1987).

A fonte mais comum de controvérsia na ciência envolve a diferença teórica, isto é, quando duas ou mais teorias buscam explicar um mesmo fenômeno/problema. As controvérsias desse gênero podem contemplar discussões em torno de seus formalismos matemáticos, da natureza e da adequação de seus termos, dos seus efeitos tecnológicos e sociais, de suas questões de utilidade, valor e interesse. Efetivamente, essas controvérsias implicam em avaliação e escolhas teóricas (NARASIMHAN, 2001).

O início de uma controvérsia pode abranger também uma avaliação prévia da importância das questões levantadas e o papel que desempenham em um dado campo de conhecimento. As controvérsias sobre a extinção dos dinossauros e o melanismo industrial se enquadram fundamentalmente na classificação de controvérsia epistêmica, ou seja, envolvem uma discussão teórica e interpretações por parte dos cientistas. Nós defendemos aqui essas controvérsias, pois se enquadram na classificação de McMullin (1987), na qual as controvérsias científicas referentes à extinção dos dinossauros e ao melanismo industrial oportunizaram discussões por parte dos pesquisadores diante da comunidade científica e as alegações tornaram-se públicas perdurando por um determinado tempo.

Assad (2013) argumenta que as controvérsias são fundamentais para o desenvolvimento da ciência, em todos os campos do conhecimento. As controvérsias possuem uma temporalidade: o que é controvérsia em um determinado momento histórico deixa de ser controvérsia em outro. Uma das controvérsias mais marcantes da história da ciência envolve a origem do Universo, para a qual vários modelos já foram propostos. Por exemplo, durante 14 séculos acreditamos que a Terra era estática e que todos os demais astros giravam em torno dela. O homem era o centro de tudo.

Assad (2013) ainda afirma que nesse período, a Teoria Geocêntrica proposta por Ptolomeu dominou o mundo científico. Derrubar a teoria geocêntrica implicava não apenas em explicar os movimentos dos planetas, mas tirar o homem do centro do sistema e colocar o sol em seu lugar. Nicolau Copérnico e seus colaboradores fizeram parte desse processo ao propor a Teoria do Heliocentrismo. Mas Copérnico respeitava e temia as autoridades religiosas da época, sendo assim, em 1530, apresentou suas ideias na forma de hipóteses e somente dez anos depois autorizou sua publicação. A teoria do Heliocentrismo foi sucessivamente modificada (ASSAD, 2013).

As controvérsias são essenciais para a formação, o desenvolvimento e a avaliação de teorias e de métodos, bem como para a interpretação de dados. As controvérsias sempre fizeram parte da ciência; entretanto, não devem ser confundidas com disputas e farsas. As disputas muitas vezes são movidas por vaidades ou por interesses. Uma disputa quando levada ao extremo pode levar um ou mais protagonistas à construção de argumentos e dados falsos que caracterizam uma farsa (ASSAD, 2013).

Conhecer a História da Ciência e seus impactos sociais, corresponde ao papel do Ensino de Ciências, e corrobora no saber ciência como conteúdo científico, sendo uma condição necessária, mas às vezes não suficiente para saber sobre a ciência. Peduzzi e Raicik (2017) dizem que:

Controvérsias científicas são constituintes produtivos do processo de elaboração de conhecimentos. Elas explicitam pressupostos teóricos e metodológicos de seus protagonistas, estimulam a criatividade, ensejam novos experimentos, viabilizam a análise de um mesmo conceito ou experimento sob diferentes perspectivas, possibilitam ver que a relação entre uma teoria/concepção teórica e seus fundamentos experimentais nada tem de trivial (PEDUZZI; RAICIK, 2017, p. 39).

A questão das controvérsias no Ensino de Ciências pode ser enquadrada como parte de um debate mais amplo, no qual está em jogo a necessidade dos discursos e práticas escolares trabalharem sentidos sobre a ciência. Envolve-se na perspectiva de pensar em objetivos educacionais mais amplos que apreensão de conteúdos científicos, tais como a capacitação dos estudantes para as tomadas de decisões em suas vidas cotidianas em questões e situações que envolvam ciência e tecnologia (RAMOS; SILVA, 2007).

Amaral (1998) já propunha controvérsias na área do ensino, no que diz respeito ao modo como poderia configurar o Ensino de Ciências, refletindo diferentes maneiras de compreensão das atividades científicas, que podem ser abordadas entre dois extremos: enquanto “produto” ou enquanto “processo”. Segundo ele:

Aqui se situam as polêmicas a respeito das alternativas de como apresentar a Ciência na situação de ensino: como um acervo de conhecimentos acumulados, já prontos, acabados ou não, e/ou como processo de produção de novos conhecimentos. Quanto à própria visão de processo, há também discordâncias sobre se devemos apresentá-la somente como procedimentos científicos, ou tratar da evolução da Ciência com sua contextualização histórica e suas relações com a sociedade. (AMARAL, 1998, p. 203).

Nas últimas décadas, muitos estudiosos têm se interessado pela apreciação de controvérsias na ciência, pois, é nas

[...] controvérsias onde se exerce a atividade crítica, constitui-se dialogicamente o sentido das teorias, produzem-se as mudanças e inovações, e se manifesta a racionalidade ou irracionalidade do empreendimento científico. (DASCAL, 1994, p. 78).

Atualmente existem propostas para se trabalhar controvérsias científicas em sala de aula, há trabalhos que sugerem essa abordagem no Ensino de Ciências. Alguns autores apostam na discussão de controvérsias em sala de aula. Agraso e Alexandre (2006) propõem aos estudantes o debate sobre clonagem terapêutica, por meio da leitura de textos de divulgação e originais de cientistas, buscando, “analisar o nível de compreensão dos estudantes; demonstrar se existem diferenças na compreensão de artigos escritos por cientistas e por periodistas; examinar a percepção dos estudantes a respeito das dimensões éticas destes dilemas” (AGRASO; ALEXANDRE, 2006, p. 47). Estes autores pontuam, além destes objetivos específicos da atividade proposta, objetivos mais amplos nos quais baseiam sua compreensão na importância da discussão das controvérsias:

Na nossa opinião a alfabetização científica é um requisito para o pensamento crítico e prepara os estudantes sobre questões em que as conexões entre ciência e sociedade se manifestam mais claramente (AGRASO; ALEXANDRE, 2006, p. 44).

Uma outra maneira de se focar as controvérsias é discutida por Reis e Galvão (2004) em um trabalho que buscou identificar as concepções de estudantes de ensino médio sobre os cientistas. O trabalho foi desenvolvido por meio de questionário, entrevistas e redações sobre o tema, o que contribuiu para que os autores constatassem que há uma influência marcante da mídia (principalmente da televisão e do cinema) na formação das ideias que os estudantes têm sobre o trabalho científico e, também, sobre as próprias controvérsias. Os autores apontam que, quando pensam nas discussões sobre controvérsias, não acreditam que os conhecimentos científicos e tecnológicos devem ser apresentados como inquestionáveis, mas sim que o debate conduzido com os estudantes pode auxiliá-los na compreensão dos papéis dos especialistas nestes embates (RAMOS; SILVA, 2007).

O Ensino de Ciências requer uma compreensão dos debates na ciência e, conseqüentemente, de concepções sobre a ciência que eles suscitam. Kipnis (2001) argumenta que uma das formas mais produtivas de se utilizar a História e a Filosofia da Ciência em sala de aula é por meio de uma discussão aprofundada de controvérsias científicas. “Acompanhar um debate científico pode melhorar a

compreensão dos estudantes do modo de trabalho interno da ciência, em particular, a introdução de uma nova teoria científica e sua relação com a experimentação” (KIPNIS, 2001, p. 33).

Bulla (2016) afirma que quando as discussões ocorrem no campo da Biologia, a teoria da evolução biológica é uma das que mais encontra controvérsias científicas. Assim, ao buscar inserir controvérsias relacionadas à Evolução, temos uma contribuição importante para que haja uma visão mais crítica da ciência no contexto escolar (BULLA, 2016).

A rigorosa pesquisa das controvérsias é um meio indispensável para se contribuir para uma descrição adequada da História da Ciência. Isso porque as controvérsias são o “contexto dialógico natural em que se elaboram as teorias e se constitui progressivamente seu sentido” (DASCAL, 1995, p. 77).

No âmbito do ensino, há, ainda perspectivas didáticas que visam, por exemplo, a formação de um estudante capaz de tomar decisões fundamentadas em situações recorrentes da sociedade. O reconhecimento, por parte desses sujeitos, de que a ciência é permeada por contextos sociais, políticos, econômicos, tecnológicos, pode torná-los cidadãos mais críticos e cientes da não neutralidade científica (ANDRADE; GENOVESE; GENOVESE, 2017).

As pesquisas em educação científica têm mostrado, como apontam Ramos e Silva (2007), que o tema de controvérsias pode ser favorável à construção de discursos sobre as questões de ciência, à relação interdisciplinar existente na própria sociedade e à aproximação entre o discurso científico e o dos estudantes. Isso evidencia que as análises de controvérsias e suas implicações em situações de ensino e de aprendizagem estão inseridas em um campo amplamente aberto e novo à pesquisa.

Em função das pesquisas da área de ensino, que apontam a importância da inserção e pesquisa acerca das controvérsias científicas, consideramos que a partir de um estudo que analisa como as controvérsias são apresentadas em livros didáticos é possível obter-se um material potencialmente importante para pesquisas futuras com professores e alunos da Educação Básica. Nesse sentido, após a apresentação do papel do material didático e dos aspectos das controvérsias científicas, direcionamos o trabalho para a delimitação das controvérsias acerca da extinção dos dinossauros e do melanismo industrial.

## 4 ENSINO DE BIOLOGIA E O ENSINO DE EVOLUÇÃO

Neste capítulo inicialmente, apresentaremos o ensino de Biologia no Brasil e a abordagem dos conteúdos de Biologia nos livros didáticos com ênfase no ensino de evolução biológica. Em seguida, apresentaremos os aspectos históricos e epistemológicos das controvérsias em relação à extinção dos dinossauros e ao melanismo industrial.

O ensino de Biologia foi se adequando ao longo do tempo de acordo com a necessidade da sociedade em diferentes momentos históricos. Santos (2014) afirma que até os anos 1960, a ciência era vista como neutra e com uma valorização apenas nos aspectos lógicos. Após um tempo, a valorização da aprendizagem do método científico através de práticas em laboratório começou a ganhar espaço, e a ciência e a tecnologia foram ferramentas importantes para o desenvolvimento econômico e social.

Com isso, o autor destaca que surgiu um movimento chamado “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS), que atualmente com a inclusão do meio ambiente ficou conhecida como CTSA. O ensino sofreu modificações e tem por objetivo possibilitar aos estudantes uma interpretação crítica do mundo em que vivem a partir do desenvolvimento do pensamento científico (SANTOS, 2014).

Para Auler e Bazzo (2001), o Movimento CTSA visa: promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana; abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas, relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia; adquirir uma compreensão da Natureza da Ciência e do trabalho científico (SGARBI, 2016). Os PCNEM sugerem que a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade seja a chave do aprendizado por competências que deveria mobilizar o conhecimento para enfrentar situações de vida, tomando decisões, elaborando julgamentos e argumentos (BIZZO, 2004).

A História e a Filosofia da Ciência corroboram com o movimento CTSA no sentido de proporcionar para a população acesso à informação a respeito do desenvolvimento científico-tecnológico, dando condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio em que vive. É necessário que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia. A História e a Filosofia da Ciência podem encontrar no Movimento CTSA

uma aliada para que existam mais discussões e debates em sala de aula a respeito do desenvolvimento da ciência (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Ao longo da história, a ciência vem modificando os procedimentos capazes de construir os modelos explicativos – transitórios – mais eficientes e que nos permitem compreender os fenômenos naturais, como o surgimento de novas espécies. O modo como os modelos científicos conviveram e convivem com outros sistemas explicativos como, por exemplo, os de inspiração filosófica ou religiosa. Segundo os PCN, o aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar (BRASIL, 2002).

A área de pesquisa em Educação em Ciências no Brasil apresentou um grande crescimento ao longo do tempo. Porém, existe uma divulgação e socialização inadequada dessa produção para o ensino da educação básica (MEGID NETO, 2014). Segundo Canavarro (1999) a inserção do Ensino de Ciências na escola deu-se no início do século XIX, quando o sistema educacional se centrava no estudo das línguas e da matemática. A ciência nessa época já tinha diferentes visões, existiam pessoas que defendiam uma ciência dos problemas práticos do dia a dia, e a ciência acadêmica, com a ideia de que formaria futuros cientistas.

Bizzo (1991) destaca que a abordagem de temas a partir do estudo da História das Ciências se faz importante para o Ensino de Ciências, tendo em vista que essa estratégia permite ao professor promover a utilização de metodologias que aproximem o estudante do entendimento do progresso das teorias científicas e, dessa forma, proporcionar aos estudantes conexões com as teorias e um entendimento coerente, corroborando para um ensino de Biologia e de evolução contextualizado e significativo para o estudante (OLIVEIRA; MENEZES; DUARTE, 2017).

O ensino de Biologia é responsável por levar didaticamente as discussões evolutivas existentes no âmbito científico para o contexto educacional. Nesta esfera de conhecimento, Bizzo (2012) salienta que existe uma divisão entre aquilo que se ensina e aquilo que se aprende, verificando que um dos problemas encontrados no ensino é a distância entre o conhecimento produzido pelos cientistas em suas pesquisas e o resultado do processo de ensino (NOBRE; FARIAS, 2017).

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais o conhecimento a respeito das teorias anteriores contribui para a compreensão das concepções presentes, por isso a História da Ciência tem sido uma sugestão de ensino necessária. Os PCN afirmam que o Ensino de Biologia se estrutura em temas voltados para a compreensão de como a vida se organiza, estabelece interações, reproduz e evolui, não apenas em decorrência de processos naturais, mas devido à intervenção humana (BRASIL, 2002). As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) também reforçam que o ensino de Biologia deveria nortear o posicionamento do aluno frente às questões polêmicas (BRASIL, 2008).

Em relação à abordagem dos conteúdos no ensino de Biologia, os PCNEM afirmam que um tema de relevância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Sendo assim, o ensino de evolução não deve ser trabalhado apenas no Ensino Médio, mas sim em todos os períodos da Educação Básica, pois é necessário que o estudante consiga entender que a evolução está interligada com todos os outros assuntos da Biologia, conforme afirmação das orientações curriculares: “Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas” (BRASIL, 2006a, p. 22).

É importante relacionar os conteúdos sobre evolução com os fatos que vivemos atualmente. Ao estabelecer relações entre os processos evolutivos e os problemas ambientais que enfrentamos é possível entender mais sobre a interação da espécie humana com os ecossistemas naturais e sua capacidade de transformá-lo. A evolução biológica é um processo lento, dependente de um ambiente e da interação constante dos seres vivos que nele habitam, e que necessita de um longo período para se estabelecer. Com um olhar crítico podemos analisar que somos parte deste processo. Essa criticidade pode contribuir para a percepção de que a espécie humana pode estar suscetível ao colapso, dependendo de suas escolhas e atitudes (PEGORARO *et al.*, 2016).

A utilização de conceitos relacionados aos conhecimentos históricos e técnicos da biologia evolutiva, muitas vezes apresentados de forma incompleta e inapropriada, gera dificuldade nas pessoas em compreender a lógica do sistema de teorias evolutivas, especialmente por causa das concepções equivocadas que são

repetidas há décadas pelos livros, pelos meios de comunicação e até mesmo por alguns professores e pesquisadores (MARTINS; SANTOS; COUTINHO, 2012).

Os novos entendimentos dos fatos promovem a superação dos modelos vigentes. A busca por novas respostas, muitas vezes, obriga a retomar questões antigas, que em algum momento foram tidas como resolvidas. O mesmo acontece com o conhecimento sobre a evolução biológica pré e pós-darwiniana, que vem sendo construído e constantemente debatido, mesmo que, por vezes, algumas ideias mantenham-se potencialmente inalteradas (ROMA, 2011). A ideia de que a evolução biológica é capaz de dar sentido à Biologia e torná-la uma ciência única é defendida por Dobzhansky (1973), que diz:

Visto à luz da evolução, a Biologia é, talvez, a mais satisfatória e intelectualmente inspiradora ciência. Sem essa luz, torna-se uma pilha de variados fatos alguns dos quais interessantes ou curiosos, mas fazendo uma imagem sem significado como um todo (DOBZHANSKY, 1973, p. 129, tradução nossa).

Alguns campos do conhecimento como a Paleontologia, a Genética e a Embriologia são importantes para a compreensão de como os mecanismos da evolução e a dimensão temporal e geológica do processo evolutivo funcionam. Esses campos apresentam alguns conceitos centrais como a adaptação, as evidências fósseis e a seleção natural, que possuem uma relação direta com as controvérsias científicas elencadas neste trabalho que são a extinção dos dinossauros e o melanismo industrial.

Diante disso, podemos discutir que na teoria da evolução biológica, o conceito de seleção natural tem um papel fundamental na explicação do mecanismo evolutivo, evidenciando que, em uma população, organismos que apresentam características que favoreçam a sobrevivência e reprodução deixam mais descendentes, permitindo a manutenção dessas características nas próximas gerações (PIETROSKI; MEGLHIORATTI, 2009).

Uma forma de compreender o conceito de seleção natural e outros conteúdos abordados nas aulas de Biologia de forma contextualizada é ressaltar a história da construção do conhecimento científico, mostrando a ciência como empreendimento dinâmico e capaz de produzir conhecimentos de caráter provisório, abertos a mudanças e motivados por problemas e dificuldades históricas. Na construção do

conceito de seleção natural é possível evidenciar a influência do contexto socioeconômico na produção da ciência e o trabalho coletivo dos cientistas.

Outro campo de grande importância dentro do conteúdo de evolução para a compreensão dos processos evolutivos é a Paleontologia (ALMEIDA *et al.*, 2013). Para Cassab (2004), é importante que a Paleontologia esteja inserida nos livros didáticos de Biologia para que forneça ao professor e ao aluno informações sobre a origem e evolução dos seres vivos e, também, referente à sistemática biológica, de tal modo, a presença do conteúdo normalmente está nas discussões sobre evolução e origem da vida, por exemplo, ao falar da evolução dos principais grupos de plantas, animais e micro-organismos.

A Paleontologia é a ciência que estuda o resto dos organismos desaparecidos por um período, sendo esses estudos baseados em evidências: os fósseis. Atualmente, trata-se de uma ciência que abrange a história da deriva continental, mudanças climáticas, evolução da fauna e flora e extinções em massa ao longo do tempo geológico (CASSAB, 2004).

Segundo Schwanke e Silva (2004), o universo do saber paleontológico é permeado por conceitos, interferências e interpretações diferentes do mundo e da vida passada. Os pesquisadores, ao fazerem ciência, contribuem para a compreensão da amplitude da Paleontologia e essa construção de pesquisas é resultante de séculos de investigação científica e possibilidades tecnológicas, que demonstram condições para que pesquisadores recontem a história da vida na Terra (LIMA *et. al*, 2015).

Ao longo do capítulo apresentaremos pesquisas que envolvem o conteúdo que as duas controvérsias analisadas têm relação direta, como por exemplo, a respeito das evidências, paleontologia e seleção natural. Após apresentar de maneira geral essa contextualização, mostraremos também outras pesquisas que não estão relacionadas com as controvérsias escolhidas, mas que são importantes no ensino de evolução biológica como o Darwinismo, e influências da religião nas concepções de professores e alunos.

Alguns fatores podem levar a uma falha no ensino e da aprendizagem da evolução biológica, sendo um deles a forma como o conteúdo é apresentado nos livros didáticos. O ensino na maioria das vezes é feito dos organismos mais simples para os mais complexos, estruturalmente. Tal fato acaba reforçando a ideia errônea de que a evolução é um progresso linear. Souza e Dorvillé (2014) argumentam que apesar da importância da evolução biológica para a Biologia enquanto ciência, seu ensino na

educação básica é permeado por desafios. Silva, Silva e Teixeira (2011, p. 4) complementam: “diversos estudos apontam que o ensino de evolução nas escolas ainda não é satisfatório, sendo um dos temas mais complexos e polêmicos trabalhados em sala de aula”.

Araújo Júnior e Porpino (2010) realizaram uma análise bibliográfica de cinco livros didáticos de Biologia elencados pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio de 2005 (PNLEM). Os autores selecionaram temas de Paleontologia que foram considerados por eles essenciais: conceito de fósseis, processos de fossilização, importância dos fósseis e tempo geológico. Os autores observaram a presença ou ausência dos temas nos livros e a precisão conceitual e atualização dos temas. Dos cinco livros analisados, apenas dois apresentaram o tema relacionado aos processos de fossilização e somente um livro não apresentou os temas referente ao tempo geológico e conceito de fósseis.

Siqueira e Scheid (2015) investigaram livros didáticos com o objetivo de verificar a abordagem que os temas controversos apresentam em livros didáticos brasileiros utilizados durante os estágios supervisionados em um curso de Ciências Biológicas. A pesquisa teve como amostra os livros didáticos de Ciências e de Biologia utilizados entre 2008 e 2012. Os temas controversos abordados na pesquisa desses autores foram: 1) Sustentabilidade; 2) História da Terra e Evolução; 3) Relação ser humano com o meio; 4) Problemas Ambientais e 5) Ciência e Tecnologia. Como resultado, os autores indicaram que houve uma crescente melhoria na forma como os temas controversos são abordados nos livros didáticos mais atuais. Contudo, o estudo sobre essa abordagem dos temas controversos tem se revelado essencial em processos de intervenção capazes de apoiar os professores no planejamento e na implementação de atividades de discussão desses temas.

Lucena, Oliveira e Oliveira (2012) realizaram uma análise da temática seleção natural nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio utilizados em um colégio estadual em Ilhéus, Bahia. Os pesquisadores analisaram duas coleções, dos autores Amabis e Martho (coleção A) e César e Sezar (coleção B). Eles concluíram que na coleção A a temática está explanada em duas folhas em que o conteúdo é conceituado sucintamente, e como exemplos de seleção natural o livro aborda a anemia falciforme e o melanismo industrial. Já na coleção B, é apresentado no livro os tipos de seleção, sendo cada uma delas muito bem explicada. Para cada tópico dos tipos de seleção é proposto um exemplo existente na natureza, gráficos e/ou imagens apropriadas e

contextualizadas. Ao final do capítulo do livro, os autores destacaram a existência do tópico “Leitura” que traz um texto intitulado: Girafas, Mariposas e Anacronismos Didáticos. Os autores concluíram com a investigação com base nos critérios de análise proposto por eles que as duas coleções apresentam os conteúdos sobre seleção natural de forma organizada e em partes conceitualmente corretas.

Outros fatores para as dificuldades no ensino de evolução biológica podem estar relacionados com a formação do professor e o conhecimento do aluno. Um projeto de extensão que teve como público alvo alunos do Ensino Médio e seus respectivos professores de Biologia de duas escolas públicas de Cuiabá, mostrou que metade dos professores do Ensino Médio não sabe que a evolução age nas populações e não nos indivíduos. Cerca de 60% dos professores de Biologia de Ensino Médio disseram que tem dificuldades para ensinar evolução aos alunos. Cerca de 70% dos alunos de Ensino Médio não acreditam ou não sabem que espécies diferentes podem ter um ancestral em comum. E quando são questionados se os dinossauros conviveram com os seres humano, cerca de 62% acreditam na informação ou não sabem responder sobre o tema (OLIVEIRA, 2015).

As controvérsias e concepções errôneas de alunos e professores sobre a evolução biológica, juntamente com o desconhecimento a respeito da Natureza da Ciência colaboram para a dificuldade em ensinar o conteúdo (SILVA, 2017). Nesse contexto, Pazza e colaboradores (2009) afirmam que

Há alguns anos temos avaliado o grau de conhecimento de jovens em assuntos relacionados com evolução. Temos visto que poucas coisas influenciam tanto no aprendizado de evolução como a religião. Alguns alunos têm muito mais dificuldade em aceitar a evolução como Ciência, o que influencia consequentemente o seu aprendizado na escola (PAZZA; PENTEADO; KAVALCO, 2009, p.110).

A constatação de que barreiras culturais e religiosas podem dificultar o aprendizado da teoria da evolução – seja por meio de rejeição direta do conteúdo ou pela confusão trazida por ideias preconcebidas – não é nova. Pesquisadores que estudam o Ensino das Ciências reconhecem, há tempos, que os estudantes chegam à escola já com explicações formadas para os fenômenos da natureza, o que ocasiona problemas na aprendizagem. Os pesquisadores entendem que essas barreiras podem influenciar no ensino e na aprendizagem de evolução. Cicillini (1991) argumenta que

[...] à medida que a teoria da evolução é ignorada na produção do conhecimento biológico, acontece uma descaracterização da ciência biológica. Paralelamente, no ensino, quando a teoria da evolução não se faz presente, a consequência é o ensino de uma biologia fracionada tendente para o factual (CICILLINI, 1991, p. 17).

Como vimos anteriormente, as controvérsias científicas podem apresentar duas categorias, sendo elas controvérsias científicas epistêmicas e não epistêmicas. Os dois eventos que escolhemos para análise neste trabalho se enquadram na categoria das controvérsias científicas epistêmicas, que são controvérsias relacionadas a pressupostos teóricos, observações e interpretações. Para descrição dessas controvérsias epistêmicas, seguiremos o processo histórico de apresentação segundo Narasimham (2001), que é apresentar o período de duração da controvérsia, a compreensão e a contextualização do evento histórico e uma breve análise das discussões epistêmicas feitas pelos principais pesquisadores dessas temáticas. Durante o levantamento de dados da pesquisa foram identificadas duas controvérsias mais frequentes, como será detalhado nos capítulos de encaminhamento metodológicos e análise de dados, e nesta seção apresentaremos subsídios teóricos sobre essas temáticas. Apresentaremos na sequência do capítulo o período e o contexto histórico da extinção dos dinossauros e o melanismo industrial.

#### 4.1 EXTINÇÃO DOS DINOSSAUROS

Há 66 milhões de anos, no final do período Cretáceo, uma grande parte das famílias de plantas e animais foram, subitamente, extintos da Terra. Essa extinção das espécies é conhecida como extinção Cretáceo-Terciário ou Extinção K-T. A extinção K-T eliminou os dinossauros, algumas famílias de pássaros e mamíferos marsupiais, mais da metade dos grupos de plânctons, várias famílias de peixes, esponjas, etc. (EXTINÇÃO..., 2017). Essa questão permanece envolta em mistério e controvérsias. O questionamento que durante muitos anos permeia o pensamento da comunidade científica é: o que poderia ter causado uma devastação tão grande?

O que aconteceu com os dinossauros? Essa questão fascina o público em geral, e cientistas, há mais de um século. Os dinossauros foram notavelmente bem sucedidos mais de 160 milhões de anos e diversificando-se em mais de 1000 espécies distribuídas em todo o mundo (Weishampel, Dodson e Osmólska, 2004).

Existem diversas teorias sobre as causas da extinção em massa, sendo apresentadas aqui algumas das mais relevantes, começando com a mais conhecida e presente no ensino de evolução biológica, a teoria de que um asteroide é o responsável pela extinção. Essa teoria foi proposta em 1980, pelo físico Luís Alvarez, e seu filho, o geólogo Walter Alvarez. Os pesquisadores propuseram que os dinossauros, e com eles mais da metade das espécies do planeta, teriam extinguido após a colisão de um meteorito com a Terra, seguida de uma ausência temporária de luz solar que interrompeu parcialmente a fotossíntese, conseqüentemente as cadeias alimentares foram afetadas, e os grandes animais herbívoros e carnívoros que eram direta ou indiretamente dependentes da vegetação seriam extintos (ALVAREZ *et al.*, 1980).

Em resumo, nossa hipótese sugere que um asteroide atingiu a Terra, formou uma cratera de impacto e parte do material ejetada da cratera atingiu a estratosfera e se espalhou pelo mundo (ALVAREZ *et al.*, 1980, p. 1105, *tradução nossa*).

O meio científico da época encarou a teoria como uma especulação, pois não havia nenhuma prova. Em 1980 eles descobriram níveis anormais de irídio em uma camada sedimentar com aproximadamente 66 milhões de anos, correspondente à época da grande extinção do final do Cretáceo. Esse elemento metálico é raro na Terra, mas muito comum em objetos oriundos do espaço, como os meteoritos, por exemplo. O problema é que não existia nenhuma cratera suficientemente grande que correspondesse a um impacto desse. Depois de onze anos, quando Alan Hildebrand e Glen Penfield anunciaram em 1991 a descoberta de uma cratera com 200 quilômetros no Yucatán, México, a tese dos Alvarez ganhou fôlego novamente. A cratera Chicxulub tinha exatamente 66 milhões de anos e a dimensão certa para ser a peça que faltava (NAVES, 2010).

No entanto, não houve unanimidade sobre a teoria do meteorito e alguns cientistas defenderam uma teoria distinta, em que eventos vulcânicos seguidos de uma intensa onda de choque provenientes do impacto do asteroide tenham se propagado através da Terra. Para Paul Renne *et al.* (2013), é basicamente impossível atribuir efeitos atmosféricos a um ou outro. Ambos os acontecimentos ocorreram simultaneamente. Eles afirmam que “o impacto e as erupções vulcânicas provavelmente cobriram o planeta de pó e gases nocivos, o que alterou o clima e

causou a extinção precoce de muitas espécies” (RENNE *et. al.*, 2013, p. 685). A atividade vulcânica provavelmente instaurou o caos no planeta, gerando muitas extinções e aumentando as temperaturas de forma tão absurda que a maioria das espécies não foi capaz de proteger-se do segundo evento, quando o asteroide atingiu o planeta.

A causa das perturbações climáticas precursoras que levaram alguns ecossistemas ao ponto da extinção não é clara, mas um candidato líder são as emissões voláteis das atividades vulcânicas. O impacto de Chicxulub, em seguida das atividades vulcânicas, deu um golpe decisivo no ecossistema, portanto, já sob estresse crítico, desencadeou uma mudança de estado no planeta (RENNE *et. al.*, 2013, p. 687, tradução nossa).

Atualmente alguns pesquisadores defendem a ideia de que tenha ocorrido a grande extinção devido a uma série de erupções vulcânicas ao longo de 1,5 milhões de anos. Zhang e colaboradores (2018), pesquisadores do norte da China, argumentam que a região do Yucatán está longe o suficiente da cratera causada pelo impacto no México e dos antigos fluxos de lava conhecidos como *Deccan Traps*, na Índia. Novos dados de isótopos foram levantados na Bacia Songliao, no norte da China. A equipe analisou sedimentos antigos no fundo da bacia e descobriu que a temperatura do lago começou a aumentar centenas de milhares de anos antes do impacto, esse aquecimento coincide com erupções nas *Deccan Traps*, na Índia.

Os pesquisadores descobriram que muitos fósseis dentro dos sedimentos desapareceram no momento desse aquecimento. Isto sugere que o vulcanismo desestabilizou o ecossistema causando a extinção antes do impacto de Chicxulub. Wignall, um dos colaboradores da pesquisa, diz que “nosso estudo fez com que o pêndulo fosse um pouco mais para o lado da atividade vulcânica como o grande evento que ocasionou a extinção em massa” (ZAHNG *et al.*, 2018, p. 273).

Existem novos estudos que mostram outras possibilidades, e é crucial que o livro didático possa apresentar esse tipo de discussão, com os diferentes pontos de vista. Principalmente porque essa controvérsia em relação à extinção não foi concluída, e a maneira que o conteúdo é apresentado no livro didático muitas vezes não remete a essa ideia. Paul Renne argumenta:

A extinção em massa do Cretáceo é um dos eventos mais conhecidos da história da Terra. Ela provoca a imaginação do público como

nenhum outro, em parte porque envolveu o fim de uma megafauna particularmente fascinante, os dinossauros, e em parte porque força a humanidade a pensar sobre a própria mortalidade. Nós estamos enfrentando agora o que vem sendo chamado de – sexta extinção em massa -, o que tem sido causado por nossas ações. Entender eventos de extinção do passado, suas causas e uma eventual recuperação do clima e da vida, é crucial (RENNE *et al.*, 2013, p. 685).

Os dinossauros deixaram de ser apenas um tema de entretenimento e passaram a fazer parte do currículo das escolas. Embora ainda existam dúvidas que envolvem a origem e extinção deles, não podemos ignorar o poder que esse assunto tem em estimular a imaginação, quer seja de crianças ou adultos. Qual será o motivo? Jack Horner, o paleontólogo que descobriu o *Maiasaura* e atuou como conselheiro técnico nos filmes do *Jurassic Park*, explica que uma das razões pode estar relacionada com o fato de que os dinossauros eram muito grandes, diferentes de qualquer outro animal vivo atualmente. Pode ser instigante para o aluno aprender sobre a história evolutiva do planeta e sobre controvérsias científicas ao falar dos dinossauros (COMO AS CRIANÇAS..., 2018).

É importante que o aluno consiga relacionar o conhecimento da ciência com o conhecimento de vida, visto que a controvérsia vai muito além de simplesmente descobrir o que aconteceu com os dinossauros, e não se trata apenas dos dinossauros e sim de uma parte história evolutiva do planeta. Uma controvérsia científica é a base para discussões sobre a importância delas para o avanço da ciência, como novas tecnológicas para análise de tempo dos fósseis, entre outros. Basicamente é como se as controvérsias científicas fossem o combustível para a ciência, nas quais pesquisadores em busca de respostas para suas hipóteses procuram caminhos muitas vezes ainda não traçados.

Concluindo a apresentação do episódio referente à extinção dos dinossauros, apresentaremos uma breve caracterização da controvérsia, no próximo capítulo apresentaremos de forma detalhada as unidades de análise que consta tanto os aspectos das controvérsias como os aspectos históricos dos dois episódios.

A extinção dos dinossauros enquadra-se na categoria de controvérsia epistêmica. Segundo McMullin (1987), a extinção dos dinossauros pode ser considerada uma controvérsia, por apresentar uma disputa conduzida publicamente e persistentemente mantida sobre uma questão de crença considerada significativa por um número de cientistas praticantes. Visto que os três aspectos que McMullin (1987)

apresenta corroboram com isso, ou seja, a controvérsia perdura por um período, já que as primeiras pesquisas datam de aproximadamente 50 anos atrás e perduram até os dias de hoje; existe o desejo de demonstrar os fundamentos de suas reivindicações epistêmicas, ou seja, as pesquisas demonstram reivindicações de muitos cientistas evidenciados por Alvarez (1980) e seu filho, Renne *et al.* (2013) e Zhang *et al.* (2018) neste trabalho e conseqüentemente o envolvimento ativo da comunidade científica. A extinção dos dinossauros pode ser enquadrada nos três aspectos. Não conseguimos enquadrar em nenhum tipo de encerramento segundo Pessoa Junior (2009), já que essa controvérsia científica perdura até os dias de hoje sem uma conclusão.

#### 4.2 MELANISMO INDUSTRIAL

O melanismo industrial é considerado um exemplo de seleção natural em ação. As mariposas *Biston betularia* apresentam várias formas genéticas, sendo a mais famosa a *typica* que é a forma branca e a forma *carbonaria* sendo a preta, esta forma difere por mutações em um único gene, com o alelo *carbonaria* sendo dominante sobre a forma *typica* (VÉRAS, 2012). Durante a industrialização no século XIX na Inglaterra, a forma preta das mariposas aumentou de frequência em algumas localidades, com as florestas mais poluídas exibindo as maiores frequências da forma preta. Com a poluição, as árvores ficaram escurecidas tanto em decorrência da deposição de fuligem como por causa da morte de líquens induzida por chuva ácida. Logo, as mariposas brancas tornaram-se visíveis, enquanto as pretas mais camufladas. A predação diferencial por aves com base na camuflagem foi sugerida para explicar por que o alelo preto atingiu frequências altas, especialmente em áreas industriais. E isso, é claro, era seleção natural (COYNE, 2012).

James Tutt em 1890, foi o primeiro entomólogo a discutir a respeito dessa relação da revolução industrial com o aumento da forma preta da mariposa *Biston betularia*. Entretanto, na época sua hipótese foi rejeitada pelo meio científico.

Só no início dos anos 1950, foi realizado o primeiro experimento para tentar refutar a hipótese levantada por Tutt (1890), então o ecologista britânico Bernard Kettlewell, realizou experimentos nos quais foram liberadas mariposas pretas e brancas em florestas tanto poluídas como não poluídas na Inglaterra. O experimento teve uma duração de três dias e ele liberou um total de 651 mariposas. Após um período, Kettlewell sempre recapturava mais mariposas de cor branca em florestas

não poluídas e de cor preta em florestas poluídas, o que sugere que as aves estavam se alimentando de mariposas com as cores mais visíveis em ambas as florestas (HEINZE, 2005).

Kettlewell (1956) liberava as mariposas no período da manhã e ao final da tarde recaptura as mariposas pelo método de luminosidade e rede, as mariposas são atraídas pela luz e ficam presas nas redes de captura. Durante seu experimento Kettlewell, deixa bem evidente que durante a liberação das mariposas algumas vezes ele direcionava as mariposas para que ficassem nos troncos das árvores e que em alguns momentos as aves também foram direcionadas.

A história da mariposa foi descrita no livro intitulado *Elephant Book*, no qual Kettlewell descreve:

O carvão queimou durante as primeiras décadas da revolução industrial que produziu fuligem que cobria o interior das áreas industriais da Inglaterra entre Londres e Manchester. Vários naturalistas notaram que a forma *typica* era mais comum no campo, enquanto a mariposa *carbonária* prevalecia nas regiões fuliginosas. Não surpreendentemente, muitos chegaram à conclusão de que as mariposas mais escuras tinham algum tipo de vantagem de sobrevivência na paisagem recém escurecida” (KETTLEWELL, 1956, p. 297, tradução nossa).

Ao final da pesquisa Kettlewell forneceu evidências de que a mariposa *Biston betularia* havia evoluído sob a influência da seleção natural – correlação entre fatores de forma e fatores ambientais. Então o mecanismo deixou de ser hipótese para ser fato.

Porém, a partir dos anos 70 vários pesquisadores, entre eles Mikkola (1979), Liebert (1984) e Brakefield (1987), começaram a buscar informações a respeito do comportamento das mariposas *Biston betularia* e levantaram dúvidas em relação a sua localização nos troncos das árvores. Até que um biólogo de Cambridge, Michael Majerus decidiu repetir os experimentos de Kettlewell, mas de outra maneira.

Majerus em 1998 publicou um livro *Melanismo – evolução em ação*, em que ele discute todas essas críticas que foram levantadas após os experimentos de Kettlewell. Majerus descobriu que muitos dos experimentos de Kettlewell não foram feitos com um bom delineamento. Por exemplo, Majerus diz que ao testar a probabilidade de as mariposas brancas e pretas serem comidas, Kettlewell teria liberado as mariposas ao lado dos troncos das árvores, um lugar onde raramente as

mariposas ficam na natureza. Outra questão foi a de que as aves veem a luz ultravioleta, então, possivelmente o que estaria bem camuflado para o pesquisador pode não ser camuflado para os pássaros.

Majerus então deu início ao seu experimento, que durou 6 anos: ele liberou os dois tipos de mariposas nas frequências em que ocorriam naturalmente, um total de 4.864 mariposas, apresentando assim um bom delineamento, em apenas florestas não poluídas, já que não são mais encontradas florestas poluídas com fuligem na Inglaterra. Infelizmente, Majerus faleceu após seus experimentos sem que pudessem ser publicados seus resultados.

Com a publicação do livro e com o experimento de Majerus, a comunidade científica entrou em constantes discussões a respeito da credibilidade dos experimentos de Kettlewell. Matthews, Wells, Wade (1999-2002), começaram a levantar questões a respeito do comportamento das mariposas, do mau procedimento metodológico e da manipulação de dados.

Um grupo formado por quatro biólogos liderado por Cook (2012) publicou os dados dos resultados dos experimentos de Majerus postumamente. Eles mostram que na fração dos dois tipos de mariposas, a forma branca sobreviveu à predação mais vezes do que a forma preta, como esperado por eles, já que a forma branca é menos visível para aves de visão aguçada nas florestas.

Em relação às mariposas brancas, as mariposas pretas sofrem uma desvantagem de sobrevivência por geração. Para os evolucionistas isso é seleção natural, e é capaz de explicar o aumento na frequência da forma clara desde que as leis de ar limpo foram promulgadas. Foi também observado que as mariposas se assentavam naturalmente no topo das árvores, diferentemente do Kettlewell teria visualizado nos seus experimentos. Os experimentos feitos por Majerus mostrou que os machos podem voar até 2,5 km de distância para acasalar, reforçando a ideia então que a alteração da frequência gênica estaria relacionada com seleção visual e a migração (COYNE, 2012).

Essas críticas relacionadas ao experimento de Kettlewell levaram alguns críticos da evolução a acusar que a história é “falsa” ou “sabiamente errada”. Kettlewell não era uma fraude, apenas não demonstrou – ao que os registros indicam até o momento – uma condução metodológica rigorosa (VÉRAS, 2012). Os elementos básicos da história da mariposa são corretos. A população de mariposas escuras aumentava e caía em paralelo à poluição industrial, e a porcentagem de mariposas

escuras na população era mais alta nas regiões do campo mais poluídas. Majerus, que foi o principal crítico científico da obra de Kettlewell, escreveu:

Minha visão da ascensão e queda da forma preta da mariposa é que a predação de aves em regiões mais ou menos poluídas, juntamente com a migração são as principais responsáveis, quase excluindo outros fatores (MAJERUS, 1998, p. 155, tradução nossa).

Ao longo do tempo outros trabalhos também expuseram e relataram o escurecimento das asas da forma adulta da mariposa. Esses trabalhos foram severamente criticados por contemporâneos que tentaram repetir os experimentos, mas não conseguiram reproduzir os resultados. No entanto, Sargent, Millar e Lambert ressuscitaram esses argumentos. Os autores apresentaram que as mariposas desenvolvem cores diferentes em resposta a estímulos ambientais, mas nunca foi demonstrado que estímulos ambientais em qualquer fase do desenvolvimento podem induzir o melanismo em adultos.

A controvérsia gira em torno de um aspecto importante, a alteração ocorreu quando o ambiente que as mariposas estavam mudou e foi revertido quando o ambiente mudou novamente. Portanto, a mudança fenotípica foi reversível, e as mudanças reversíveis não fazem parte da evolução das espécies. A herança mendeliana das formas melânicas de mariposas adultas tem sido repetidamente demonstrada para uma análise de dados publicados que relatam 12.569 progênes de 83 famílias (CREED; LEES; BULMER, 1980).

O melanismo foi, por um bom tempo, alvo de críticas e controvérsias, e atualmente essa controvérsia alcançou um maior nível de consenso na comunidade científica. Com as pesquisas publicadas recentemente, os pesquisadores chegaram à conclusão de que as mariposas são realmente um exemplo clássico da evolução, porque por meio dela é possível observar a seleção natural em ação (RUMJANEK, 2016). Mas essa conclusão só foi possível por meio de novos experimentos, que foram reformulados a partir dos experimentos de Kettlewell.

O que podemos concluir é que apesar dos meios científicos adotados não apresentarem resultados significativos, os caminhos traçados por Kettlewell, foram fundamentais para proporcionar discussões e novas pesquisas, tornando-se uma controvérsia científica, o que levou diversos pesquisadores a apresentarem novos argumentos e justificativas para seus resultados. Por exemplo, a descoberta de que a

incidência das mariposas estava ligada não somente à predação das aves, como também por fatores como a migração.

O conteúdo de biologia evolutiva foi analisado por Bizzo (1994) e o MEC foi alertado pelo autor em 2003 por meio do relatório intitulado “As teorias da origem e evolução da vida no Ensino Médio do Brasil – uma análise científica crítica e sugestão de implementações” sobre o uso distorcido das evidências e a manutenção de duas fraudes amplamente conhecidas pelos biólogos para apoiar o “fato” da evolução nos livros didáticos. Esse relatório restringiu-se aos seguintes tópicos: 1) O Big Bang da vida; 2) Descendência com modificação; e 3) A evolução em ação através da seleção natural – fotos ou gravuras das mariposas repousando em troncos de árvores usadas para ilustrar as experiências. Ao que tudo indica, nada de substancial foi feito publicamente em relação à improbidade científica da abordagem da evolução nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. Por que os alunos não podem saber desse equívoco a respeito da seleção natural um dos principais mecanismos evolutivos? Talvez os autores prefiram omitir o tema dos livros didáticos do que trazer a oportunidade da discussão de controvérsias científicas como essa que desmistifica o processo da construção da ciência (ALMEIDA FILHO, 2005).

O melanismo industrial oportuniza discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural, tais discussões geram confrontos em relação ao conhecimento científico e os dogmas religiosos, o que torna difícil o entendimento da seleção natural por parte dos alunos. Logo, o papel da História e da Filosofia da Ciência fica ainda mais pertinente no campo da educação científica, por meio do estudo de controvérsias é possível discutir o papel da ciência na construção do conhecimento científico, corroborando para a formação de alunos críticos.

Concluindo a apresentação do episódio referente ao melanismo industrial, apresentaremos uma breve caracterização da controvérsia; no próximo capítulo exibiremos de forma detalhada as unidades de análise que consta tanto os aspectos das controvérsias como os aspectos históricos dos dois episódios.

O melanismo industrial enquadra-se na categoria de controvérsia epistêmica. Segundo McMullin (1987), o melanismo industrial pode ser considerado uma controvérsia, por apresentar uma disputa conduzida publicamente e persistentemente mantida sobre uma questão de crença considerada significativa por um número de cientistas praticantes. E diante dos três aspectos que McMullin (1987) apresenta: 1) perdura por um período; 2) sinaliza o desejo de demonstrar os fundamentos de suas

reivindicações epistêmicas; e 3) envolvimento ativo da comunidade científica. O melanismo pode ser enquadrado nos três aspectos, a controvérsia perdurou por um período de aproximadamente 70 anos, houve reivindicações e o envolvimento da comunidade científica evidenciados por Kettlewell (1956) e Majerus (1998). Diferente dos dinossauros, conseguimos enquadrar na categoria de encerramento por correção, que segundo Pessoa Junior (2009) são apresentados argumentos ou evidências justificando cientificamente que um dos lados da disputa está “correto”.

## 5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo foi dividido em quatro momentos separados de acordo com as fases de análise dos livros, sendo assim, discutimos como foi realizado a escolha do material, a escolha das controvérsias científicas dos livros didáticos, a codificação do material e a definição das categorias de análise e a construção das unidades de contexto e de registro, bem como a apresentação de um panorama geral destas unidades.

A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa, o que segundo Bogdan e Biklen (1994), possibilita ao pesquisador um enfoque maior na interpretação do objeto e uma maior proximidade do pesquisador em relação aos fenômenos estudados.

Quanto aos procedimentos, a modalidade da pesquisa foi de cunho bibliográfico. Segundo Oliveira (2007), a pesquisa bibliográfica é uma modalidade de estudo e análise de documentos de domínio científico tais como livros, periódicos, enciclopédias, ensaios críticos, dicionários e artigos científicos. A autora argumenta que a principal finalidade da pesquisa bibliográfica é proporcionar aos pesquisadores o contato direto com obras, artigos ou documentos que tratem do tema em estudo.

Para este trabalho foram analisados os livros didáticos de Biologia do Terceiro ano do Ensino Médio aprovados pelo PNLD de 2018. O Programa Nacional do Livro Didático de 2018 aprovou dez livros didáticos das editoras SM; Moderna; Saraiva; AJS; Ática; Quinteto; FTD e IBEP, sendo que as editoras Saraiva e Moderna possuem dois livros cada. Ao adotar os livros selecionados pelo PNLD de 2018, conseguimos ter uma abrangência do material que chega até as escolas da educação básica, considerando que parte das escolas particulares continuam adotando livros didáticos e que a maioria das escolas públicas usam esse material em suas atividades.

A técnica utilizada para a análise das obras foi a Análise de Conteúdo segundo Bardin (2011, p. 137), tratando-se de um “[...] conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos de descrição do conteúdo das mensagens”, cuja intenção é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção, inferência que recorre a indicadores quantitativos ou não, a qual possui três etapas, sendo estas organizadas em três fases: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. A seguir, exploramos cada uma dessas fases e indicamos como elas estiveram articuladas a nossa pesquisa.

## 5.1 PRÉ-ANÁLISE

Fase que compreende a organização do material. Nessa fase, procedemos com a coleta do material didático, constituído pelas coleções de livros didáticos de Biologia do Terceiro ano do Ensino Médio aprovadas pelo PNLD 2018. Foram analisados exemplares disponíveis no acervo de livros didáticos da sala de Instrumentação do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Londrina. Os livros que não estavam disponíveis, foram comprados dos *sites* das Editoras.

Primeiramente, foi realizada uma análise prévia desses livros de Biologia do Terceiro ano do Ensino Médio – os quais foram identificados pela letra L seguida de letras em ordem alfabética, assim como apresentado na Tabela 1 – em busca da identificação de controvérsias científicas relacionadas ao conteúdo de evolução biológica e, após esse primeiro movimento, foram identificadas duas controvérsias comuns à maioria dos livros: extinção dos dinossauros e melanismo industrial. A presença dessas duas controvérsias se configurou como um critério de exclusão dos materiais, gerando a dispensa de três livros no processo de análise, L-E, L-F e L-J, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** – Lista dos livros do terceiro ano do Ensino Médio de Biologia

CÓDIGO	LIVRO	AUTORES	EDITORA
L-A	Ser protagonista	Antonio Carlos; Elisa Garcia	SM
L-B	Biologia Moderna	Amabis & Martho	Moderna
L-C	Biologia	César/ Sezar e Caldini	Saraiva
L-D	Biologia	Vivian L. Mendonça	AJS
L-E	BIO	Sônia Lopes e Sergio Rosso	Saraiva
L-F	Biologia hoje	Sérgio Linhares / Fernando e Helena	Ática
L-G	#Contato Biologia	Marcela Ogo e Leandro Godoy	Quinteto
L-H	Conexões com a Biologia	Miguel Thompson e Eloci	Moderna
L-I	Biologia: Unidade e Diversidade	José Favoretto	FTD
L-J	Biologia Novas Bases	Nélio Bizzo	IBEP

**Fonte:** A autora (2020).

O livro do Terceiro ano do Ensino Médio L-A está dividido em 3 unidades, sendo elas Genética, Evolução e Ecologia, dentro da unidade 2, referente à Evolução

o conteúdo é distribuído em 3 capítulos. O livro L-B está dividido em três módulos (Fundamentos da Genética, Evolução Biológica e Fundamentos da Ecologia), no módulo de Evolução Biológica o conteúdo está distribuído em 3 capítulos. O livro L-C apresenta 4 unidades (Metabolismo celular, Genética, Evolução e Saúde Humana), na unidade de Evolução o conteúdo é distribuído em 6 capítulos. O livro L-D é dividido em 3 unidades (Ser Humano, Genética e Evolução), em que o conteúdo de Evolução é distribuído em 3 capítulos. O livro L-E é composto por 3 unidades (A espécie humana, Genética e Evolução), o conteúdo de Evolução está apresentado em 3 capítulos. O livro L-F é o livro que apresenta uma maior quantidade de unidades, sendo elas Genética, A genética depois de Mendel, Evolução, Ecologia e Biosfera e Poluição, a unidade 3 que se refere ao conteúdo de Evolução está dividida em 5 capítulos. O livro L-G está dividido em 4 unidades (Genética, Evolução, Ecologia e Recursos naturais), o conteúdo de Evolução está dividido em 3 capítulos. O livro L-H apresenta 4 unidades, e foi o único livro que apresentou a unidade 1 sendo o ensino de Evolução, seguido de Classificação da diversidade, Classificação das plantas e Fisiologia das plantas. O conteúdo de Evolução está distribuído em 4 temas. O livro L-I é composto por 4 unidades (Seres Vivos, Biosfera, Genética e Evolução), o conteúdo de Evolução está distribuído 4 capítulos. O livro L-J é composto por 4 unidades (Ser Humano, Genética, Evolução Biológica e Populações em ambientes interligados), sendo que o conteúdo é dividido em 2 capítulos.

Na Tabela 2 podemos ver a relação dos capítulos dos dez livros didáticos de Biologia do Terceiro ano do Ensino Médio. O importante dessa relação é que tanto pelas unidades quanto pelos tópicos dos capítulos podemos analisar um possível encaminhamento do conteúdo que cada livro explora. Mais adiante, apresentaremos um gráfico com a quantidade de páginas que cada livro dispõe do conteúdo de evolução.

**Tabela 2** – Relação dos capítulos referentes a unidade de Evolução nos Livros Didáticos

Código	Unidade	Tópicos dos capítulos
<b>L-A</b>	2	As primeiras teorias evolutivas A teoria da evolução após Darwin Evolução da vida
<b>L-B</b>	2	Os fundamentos da evolução biológica A origem de novas espécies e dos grandes grupos de seres vivos

<b>L-C</b>	3	Evolução humana
		Evolução: a vida em transformação
		As teorias da evolução
		As causas genéticas da variabilidade
		A formação de novas espécies
<b>L-D</b>	3	A genética de populações
		A origem da espécie humana
		Evolução: conceito e evidências
		Teoria sintética da evolução, especiação e genética de populações
		Evolução humana
<b>L-E</b>	3	Processos evolutivos
		Genética de populações e especiação
		Evolução humana
<b>L-F</b>	3	Evolução: as primeiras teorias
		A teoria sintética: variabilidade genética e seleção natural
		A teoria sintética: genética das populações
		Evolução: métodos de estudo
<b>L-G</b>	2	A evolução humana
		Introdução ao estudo da evolução
		Genética de populações e síntese moderna da evolução
<b>L-H</b>	1	Tempo geológico e evolução humana
		Processos de especiação
		Tempo geológico
		Pré-cambriano e era paleozoica
<b>L-I</b>	4	Eras mesozoica e cenozoica
		Mendel e variações
		Variabilidade e adaptação
<b>L-J</b>	3	Evolução
		Biologia molecular e biotecnologia
		Pensamento evolutivo

**Fonte:** A autora (2020).

No Anexo 1 encontram-se as referências dos livros didáticos de Biologia do Terceiro ano do Ensino Médio que foram utilizados neste trabalho.

## 5.2 EXPLORAÇÃO DO MATERIAL

Esta etapa diz respeito à codificação do material e definição de categorias de análise. Logo após a coleta do material didático, foi realizada uma leitura prévia de todo o conteúdo de evolução biológica nos dez livros, a fim de elencar temas que apresentassem controvérsias científicas. Depois de analisá-los, escolhemos os dois

temas controversos que proporcionalmente mais apareciam nos livros didáticos. Com as controvérsias definidas, pudemos elaborar a partir do referencial teórico as Unidades de Contexto e suas respectivas Unidades de Registro. Dos dez livros de Biologia do Ensino Médio aprovados pelo PNLD 2018, sete livros apresentaram pelo menos uma controvérsia científica escolhida. Diante disso, os livros das editoras Saraiva, IBEP e Ática fizeram parte da leitura flutuante na primeira etapa da pré-análise, mas não foram utilizados nas análises deste trabalho.

### 5.3 TRATAMENTO DOS RESULTADOS

Foram construídas unidades de contexto e de registro com base em Bardin (2011). A análise dos livros ocorreu de maneira individual, ou seja, cada livro foi lido e seus trechos agrupados nas unidades. Após identificar as unidades de contexto nos documentos que lhe permitem compreender as unidades de registro, o pesquisador consegue individualizar a unidade de compreensão, com a função de facilitar a codificação das unidades de registro de um segmento de uma mensagem estudada.

Para que haja êxito na codificação, há técnicas que precisam ser seguidas. Primeiro, o recorte, que pode ser uma frase, uma palavra isolada, que indiquem uma relevância para a análise. Por meio do recorte é que são selecionadas as unidades de registro e as unidades de contexto (URQUIZA; MARQUES, 2016).

Uma Unidade de Contexto (UC) “corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro” (BARDIN, 2011, p, 137). Na apresentação dos dados seguimos a sequência dos livros apresentados na Tabela 1, isto é, apresentaremos primeiro o livro L-A, depois L-B e assim por diante. A partir da análise do livro tivemos o total de 3 (três) Unidades de Contexto, a saber: 1) Aspectos epistemológicos; 2) Vertentes da controvérsia acerca da extinção dos dinossauros; e 3) Vertentes da controvérsia acerca do melanismo industrial, que resultou em Unidades de Registro.

### 5.4 UNIDADES DE CONTEXTO E DE REGISTRO

#### 5.4.1 UC1: Unidade de Contexto de Aspectos Epistemológicos

Nesta unidade de contexto foram utilizados os aspectos relacionados à controvérsia científica discutidas por McMullin (1987) e Pessoa Junior (2009) para que fosse possível elaborar as unidades de registro que enquadram a discussão da extinção dos dinossauros e o melanismo industrial como controvérsias científicas.

#### Unidade de Registro 1.1: Contextualizada como controvérsia

Esta unidade de registro agrupa os livros que apresentaram os temas da extinção dos dinossauros e do melanismo como uma controvérsia científica, considerando que uma controvérsia científica sinaliza o desejo dos pesquisadores em demonstrar os fundamentos de suas reivindicações epistêmicas.

#### Unidade de Registro 1.2: Não contextualizada como controvérsia

Esta unidade de registro agrupa os livros que apresentam os temas extinção dos dinossauros e o do melanismo industrial, entretanto **não** apresentam os temas contextualizado como controvérsia científica.

#### Unidade de Registro 1.3: Apresenta delimitação de tempo

Um evento para ser considerado uma controvérsia científica precisa perdurar por um determinado período, logo, esta unidade de registro agrupa os livros que apresentaram os temas da extinção dos dinossauros e do melanismo traçando alguma temporalidade histórica.

#### Unidade de Registro 1.4: Não apresenta delimitação de tempo

Esta unidade de registro agrupa os livros que **não** apresentam os temas da extinção dos dinossauros e do melanismo traçando alguma temporalidade histórica.

#### Unidade de Registro 1.5: Caracteriza diferentes grupos em discussão do tema

Uma controvérsia científica necessita de disputas e discussões públicas para que suas reivindicações estejam envolvidas na comunidade científica. Nesta unidade de registro foram agrupados os livros didáticos que apresentaram discussões/visões de pelo menos dois cientistas ou grupo de pessoas.

#### Unidade de Registro 1.6: Não caracteriza diferentes grupos em discussão do tema

Esta unidade de registro agrupa os livros que **não** apresentam discussões/visões de pelo menos dois cientistas ou grupo de pessoas.

#### Unidade de Registro 1.7: Conclusão da controvérsia

Uma controvérsia científica pode ser concluída de quatro formas, a saber: por correção, por consenso, procedimento ou por negociação. A extinção dos dinossauros ainda não apresenta uma hipótese conclusiva do que teria levado a extinção em massa desses animais; entretanto, o melanismo industrial já apresenta pesquisadores que concluíram as hipóteses levantadas por Kettlewell (1956). Sendo assim, esta unidade de registro agrupa os livros didáticos que apresentaram a conclusão/encerramento da controvérsia.

#### Unidade de Registro 1.8: Não apresenta conclusão da controvérsia

Esta unidade de registro agrupa os livros didáticos que **não** apresentaram a conclusão/encerramento da controvérsia.

### 5.4.2 UC2: Unidade de Contexto do Conteúdo – Vertentes da controvérsia acerca da extinção dos dinossauros

Nesta unidade de contexto foi analisado o conteúdo referente a uma possível explicação a respeito da extinção dos dinossauros presente nos livros didáticos. A partir do referencial apresentado, podemos construir as unidades de registro que agrupam as diferentes hipóteses mais discutidas atualmente sobre o tema.

#### Unidade de Registro 2.1: Asteroide

Os Alvarez (1980) propuseram que os dinossauros foram extintos após a colisão de um meteorito com a Terra. Esta unidade de registro agrupa os livros que apresentam a hipótese de que a queda do meteorito foi o evento que levou à extinção em massa dos dinossauros.

#### Unidade de Registro 2.2: Asteroide e Vulcanismo

Existem algumas hipóteses de que com a queda do meteorito ocorreram ondas deste impacto que se propagaram pela Terra, sacudindo a crosta do planeta e

iniciando as erupções vulcânicas. Esta unidade de registro agrupam os livros didáticos que apresentaram hipóteses relacionando as atividades vulcânicas e os asteroides.

#### Unidade de Registro 2.3: Asteroide, Vulcanismo e Alterações climáticas

Novos estudos mostram que a intensa atividade vulcânica deu o primeiro passo para o impacto na Terra, enfraquecendo o clima, causando diversas alterações climáticas a ponto de um meteoro causar a extinção em massa dos dinossauros. Esta unidade de registro agrupa os livros didáticos que apresentaram hipóteses relacionando todos os eventos à extinção dos dinossauros.

#### 5.4.3 UC3: Unidade de Contexto do Conteúdo – Vertentes da controvérsia acerca do melanismo industrial

Nesta unidade de contexto foi analisado o conteúdo de melanismo industrial presente nos livros didáticos. A partir do referencial teórico foi possível construir as unidades de registro que agrupam os livros didáticos que apresentaram o melanismo industrial pela visão do Kettlewell (1956) e Majerus (1998), os quais foram, respectivamente, o pioneiro do tema e o maior crítico do experimento.

#### Unidade de Registro 3.1: explicação de Kettlewell (1956)

Antes do processo de industrialização, era marcante o predomínio de mariposas da espécie *Biston betularia* de cor clara em relação às mariposas escuras, já que a cor clara era uma característica favorável que permitia às mariposas claras ficarem camufladas nos troncos das árvores cobertas de líquens, dificultando sua visualização. Após a industrialização, os líquens foram praticamente eliminados pela poluição ambiental e foram substituídos pela fuligem das fábricas, logo, as mariposas de cor escura passaram a camuflar-se melhor e, conseqüentemente, foram menos atacadas pelas aves. Nesta unidade de registro foram agrupados os livros didáticos que apresentaram a visão do ecologista Kettlewell (1956).

#### Unidade de Registro 3.2: Kettlewell (1956) e Majerus (1998)

O melanismo industrial é um exemplo clássico da evolução em ação, e durante anos a história da mariposa *Biston betularia* foi defendida por Kettlewell (1956). No entanto, o geneticista Majerus (1998) fez críticas aos experimentos de

Kettlewell, ao defender que a predação das aves juntamente com a migração são as principais responsáveis pela ascensão e queda da forma melânica da mariposa. Nesta unidade de registro foram agrupados os livros didáticos que apresentaram uma discussão breve sobre os dois pontos de vista, apesar dos outros exemplos citados que foram refutados, decidimos por delimitar a análise utilizando apenas esses dois pontos, já que são os exemplos mais significativos em relação ao melanismo industrial.

A Unidade de Contexto 1 de Aspectos Epistemológicos foi utilizada tanto para a análise da controvérsia da extinção dos dinossauros como para a controvérsia do melanismo; desta forma, a análise de cada livro seguiu duas partes. Na primeira parte, relacionada ao tema extinção dos dinossauros, foram utilizadas as unidades de Contexto 1 e 2. Já na segunda parte, relaciona ao melanismo industrial, foram utilizadas as unidades de contexto 1 e 3. Essa separação do trabalho em duas partes será explicada mais adiante.

### Quadro 1 – Panorama geral das Unidades de Contexto e de Registro

Parte 1: Extinção dos dinossauros	UC1: Aspectos Epistemológicos	1.1 Identifica como controvérsia
		1.2 Não identifica como controvérsia
		1.3 Delimitação do tempo da controvérsia
		1.4 Não delimitação do tempo da controvérsia
		1.5 Presença de grupos divergentes de pesquisadores
		1.6 Ausência de grupos divergentes de pesquisadores
		1.7 Presença da conclusão da controvérsia
		1.8 Ausência da conclusão da controvérsia
	UC2: Vertentes da controvérsia extinção dos dinossauros	2.1. Asteroide
		2.2 Asteroide e Vulcanismo
2.3 Asteroide, vulcanismo e alterações climáticas		
Parte 2: Melanismo Industrial	UC1: Aspectos Epistemológicos	1.1 Identifica como controvérsia
		1.2 Não identifica como controvérsia
		1.3 Delimitação do tempo da controvérsia
		1.4 Não delimitação do tempo da controvérsia

		1.5 Presença de grupos divergentes de pesquisadores
		1.6 Ausência de grupos divergentes de pesquisadores
		1.7 Presença da conclusão da controvérsia
		1.8 Ausência da conclusão da controvérsia
	UC3: Vertentes da controvérsia melanismo industrial	3.1 Kettlewell
		3.2 Kettlewell e Majerus

**Fonte:** A autora (2020).

Após a organização das unidades de contexto e de registro, os trechos dos livros selecionados foram novamente lidos, agora com uma leitura detalhada para a identificação de como as controvérsias são apresentadas. No próximo capítulo serão apresentados os resultados e discussões deste trabalho, bem como serão transcritos os trechos dos livros relacionados as suas respectivas unidades de contexto e de registro e a análise individual de cada livro.

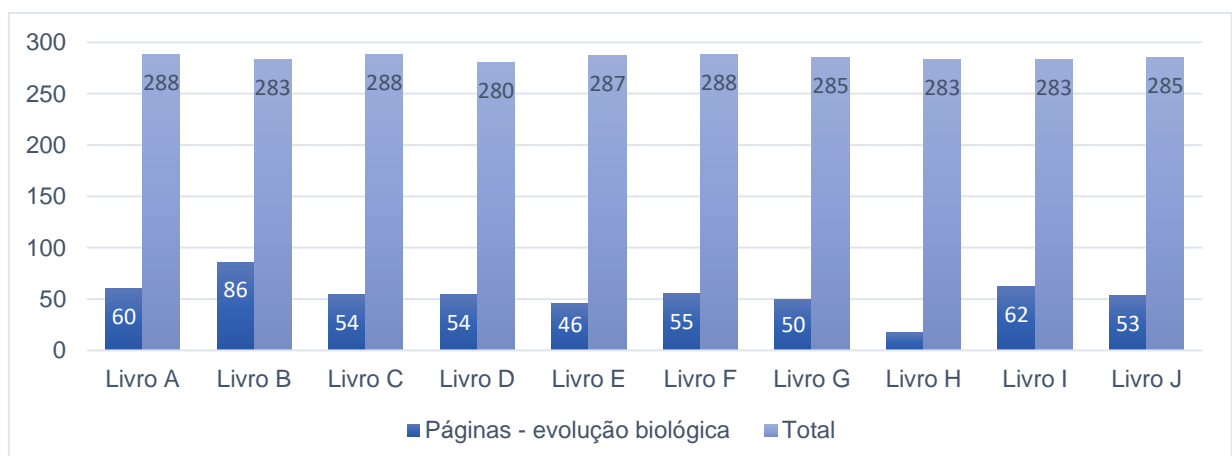
## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentaremos os resultados e discussões dos dados. Iniciaremos apresentando dados gerais dos livros como o número de páginas que cada livro analisado dispõe a respeito do conteúdo de evolução biológica, levantamento geral dos temas controversos apresentados nos livros e a justificativa da nossa escolha. Por fim, a análise individual dos livros didáticos parte 1 e parte 2 com uma síntese da análise dessas partes. Importante destacar que o trabalho foi dividido em duas partes, como dito anteriormente, sendo então a parte 1 referente ao conteúdo da extinção dos dinossauros e a parte 2 sendo referente ao melanismo industrial. Ao final, um panorama geral será apresentado para as discussões.

Começaremos com o número de páginas nos livros didáticos, e para facilitar a visualização, apresentaremos os números por meio de gráfico exibido na Figura 1. Ao analisar tal gráfico, podemos identificar que em todos os livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 o conteúdo de evolução biológica está presente. Cada coluna do gráfico representa o número de páginas destinadas a esse assunto nos livros.

Sendo assim, o livro B é o que mais apresenta páginas referente ao conteúdo de evolução com 86 páginas do total de 283 páginas do livro, e o livro com menor número de páginas referente ao conteúdo de evolução é o livro H com 17 páginas do total de 283 páginas do livro. Vale lembrar que tanto o livro B quanto o livro H pertencem à editora Moderna. A presença de muitas páginas nem sempre é um fator substancial, já que para o ensino o relevante é conteúdo.

**Figura 1** – Gráfico do número de páginas referente ao conteúdo de Evolução e o número total de páginas dos Livros Didáticos



Fonte: A autora (2020).

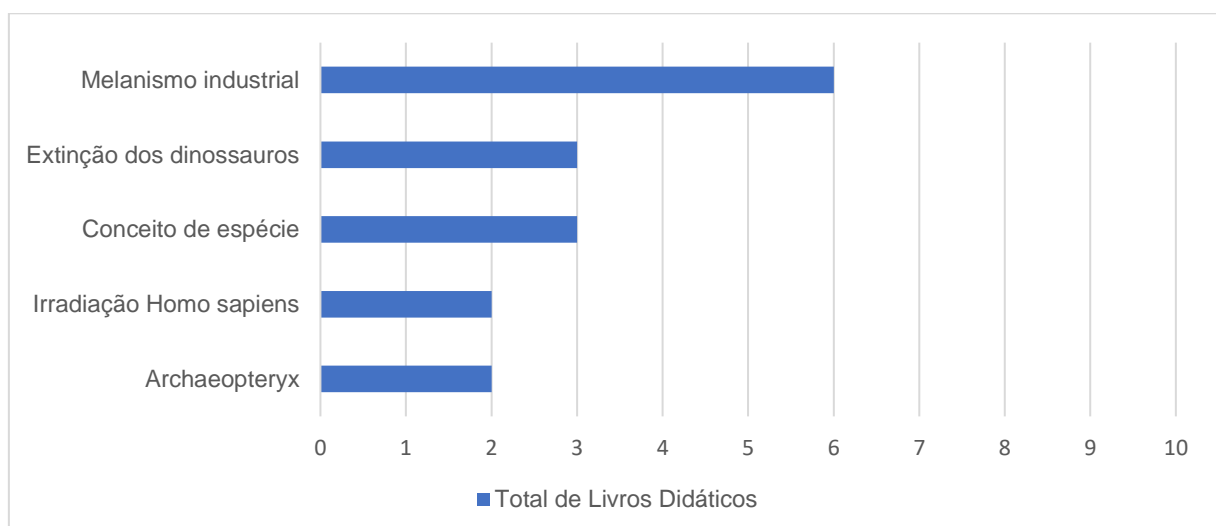
Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) propõem que sejam abordados no conteúdo de evolução biológica os tópicos a respeito da origem da vida; evidências fósseis; estrutura homóloga; estrutura análoga; estruturas vestigiais; fixismo; Lamarck; Darwin; neodarwinismo; mutação gênica; alterações cromossômicas; recombinação genética; seleção natural; isolamento reprodutivo; processos evolutivos complementares; equilíbrio genético; especiação; irradiação adaptativa e convergência evolutiva.

O número de páginas destinadas à evolução é muito semelhante no restante dos livros. Contudo, mesmo com o número de páginas similares, o enfoque dos tópicos difere em cada livro analisado. Nem todos tratam de todos os assuntos, o que evidencia uma discordância com os PCNEM.

Na análise flutuante das unidades referente ao conteúdo de evolução elencamos temas que apresentassem um conteúdo para ser trabalho como controvérsias científicas, com isso, no gráfico representado na Figura 2 foi quantificado a presença dos temas controversos encontrados nos dez livros de Biologia do Terceiro ano do Ensino Médio.

Como podemos observar, o tema de melanismo industrial está presente em 60% dos livros analisados, o que nos dá um total de 6 dos 10 livros. E o tema de extinção dos dinossauros em 30%, referente a 3 dos 10 livros, ressaltando que apenas em 2 livros (L-A e L-B) estão presentes os dois temas.

**Figura 2** – Gráfico referente aos temas controversos presente na unidade de Evolução nos Livros Didáticos



Fonte: A autora (2020).

Foram encontrados cinco temas controversos na unidade evolução, entretanto, resolvemos elencar apenas duas controvérsias que proporcionalmente mais apareciam nos livros didáticos. Analisando o gráfico é possível perceber que a extinção dos dinossauros e o melanismo industrial aparecem nos livros com as maiores proporções, o que justificou a escolha para a pesquisa.

Após a elaboração das unidades de análise, estabelecemos a leitura aprofundada dos conteúdos de evolução biológica nos livros didáticos. Para a apresentação dos dados, optamos primeiramente pela análise da parte da evolução biológica de cada um dos livros e de quais categorias foram identificadas, para melhor caracterizar cada obra.

### **Livro A (L-A):**

Este livro didático apresenta os dois temas controversos. Foram analisados o tema extinção dos dinossauros e melanismo industrial, respectivamente. Desta maneira, para o L-A apresentaremos as unidades de contexto 1, 2 e 3.

## **Parte 1 – Extinção dos dinossauros**

### **(UC1): Aspectos epistemológicos**

Unidade de Registro 1.1: Contextualizada como controvérsia.

O trecho mais representativo referente ao conteúdo de extinção dos dinossauros contextualizado como controvérsia científica é apresentado a seguir:

Diversas hipóteses tentam explicar esse episódio, entre as quais duas se destacam: a dos gradualistas (que acreditam que a extinção foi gradual e que sua causa teve origem na própria Terra) e a dos catastrofistas (que acreditam na extinção catastrófica com causa extraterrestre) (Página 163).

Unidade de Registro 1.4: Não apresenta delimitação de tempo.

O livro não apresenta a delimitação de tempo, por isso foi classificado nessa unidade.

Unidade de Registro 1.5: Caracteriza diferentes grupos em discussão do tema.

Selecionamos o trecho abaixo presente no livro e que faz referência à extinção dos dinossauros, tendo sido essa a passagem que mais se enquadrou na descrição da unidade de registro:

Para os gradualistas, a grande extinção do final do Cretáceo pode ser explicada por uma intensa atividade vulcânica, que teria perdurado por milhões de anos, a ponto de criar fuligem suficiente para bloquear a luz do Sol [...] Para os catastrofistas, entretanto, um grande asteroide teria colidido com a Terra, levantando poeira e fuligem suficientes para cobrir todo o planeta, ocasionando as mudanças climáticas [...] Um novo estudo divulgado [na revista Science], Sob a direção de Paul Renne, revela que a colisão aumentou a atividade vulcânica, e a combinação de ambos os fenômenos acabou com eles (Página 164).

Unidade de Registro 1.8: Não apresenta conclusão da controvérsia.

Como a controvérsia da extinção dos dinossauros não foi encerrada, não há no livro uma conclusão, sendo assim inserida nesta unidade de registro.

## **(UC2): Vertentes da controvérsia extinção dos dinossauros**

Unidade de Registro 2.2: Asteroide e Vulcanismo.

Selecionamos o trecho a seguir referente à extinção dos dinossauros que foi apresentado no livro com as teorias de que a extinção teria ocorrido por conta do impacto do asteroide e pelo vulcanismo:

A combinação do impacto do meteoro e o aumento da atividade vulcânica intoxicou o ar e os ecossistemas, enchendo o planeta de substâncias nocivas que provocaram o desaparecimento de várias espécies. “Baseando-nos em nossas datas de atividade vulcânica, estamos bastante seguros de que os dois eventos (o impacto do meteoro e as erupções) provocaram a extinção em massa”, explicou Renne [...] (Página 164).

## **Parte 2 – Melanismo industrial**

### **(UC1): Aspectos epistemológicos**

Unidade de Registro 1.1: Contextualizada como controvérsia.

O livro L-A apresenta também o conteúdo de melanismo industrial. Por isso, selecionamos trecho a seguir que mais se enquadrou na contextualização da controvérsia:

Os estudos de Kettlewell foram recentemente contestados, principalmente porque ele não considerou fatores como a migração das mariposas nem o fato de que os pássaros podem enxergar, em certa medida, a luz ultravioleta, e talvez possam distinguir o que nos parece camuflado. Outros autores, entretanto, ainda consideram o melanismo industrial um dos melhores exemplos de seleção natural. Um dos principais contra-argumentos advém de novos estudos realizados em áreas urbanas da Inglaterra, despoluídas em consequência de políticas ambientais. (Página 136).

Unidade de Registro 1.4: Não apresenta delimitação de tempo

O livro não apresenta o período entre os trabalhos dos pesquisadores, logo, foi classificado nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.6: Não caracteriza diferentes grupos em discussão do tema

Como o livro não apresentou discussões entre diferentes pesquisadores, foi classificado nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.8: Não apresenta conclusão da controvérsia

O livro não apresenta conclusão para a controvérsia científica referente ao melanismo industrial, sendo assim, inserimos nessa unidade de registro.

### **(UC3): Vertentes da controvérsia melanismo industrial**

Unidade de Registro 3.1: Explicação de Kettlewell

O trecho apresentado aqui foi retirado do livro L-A e foi o que melhor se enquadrou na unidade de registro

De acordo com os experimentos realizados em meados dos anos 1950 pelo inglês H.B.D. Kettlewell (1907 – 1979), antes do advento da Revolução Industrial as mariposas claras levavam vantagem sobre as escuras, já que ficavam camufladas aos olhos de pássaros predadores, quando pousavam sobre os troncos de árvores esbranquiçados pela presença de líquens [...]. (Página 136).

Analisando os trechos retirados do livro L-A, foi possível verificar que ambos os conteúdos controversos (extinção dos dinossauros e melanismo industrial) foram abordados como controvérsias científicas. Para McMullin (1987), a contextualização da controvérsia por meio das discussões dos pesquisadores, em que são demonstrados os fundamentos de suas reivindicações, é o primeiro passo para que um desacordo tenha potencial para ser transformado em controvérsia científica.

No conteúdo de extinção dos dinossauros não houve uma temporalidade histórica, não foi apresentado para o leitor nenhuma data ou período em que as pesquisas ou que a controvérsia foi desenvolvida, e segundo McMullin (1987), é fundamental que uma controvérsia científica perdure por um tempo, para que os pesquisadores possam questionar e expor todas as suas ideias em discussões públicas envolvendo a comunidade científica antes de qualquer resolução. No livro foi apresentado o conteúdo de melanismo industrial e que os experimentos de Kettlewell foram realizados nos anos 50, mesmo não sendo traçada uma temporalidade, pode-se enquadrar na unidade de registro 3.1, já que nos dá uma pequena ideia de quando possivelmente começou, apesar de ser falha, pois não sabemos quando terminou, ou mesmo se terminou.

Mesmo que não exista uma conclusão atualmente sobre o motivo real da extinção em massa dos dinossauros, e por isso ela não se enquadra na unidade de registro referente à conclusão da controvérsia, é dito no livro didático que essa controvérsia ainda está em discussão apesar de não apresentar nenhuma pesquisa recente sobre o assunto. Ao final da leitura do capítulo é possível concluir que existem apenas essas duas teorias (extinção pela ação do asteroide e vulcanismo) apresentadas por eles, mas não discutem a questão das alterações climáticas, por exemplo.

Ainda que o conteúdo de melanismo industrial seja contextualizado como controvérsia científica, no livro não foi apresentada uma discussão de diferentes grupos; é abordada somente a visão de Kettlewell (1956), e não é comentado em nenhum momento sobre outros pesquisadores ou outras teorias, e sabemos que Majerus (1998) foi um dos principais críticos da sua pesquisa. No livro é apresentado que os experimentos dele “foram recentemente contestados”, mas não é dito por quem e nem se as contestações foram comprovadas posteriormente, visto que essa controvérsia científica já se encontra resolvida atualmente. Sua resolução se deu por correção, o que significa, segundo Pessoa Junior (2009), que a resolução acontece

quando argumentos são dados ou uma evidência é encontrada, justificando cientificamente que um dos lados da disputa é “correto”. Diferente do conteúdo da extinção dos dinossauros que não apresenta uma conclusão da controvérsia, mas apesar de não citar nomes de pesquisadores foi apresentado para o leitor versões distintas que eles chamam de grupo dos catastrofistas e os gradualistas, e apresentam uma pesquisa guiada por Paul Renne, único pesquisador citado no livro.

### **Livro B (L-B):**

Este livro didático apresenta os dois temas controversos, foram analisados respectivamente o tema extinção dos dinossauros e melanismo industrial. Os dados estão apresentados nas Unidades de Contexto 1, 2 e 3.

## **Parte 1 – Extinção dos dinossauros**

### **(UC1): Aspectos epistemológicos**

Unidade de Registro 1.1: Contextualizada como controvérsia.

O trecho apresentado a seguir é referente à controvérsia da extinção dos dinossauros que foi apresentado de forma contextualizada no livro:

A explicação para essa onda de extinção em massa é a queda de um cometa ou asteroide na região de Chicxulub [...] acredita-se que a extinção não foi consequência direta do impacto, mas de diversos desdobramentos do evento [...]. Recentemente, novas evidências sugerem que o impacto do asteroide provocou grandes erupções vulcânicas onde é atualmente a Índia (Página 152).

Unidade de Registro 1.4: Não apresenta delimitação de tempo.

Como o livro não apresenta o período das pesquisas, foi classificado nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.6: Não caracteriza diferentes grupos em discussão do tema.

Como o livro não citou nenhum grupo de pesquisadores ou discussões sobre o tema, foi classificado nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.8: Não apresenta conclusão da controvérsia.

A extinção dos dinossauros atualmente está sem conclusão, logo, o livro não apresenta conclusão da controvérsia, e por isso foi classificado nessa unidade de registro.

**(UC2): Vertentes da controvérsia extinção dos dinossauros**

Unidade de Registro 2.3: Asteroide, Vulcanismo e Alterações climáticas

O conteúdo extinção dos dinossauros nesse livro analisado se enquadrou nessa unidade de registro por apresentar essas três teorias. Separamos então o trecho do livro que evidenciou essa discussão:

Acredita-se que a extinção não foi consequência direta do impacto, mas de diversos desdobramentos do evento, como incêndios em escala planetária e meses de escuridão devido à poluição atmosférica [...] novas evidências sugerem que o impacto do asteroide provocou grandes erupções vulcânicas onde é atualmente a Índia, com fortes influências sobre o clima planetário, mudando dramaticamente o cenário biológico do planeta (Página 152).

**Parte 2 – Melanismo industrial**

**(UC1): Aspectos epistemológicos**

Unidade de Registro 1.1: Contextualizada como controvérsia.

O conteúdo de melanismo industrial presente no livro L-B se enquadrou nessa unidade de registro por apresentar a controvérsia de modo contextualizado:

Há alguns anos a metodologia empregada nos trabalhos pioneiros sobre melanismo industrial foi objeto de críticas (Página 125).

Unidade de Registro 1.4: Não apresenta delimitação de tempo

Não há traço de temporalidade no livro, por isso foi classificado nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.6: Não caracteriza diferentes grupos em discussão do tema

Como o livro não caracteriza diferentes grupos ou pesquisadores em discussão, foi classificado nessa unidade de registro.

### Unidade de Registro 1.7: Conclusão da controvérsia

A controvérsia a respeito do melanismo industrial apresenta-se concluída atualmente, o trecho do livro que mais se aproximou de uma conclusão está inserido nessa unidade de registro

Há alguns anos a metodologia empregada nos trabalhos pioneiros sobre melanismo industrial foi objeto de críticas, mas experimentos recentes, com métodos mais acurados, confirmaram aquelas conclusões e o melanismo industrial das mariposas continua a ser um exemplo clássico da evolução, observado em tempo real (Página 125).

### **(UC3): Vertentes da controvérsia melanismo industrial**

Os trechos referentes ao conteúdo de melanismo industrial não se enquadram em nenhuma unidade de registro desta unidade de contexto (UC3).

A partir da leitura dos trechos do livro didático L-B, verificamos que os dois conteúdos controversos são apresentados no livro, e ambos são contextualizados como controvérsia científica. Apesar de o conteúdo apresentar uma contextualização controversa, não foi possível enquadrar o livro nas demais unidades de registro que representam as definições feitas por McMullin (1987), para que o tema analisado fosse considerado uma controvérsia científica, como por exemplo, em nenhum conteúdo foi traçado uma delimitação temporal, e segundo o autor, é fundamental que uma controvérsia científica perdure por um determinado tempo. Os livros não apresentaram datas e nem períodos, o que não permite que o leitor construa uma temporalidade referente à controvérsia, os autores usaram apenas trechos como “atualmente”; “recentemente”; “trabalhos pioneiros”; nada que de fato localize o leitor no momento histórico discutido.

Ainda sobre os dois conteúdos, no livro não são apresentadas discussões de diferentes grupos ou pesquisadores sobre o tema. O que ignora o fato de que uma controvérsia científica carece de uma ampla discussão entre pelo menos dois pesquisadores e que envolva em algum momento a comunidade científica para que ela possa se desenvolver e não ser um mero desacordo. Por exemplo, referente ao conteúdo de melanismo industrial, no livro não é apresentado em nenhum momento o envolvimento de pesquisadores como Kettlewell (1956) e Majerus (1998) que são os principais envolvidos nessa temática. Entretanto, mesmo com falhas na sua estrutura, este livro didático apresenta as três teorias mais representativas das

possíveis causas da extinção dos dinossauros, ainda que de forma parcial, sem detalhar, nem envolver nome de pesquisadores. No livro foram apresentadas as três teorias, sendo elas, a extinção pelo impacto do asteroide, pelo vulcanismo e as alterações climáticas, e nele é dito que o que os pesquisadores defendem é que não seria apenas um caso isolado que teria ocasionado a extinção em massa, mas sim a união de todos os eventos catastróficos, ou seja, que o impacto do asteroide provocou grandes erupções vulcânicas que conseqüentemente afetaram o clima.

O conteúdo de melanismo industrial apresentou uma conclusão da controvérsia, porém, de uma forma confusa: “experimentos recentes, com métodos mais acurados, confirmaram aquelas conclusões e o melanismo industrial das mariposas continua a ser um exemplo clássico da evolução, observado em tempo real” (L-B, p. 125). Ao terminar de ler tal trecho, o leitor pode interpretar que os experimentos iniciais apesar das críticas estavam corretos ou que com os novos experimentos, corrigindo os erros iniciais (métodos mais acurados), o que se concluiu é o melanismo industrial continua sendo um exemplo clássico de evolução. O fato de o melanismo industrial ser sustentado até hoje como exemplo clássico da evolução, não anula os experimentos realizados de maneira incorreta por Kettlewell, e a forma como isso é dito no livro, pode causar divergências. Ou seja, os autores não apresentaram para o leitor os erros e nem a metodologia usada tanto nos primeiros como nos novos experimentos. Com isso, não foi possível enquadrar o conteúdo em nenhuma unidade de registro correspondente a unidade de contexto de conteúdo (UC3): aspectos do melanismo industrial.

### **Livro C (L-C):**

Este livro didático apresenta somente o tema melanismo industrial. Os trechos analisados estão apresentados nas Unidades de Contexto 1 e 3.

## **Parte 2 – Melanismo industrial**

### **(UC1): Aspectos epistemológicos**

Unidade de Registro 1.1: Contextualizada como controvérsia.

Mesmo que de maneira sucinta a controvérsia foi contextualizada; dessa forma, colocamos aqui o título e o trecho que se refere ao melanismo industrial no livro:

Título do capítulo – Melanismo industrial: um exemplo contravertido [...]. Há críticas à metodologia da pesquisa empregada por Kettlewell (Página 177).

Unidade de Registro 1.3: Apresenta delimitação de tempo.

Com a data de nascimento e morte dos pesquisadores e a década que foi realizado os experimentos pioneiros acerca do melanismo industrial, o livro L-C foi enquadrado nessa unidade de registro:

Experimentos feitos pelo biólogo Bernard Kettlewell (1907-1979), na década de 1950 [...]. O geneticista inglês Michael Majerus (1954-2009) foi um dos primeiros cientistas a criticar os métodos usados por Kettlewell. (Página 177).

Unidade de Registro 1.5: Caracteriza diferentes grupos em discussão do tema.

Abaixo, o trecho do livro que se enquadra em uma discussão do tema melanismo industrial por diferentes pesquisadores:

Experimentos feitos pelo biólogo Bernard Kettlewell (1907-1979), na década de 1950, pretenderam esclarecer o mecanismo de mudança de cor na população de insetos. Entretanto, há críticas à metodologia da pesquisa empregada por Kettlewell. O geneticista inglês Michael Majerus (1954-2009) foi um dos primeiros cientistas a criticar os métodos usados por Kettlewell (Página 177).

Unidade de Registro 1.8: Não apresenta conclusão da controvérsia.

Mesmo a história da ciência indicando que a controvérsia acerca do melanismo das mariposas tenha chegado a um fim, este livro apresenta uma explicação contrária:

[...] são necessários mais experimentos com a *Biston betularia* para chegar a conclusões definitivas (Página 177).

### **(UC3): Vertentes da controvérsia melanismo industrial**

Unidade de Registro 3.2: Kettlewell e Majerus

Parágrafo do livro em que os experimentos de Kettlewell e de Majerus são apresentados ao leitor:

Experimentos feitos pelo biólogo Bernard Kettlewell (1907-1979), na década de 1950, pretenderam esclarecer o mecanismo de mudança de cor na população de insetos. As conclusões a que ele chegou: em ambientes sem fuligem, mariposas claras confundem-se com o ambiente, sendo menos predadas que as escuras. Nos ambientes com fuligem, ao contrário, as escuras levam vantagem, porque se camuflam melhor. O geneticista inglês Michael Majerus (1954-2009) foi um dos primeiros cientistas a criticar os métodos usados por Kettlewell. Apesar disso, ele está convencido de que a explicação de Kettlewell referente a seleção natural é correta: a predação, associada à presença ou à ausência de fuligem, realmente determina a mudança de cor das populações de mariposas. Porém, os experimentos de Kettlewell não são apropriados, com isso, são necessários mais experimentos com a *Biston betularia* para chegar a conclusões definitivas (Página 177).

Diferentemente dos dois livros anteriores, este apresenta apenas o conteúdo de melanismo industrial, e o que nos chamou atenção ao ler o capítulo do livro – com um destaque para o tema com o título “Melanismo industrial: um exemplo contravertido” – é de fato o que podemos esperar do capítulo, o assunto é contextualizado como uma controvérsia científica. Mesmo que de forma sutil, existe uma delimitação de tempo, há uma apresentação do pesquisador Bernard Kettlewell, com sua data de nascimento e falecimento e a década que os experimentos foram realizados por ele, e mesmo que ainda não seja um traço temporal ideal, já possibilita ao leitor uma localização histórica.

Da mesma maneira que Kettlewell foi descrito no livro, Majerus (1998) também foi apresentado, mesmo que sua metodologia contrária à de Kettlewell (1956) não tenha sido descrita. Sendo assim, foram apresentados dois pesquisadores fundamentais para a controvérsia científica e a descrição em partes de suas teorias, o que enquadra este livro na unidade de registro referente à caracterização de diferentes grupos em discussão do tema.

No livro consta a contextualização, a delimitação do tema e discussões que envolvem a comunidade científica, com isso, o material é coerente com o que McMullin (1987) defende para que um assunto ou tema seja considerado uma controvérsia científica; entretanto, no livro não foi apresentada a conclusão da controvérsia. O trecho referente à unidade de registro 1.8 diz que “é necessário novos experimentos para chegar a conclusões definitivas”, apesar de que a ciência não trabalha com verdades absolutas e que sempre há possibilidades de questionamentos, o livro não

permite ao leitor identificar que até o momento a controvérsia a respeito do melanismo não apresenta novos questionamentos, evidenciando consenso em sua aceitação atual.

Infelizmente, mesmo que o nome de Majerus (1998) apareça entre os trechos, no livro sua trajetória é apresentada de forma breve, indicando que ele foi um dos principais críticos aos experimentos de Kettlewell (1956), porém, não foi discutido quais seriam essas críticas, qual sua metodologia para refazer os experimentos, entre outros. Percebe-se então que mesmo que no livro sejam apresentadas as duas visões mais importantes do assunto, não é dito nada para um fechamento adequado da controvérsia.

### **Livro D (L-D):**

Este livro didático apresenta somente o tema melanismo industrial, por isso, o conteúdo será apresentado apenas na Unidade de Contexto 1.

## **Parte 2 – Melanismo industrial**

### **(UC1): Aspectos epistemológicos**

Unidade de Registro 1.2: Não contextualizada como controvérsia.

Trecho do livro em que o conteúdo de melanismo industrial foi definido como um exemplo hipotético e não foi contextualizado como controvérsia científica:

Vamos analisar um exemplo hipotético: para uma espécie de mariposa, existem dois alelos que determinam o padrão de cor do corpo e das asas. Um alelo condiciona o caráter “cor clara” do corpo e das asas, enquanto o outro determina “cor escura”. No exemplo hipotético da população de mariposas, a alteração no ambiente, provocada pelo lançamento de fumaça das indústrias, favoreceria a seleção dos indivíduos de cor escura que, camuflados nos troncos escuros, passariam a ter maiores chances de sobrevivência e reprodução (Página 245).

Unidade de Registro 1.4: Não apresenta delimitação de tempo

Não há uma temporalidade da controvérsia, com isso o livro é inserido nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.6: Não caracteriza diferentes grupos em discussão do tema.

Como o livro não apresenta nenhuma discussão de pesquisadores, foi classificado nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.8: Não apresenta conclusão da controvérsia

Visto que o livro não contextualizou o conteúdo como uma controvérsia, ele não apresenta uma conclusão para ela, logo, o livro foi inserido nessa unidade de registro.

### **(UC3): Vertentes da controvérsia melanismo industrial**

Os trechos referentes ao conteúdo de melanismo industrial não se enquadram em nenhuma unidade de registro desta unidade de contexto (UC3).

Com relação ao livro didático, o livro L-D também só apresenta o conteúdo de melanismo industrial. Entretanto, difere na apresentação do conteúdo. Neste livro, o melanismo industrial não é contextualizado como uma controvérsia científica, sendo assim, não foi possível enquadrar nenhum trecho do livro nas demais unidades de contexto e de registro.

Em L-D, o tema não é apresentado como melanismo industrial, os trechos são simples e diretos. A espécie da mariposa *Biston betularia* não é citada, como também não é citada a Revolução Industrial e não há menção a nenhum pesquisador. O conteúdo é contextualizado geneticamente. Já no início do texto são apresentadas discussões sobre os alelos envolvidos na determinação da cor, sempre deixando claro de que se trata de um exemplo hipotético de uma determinada população de mariposas.

Diante do que McMullin (1987) e o referencial teórico deste trabalho afirmam, neste livro não foi apresentada ao leitor uma ideia da discussão e da controvérsia científica que envolve o conteúdo de melanismo industrial, principalmente pela falta da denominação ao descrever o conteúdo no livro; se o aluno não conhece nada sobre o assunto, dificilmente vai conseguir fazer a ligação de que o que está sendo descrito no livro de certa maneira condiz com o que ocorre no melanismo industrial.

### **Livro G (L-G):**

Este livro didático apresenta somente o tema melanismo industrial, os dados são distribuídos na Unidade de Contexto 1.

## **Parte 2 – Melanismo industrial**

### **(UC1): Aspectos epistemológicos**

Unidade de Registro 1.2: Não contextualizada como controvérsia.

O conteúdo de melanismo industrial nesse livro foi retratado como um exemplo de genética, explorando a relação dos fenótipos:

Um exemplo de seleção direcional é a da espécie de mariposa *Biston betularia*. Ela apresenta dois fenótipos extremos, relacionados à coloração: clara e escura. Durante a Revolução Industrial, houve um aumento da forma escura, em ambientes poluídos (Página 138).

Unidade de Registro 1.4: Não apresenta delimitação de tempo.

O livro não apresenta delimitação de tempo e por isso foi inserido nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.6: Não caracteriza diferentes grupos em discussão do tema.

Nenhum trecho do livro caracteriza grupos em discussão do tema, sendo então classificado nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.8: Não apresenta conclusão da controvérsia.

Como o livro não contextualiza o conteúdo como uma controvérsia, não foi possível apresentar conclusão da controvérsia, por isso foi inserido nessa unidade de registro.

### **(UC3): Vertentes da controvérsia melanismo industrial**

Os trechos referentes ao conteúdo de melanismo industrial não se enquadram em nenhuma unidade de registro desta unidade de contexto (UC3).

Este livro didático assemelha-se ao anterior por apresentar apenas o conteúdo de melanismo industrial e pela falta de contextualização da controvérsia científica. No livro, o conteúdo não é descrito como melanismo industrial, a contextualização se dá pelo que o autor chama de síntese moderna da evolução, na qual é discutido os tipos de seleção natural (direcional, estabilizadora e disruptiva),

sendo a direcional um exemplo do que ocorre com a espécie de mariposa *Biston betularia*, o que caracterizaria o melanismo industrial.

Visto que o livro não se enquadra na unidade de contexto (UC1) referente aos aspectos epistemológicos, o livro não condiz com as definições estipuladas por McMullin (1987) e, conseqüentemente, não foi possível enquadrar trechos do livro no restante das unidades de contexto e registro. Infelizmente não foi apresentado no livro didático L-G uma discussão sobre o assunto, o que não dá abertura para que o professor ou o aluno trate o conteúdo como uma controvérsia científica.

### **Livro H (L-H):**

Este livro didático apresenta somente o tema extinção dos dinossauros. As informações do livro são apresentadas nas Unidades de Contexto 1 e 2.

## **Parte 1 – Extinção dos dinossauros**

### **(UC1): Aspectos epistemológicos**

Unidade de Registro 1.1: Contextualizada como controvérsia.

Apresentamos o trecho do livro que melhor define essa contextualização da controvérsia relacionada à extinção dos dinossauros:

Há cerca de 65 milhões de anos, todos os dinossauros foram extintos. Muitos paleontólogos acreditam que essa extinção foi causada pela grande nuvem de poeira que se formou na atmosfera após o impacto de um grande asteroide na Terra. A hipótese do impacto do asteroide tem muitos defensores [...] (Página 27).

Unidade de Registro 1.4: Não apresenta delimitação de tempo.

O livro não apresenta temporalidade das pesquisas e teorias, sendo assim classificado nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.5: Caracteriza diferentes grupos em discussão do tema.

Essa parte do livro retrata as discussões a respeito da extinção dos dinossauros:

A hipótese do impacto do asteroide tem muitos defensores, e uma grande cratera (Chicxulub), datada de aproximadamente 65 milhões

de anos, foi encontrada na península de Yucatán, no México. Contudo, alguns cientistas propõem que essa extinção foi causada simplesmente por mudanças climáticas drásticas [...] (Página 27).

Unidade de Registro 1.8: Não apresenta conclusão da controvérsia.

Como a controvérsia da extinção dos dinossauros não foi encerrada, não há no livro uma conclusão, sendo assim inserida nesta unidade de registro.

### **(UC2): Vertentes da controvérsia extinção dos dinossauros**

Unidade de Registro 2.3: Asteroide, Vulcanismo e Alterações climáticas.

Trecho do livro L-H que melhor se enquadra na descrição da unidade de registro, a discussão envolve as três teorias referentes às possíveis causas da extinção dos dinossauros:

Muitos paleontólogos acreditam que essa extinção foi causada pela grande nuvem de poeira que se formou na atmosfera após o impacto de um grande asteroide na Terra. Contudo, alguns cientistas propõem que essa extinção foi causada simplesmente por mudanças climáticas drásticas que teriam sido provocadas por uma intensa atividade vulcânica ou mesmo como consequência da deriva continental. (Página 27).

No livro didático é apresentado o conteúdo de extinção de dinossauros contextualizada como controvérsia científica. O que chamou atenção neste livro foi o fato de ser apresentado ao leitor que a pesquisa envolveu paleontólogos, o que cria uma abertura para se discutir a importância tanto da profissão quanto dos estudos relacionados, como análise dos fósseis, já que com os avanços da ciência foi possível desmistificar algumas teorias evolutivas, incluindo a extinção dos dinossauros, traçando um caminho não linear da ciência, pois mesmo com novas possibilidades e descobertas a extinção dos dinossauros ainda não apresenta uma conclusão.

Tal fato condiz com os aspectos levantados por McMullin (1987), uma vez que ele caracteriza uma controvérsia científica como sendo aquela que apresenta uma discussão através de pesquisadores e uma comunidade científica, e que perdure por um determinado período. Apesar de o livro não trazer uma temporalidade histórica, ele caracteriza diferentes grupos em discussão do tema, mesmo que seja de forma generalizada, utilizando de termos como “paleontólogos; muitos defensores e alguns cientistas”.

Como já analisamos em outro livro didático (L-A), neste livro também foram apresentadas as duas teorias mais representativas da extinção dos dinossauros. De maneira bem objetiva, no livro é abordada a possibilidade de as nuvens de poeira causadas pelo contato do asteroide com a Terra terem causado a extinção dos dinossauros, mas por outro lado, que as atividades vulcânicas poderiam ter causado alguma alteração climática, impedindo que a vida na Terra fosse possível. Mesmo com as falhas e com trechos bem sucintos sobre o tema, de certa forma a discussão foi apresentada ao leitor como uma controvérsia científica, e a partir disso podemos enquadrar boa parte dessas discussões no livro didático nas unidades de contexto e de registro.

### **Livro I (L-I):**

Este livro didático apresenta somente o tema melanismo industrial. Desta maneira, as informações serão apresentadas na Unidade de Contexto 1.

## **Parte 2 – Extinção dos dinossauros**

### **(UC1): Aspectos epistemológicos**

Unidade de Registro 1.2: Não contextualizada como controvérsia.

Conteúdo de melanismo industrial apresentado no livro:

Um exemplo clássico de seleção ocorreu com as mariposas da espécie *Biston betularia*. Em bosques da Inglaterra, antes da revolução Industrial, predominavam mariposas claras; as escuras raramente eram encontradas. Após a revolução industrial, a situação se inverteu, ocorrendo abundância de mariposas escuras (Página 270).

Unidade de Registro 1.4: Não apresenta delimitação de tempo.

Como o livro não apresenta nenhum período da pesquisa, foi classificado nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.6: Não caracteriza diferentes grupos em discussão do tema.

Nenhuma discussão referente ao tema é encontrada nos trechos do livro, e por isso foi inserido nessa unidade de registro.

Unidade de Registro 1.8: Não apresenta conclusão da controvérsia.

Não há nenhuma indicação de conclusão da controvérsia no livro, sendo assim inserido nessa unidade de registro.

### **(UC3): Vertentes da controvérsia melanismo industrial**

Os trechos referentes ao conteúdo de melanismo industrial não se enquadram em nenhuma unidade de registro desta unidade de contexto (UC3).

Neste livro didático o conteúdo é apresentado como melanismo industrial, mas não contextualizado como uma controvérsia científica, logo, não foi possível enquadrar o livro L-I nas demais unidades de contexto e de registro. Após a leitura do capítulo, analisamos que o autor discute apenas o conteúdo de forma direta, falando sobre a revolução industrial e da oscilação da presença ou ausência da mariposa *Biston betularia*. Não é esclarecido ao leitor se foram realizados experimentos, ou se algum pesquisador descobriu essa alteração de predominância antes ou depois da revolução industrial, também não é traçada nenhuma temporalidade histórica. Ao finalizar a leitura parece que tudo se construiu sozinho e sem falhas, colaborando para a ideia de que a ciência é exata, o que não condiz com a história desta controvérsia. Diante disso, este livro não se enquadra nas definições de controvérsia científicas discutidas por McMullin (1987).

Apesar do reconhecimento de alguns pesquisadores educacionais em relação à importância do entendimento da evolução biológica para a compreensão da Biologia, observamos que na prática isso quase não acontece. O uso da História da Ciência, quando realizado adequadamente, além de tornar o assunto interessante, pode oferecer contribuições importantes acerca do desenvolvimento do evolucionismo para ser entendido hoje como produto histórico. Além da História, a Filosofia da Ciência também pode contribuir para o entendimento do evolucionismo e das controvérsias científicas (ZAMBERLAN; SILVA, 2012).

Ao realizar a análise dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, verificamos que, mesmo as controvérsias científicas estando presente em determinados assuntos, geralmente estão de maneira sutil e implícita, deixando a cargo do leitor, professor e do aluno o estabelecimento da relação.

## 6.1 APRESENTAÇÃO DOS DADOS DAS PARTES 1 E 2 POR MEIO DAS UNIDADES DE CONTEXTO E DE REGISTRO

Após análise individual dos livros enquadrando-os em unidades de Registro, para melhor caracterizar cada obra, nesta parte do trabalho apresentaremos os dados pelas Unidades de Contexto e Registro. Abaixo apresentamos o Quadro 2 com a classificação dos livros nas respectivas Unidades de Contexto e de Registro, tanto para a Parte 1 relativa à extinção dos dinossauros (L-A; L-B e L-H) como a Parte 2 relacionada ao melanismo industrial (L-A; L-B; L-C; L-D; L-G e L-I).

**Quadro 2 – Panorama geral das Unidades de Contexto e Unidades de Registro com os respectivos livros**

			<b>Livros</b>
Parte 1: Extinção dos dinossauros	UC1: Aspectos Epistemológicos	1.1 Identifica como controvérsia	L-A; L-B; L-H
		1.2 Não identifica como controvérsia	
		1.3 Delimitação do tempo da controvérsia	
		1.4 Não delimitação do tempo da controvérsia	L-A; L-B; L-H
		1.5 Presença de grupos divergentes de pesquisadores	L-A; L-H
		1.6 Ausência de grupos divergentes de pesquisadores	L-B
		1.7 Presença da conclusão da controvérsia	
		1.8 Ausência da conclusão da controvérsia	L-A; L-B; L-H
	UC2: Vertentes da controvérsia extinção dos dinossauros	2.1 Asteroide	
		2.2 Asteroide e Vulcanismo	L-A
2.3 Asteroide, vulcanismo e alterações climáticas		L-B; L-H	
Parte 2: Melanismo Industrial	UC1: Aspectos Epistemológicos	1.1 Identifica como controvérsia	L-A; L-B; L-C
		1.2 Não identifica como controvérsia	L-D; L-G; L-I
		1.3 Delimitação do tempo da controvérsia	L-C
		1.4 Não delimitação do tempo da controvérsia	L-A; L-B
		1.5 Presença de grupos divergentes de pesquisadores	L-C
		1.6 Ausência de grupos divergentes de pesquisadores	L-A; L-B
		1.7 Presença da conclusão da controvérsia	L-B
		1.8 Ausência da conclusão da controvérsia	L-A; L-C
	UC3: Vertentes da controvérsia	3.1 Kettlewell	L-A
		3.2 Kettlewell e Majerus	L-C

	melanismo industrial		
--	----------------------	--	--

**Fonte:** A autora (2020).

Começaremos a análise com a parte 1 - Extinção dos dinossauros, que envolve o tema da extinção dos dinossauros. Na unidade de contexto 1 referente aos aspectos epistemológicos, os três livros (L-A; L-B e L-H) apresentaram o tema como controvérsia científica, isso mostra que apesar da incidência baixa, visto que dos dez livros analisados só três foram enquadrados na análise, tais livros estão desempenhando um papel importante ao descrever o processo histórico da extinção dos dinossauros, mesmo que de maneiras diferentes. Os livros L-A; L-B e LH identificam o conteúdo como controvérsia científica, porém a abordagem do tema é distinta. No livro L-A é apresentado que existem diversas hipóteses que tentam explicar a extinção e destaca duas delas, sendo a dos gradualistas e dos catastrofistas. Já no livro L-B é apresentado que a explicação da extinção é a queda do asteroide, entretanto, diz que a extinção não foi consequência direta do impacto e sim de diversos desdobramentos, apresentando novas evidências. Por fim, no livro L-H é apresentado que os paleontólogos acreditam que essa extinção foi causada pela grande nuvem de poeira após o impacto do asteroide e que essa causa apresenta muitos defensores.

A unidade de registro referente a não delimitação do tempo da controvérsia, que compõe os três livros analisados, nos leva a questionar a importância dessa margem de tempo. A delimitação ajuda na compreensão e na contextualização do processo histórico, no entanto, não mostrar quando uma controvérsia começou a ser discutida no sentido de um período faz com que o leitor não tenha noção de há quanto tempo essas discussões estão acontecendo, o que dificulta a compreensão da lógica ou do delineamento das teorias.

A apresentação de diferentes grupos de pesquisadores discutindo o tema, é um dos pontos principais de uma controvérsia científica, pois mostra sua importância no meio científico e conduz os pesquisadores a demonstrar os fundamentos de suas reivindicações epistêmicas sobre o tema. Nos livros L-A e L-H foram analisados a presença de diferentes grupos de discussão do tema. No livro L-A o assunto é apresentado de maneira sucinta, descrevendo a visão dos gradualistas e dos catastrofistas; já no livro L-H é apresentada a cratera Chicxulub que foi encontrada na península de Yucatán como justificativa sobre o impacto do asteroide. Contudo, é

também apresentado que existem alguns cientistas que defendem uma mudança drástica no clima.

Os três livros estão enquadrados na unidade de registro referente à ausência da conclusão da controvérsia, já que até os dias de hoje a causa da extinção dos dinossauros ainda está em discussão. Entretanto, acreditamos que os autores possam apresentar no livro didático discussões que passem ao leitor essa informação. A maneira como o conteúdo é exposto nos livros analisados não remete a ideia de que a extinção dos dinossauros não está concluída, o único livro que traz de maneira sutil essa ideia é o livro L-A, no qual os autores apresentam as hipóteses dos gradualistas e dos catastrofistas e mostram uma nova hipótese de um estudo sob a direção de Paul Renne, que indica que os dois eventos (o impacto do asteroide e as atividades vulcânicas) provocaram a extinção. Ao final do capítulo questionam o aluno: “de que maneira essa nova hipótese concilia as hipóteses gradualista e catastrofista para explicar a extinção dos dinossauros?”.

A respeito das vertentes das controvérsias, um livro foi classificado na categoria 2.1.2 (L-A) e dois na categoria 2.1.3 (L-B e L-H). No livro L-A são apresentadas as visões do asteroide e do vulcanismo como causa da extinção dos dinossauros, o que podemos enquadrar como um problema, já que falta a discussão de novas visões e explicações científicas já existentes. Nos livros L-B e L-H foi apresentada a visão de que os asteroides, o vulcanismo e as alterações climáticas tiveram um impacto significativo na extinção em massa dos dinossauros, ampliando assim as possibilidades de discussão dentro da sala de aula e já apresentando a problemática atual acerca da discussão da extinção dos dinossauros, mesmo que de uma maneira resumida.

Na parte 2 são discutidos os aspectos epistemológicos referente ao melanismo industrial. O tema melanismo industrial está presente em seis livros didáticos analisados (L-A; L-B; L-C; L-D; L-G e L-I), porém, em apenas três deles o tema é contextualizado como controvérsia científica (L-A; L-B e L-C). A contextualização histórica de uma controvérsia científica deve apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, seus impasses e contradições e reconhecer os limites explicativos da ciência, que se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas. Cada livro discute o tema de maneira distinta: no livro L-B o conteúdo é apresentado de modo superficial, o leitor apenas tem conhecimento de que a metodologia de trabalhos pioneiros foram objeto

de críticas por parte de pesquisadores. Em L-A é apresentado que os estudos de Kettlewell foram recentemente contestados e que existe contra-argumentos feitos por outros pesquisadores. Já o livro L-C contém um capítulo intitulado “Melanismo industrial um exemplo contravertido”, e são apresentadas críticas à metodologia da pesquisa empregada por Kettlewell, onde Majerus também é citado, sendo este um dos livros mais completo nesse sentido de análise.

Como falamos anteriormente, é importante que o autor apresente uma delimitação do tempo para que o leitor compreenda e contextualize a controvérsia no momento histórico descrito. Analisando o quadro 1 é possível observar que apenas o livro L-C apresentou uma delimitação do tempo da controvérsia, quando expõe que os experimentos de Kettlewell (1956) foram realizados na década de 50, mesmo que de forma incompleta, já que a contextualização histórica não deve ser feita apenas a partir da menção de nomes e datas; porém, o leitor já consegue fazer uma relação de que são ideias que perduram por um período, o problema é que o livro apresenta as visões de Kettlewell (1956) e as críticas de Majerus (1998) no capítulo, e não existe menção de quando essas críticas ocorreram e nem se essas discussões ainda existem ou se já estão concluídas.

Ao apresentar ao leitor uma contextualização histórica por meio de comparações de explicações científicas propostas em diferentes épocas e culturas, é possível evidenciar a importância do tema no meio científico, por isso a unidade de registro referente à presença de grupos divergentes de pesquisadores discutindo suas reivindicações é uma parte importante da estruturação de uma controvérsia científica. Infelizmente, dentre os três livros que contextualizaram o tema melanismo industrial como controvérsia, apenas um (L-C) apresentou essas reivindicações epistêmicas evidenciadas por Kettlewell (1956) e Majerus (1998).

A controvérsia do melanismo industrial atualmente encontra-se encerrada, dito aqui no sentido de encerramento de Pessoa Júnior (2009), mas apesar de encerrada, não foi apresentada a conclusão da controvérsia científica nos livros L-A e L-C. No livro L-C os autores ainda terminam o capítulo dizendo que “são necessários mais experimentos para chegar a conclusões definitivas”. Apenas no livro L-B os autores apresentam uma conclusão: “[...] mas experimentos recentes, com métodos mais acurados, confirmaram aquelas conclusões dos trabalhos pioneiros”, porém, os autores não apresentaram para o leitor os erros e nem a metodologia usada tanto nos primeiros como nos novos experimentos.

As vertentes da controvérsia do melanismo industrial estão divididas em livros que apresentam a visão de Kettlewell (1956) e livros que apresentam tanto a visão de Kettlewell como a de Majerus (1998) que foi o principal crítico dos experimentos realizados por Kettlewell na década de 50. O Livro L-B não foi enquadrado em nenhuma vertente, pois os autores não mencionaram nenhum dos pesquisadores. Durante o desenvolvimento do capítulo do livro os autores sempre utilizaram os termos “trabalhos pioneiros” ou “experimentos recentes”. Sendo assim, o leitor não tem conhecimento de quem realizou esses trabalhos ou experimentos, o que caracterizamos aqui como um problema dentro da análise. O Livro L-A apresentou apenas os experimentos de Kettlewell (1956) e o livro L-C discute os experimentos de Kettlewell e as críticas de Majerus (1998) e, ainda que sejam citados, dão a impressão de que a ciência se faz sozinha. Assim, do ponto de vista da análise, o livro L-C seria o mais completo no sentido de auxiliar o professor na contextualização histórica do melanismo industrial.

Michael Majerus (1998) relatou em seu livro que as mariposas não pousam naturalmente em posições expostas nos troncos das árvores, fato este que destaca um dos pontos primordiais que “invalidam” os experimentos de Kettlewell (1956). Como as mariposas normalmente não pousam nos troncos, as fotografias dos livros didáticos tiveram que ser feitas. Algumas foram produzidas com mariposas vivas, mas muitas fotografias de livros didáticos usavam mariposas mortas colocadas ou presas nesses troncos (CHANG, 2002). No entanto, não é dito aos alunos que o que está sendo mostrado é uma situação completamente artificial; sendo assim, os livros didáticos que usam essas fotos encenadas sem identificá-las como tais enganam os leitores sobre esse importante fato e de certa forma invalidam a possibilidade de discussão a respeito dos experimentos. Dos livros analisados, cinco (L-A; L-B; L-C; L-G e L-I) utilizam a clássica fotografia das mariposas nos troncos das árvores.

Nosso trabalho evidencia o que já foi levantado por Bizzo em 1994, que já discutimos anteriormente. Ao analisarmos as unidades de contexto e de registro, identificamos que alguns dos equívocos que foram questionados no relatório elaborado por Bizzo e enviado ao MEC, perduram até os dias de hoje. A controvérsia científica referente ao melanismo industrial está encerrada, e os livros didáticos de uma maneira geral não apresentam essa informação aos estudantes. Consideramos significativo que uma controvérsia científica amplamente conhecida, estudada e utilizada em livros didáticos deva ser apresentada com os aspectos pertinentes, ou

seja, se a controvérsia está encerrada e já é sabido pelo meio científico que os experimentos de Kettlewell – apesar de terem sido relevantes na época – já não podem ser utilizados atualmente como exemplos da seleção natural, essa informação deve ser trabalhada com os estudantes. Se os livros didáticos pretendem continuar usando as mariposas como um exemplo da seleção natural, os autores precisam então escrever a respeito da visão de Kettlewell, por compor os aspectos históricos da controvérsia, mas, por outro lado, complementando com os novos experimentos e sua conclusão. O problema se enquadra no uso das fotografias clássicas das mariposas nos troncos das árvores sem a devida apresentação da controvérsia que a imagem representa.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As controvérsias científicas têm o papel de caracterizar mudanças intelectuais e de desenvolvimento da e sobre a Ciência. Diante da importância do seu papel na construção do conhecimento científico, do desenvolvimento da ciência por meio da contextualização histórica, da importância do livro didático para o processo de ensino e aprendizagem, e ainda entendendo a importância deste assunto estar presente nos livros, buscamos responder nossas questões de pesquisa. Tais questões referiam-se à organização e ao conteúdo de evolução biológica nos livros didáticos de Biologia do 3º ano do Ensino Médio, à apresentação de temas de evolução biológica como controvérsias científicas e análise dos aspectos epistemológicos e históricos dessas controvérsias.

A investigação realizada partiu da premissa fundamentada na literatura de que a discussão de temas controversos ocupa um papel relevante na educação científica dos cidadãos, devido ao seu potencial para a construção de uma imagem mais real e humana da atividade científica, e para a valorização de competências essenciais a uma cidadania ativa e responsável. A abordagem de temas controversos em sala de aula poderá contribuir tanto em termos de aprendizagem da ciência (conteúdo, processos e natureza) como em termos do desenvolvimento cognitivo, social, moral e ético dos estudantes.

Acreditamos que a História e a Filosofia da Ciência podem contribuir para que essa abordagem pelas controvérsias científicas de alguma forma desmitifique a ciência, que muitas vezes é veiculada como uma atividade neutra e cumulativa. O uso da História e da Filosofia da Ciência nas aulas de Ciência e Biologia pode auxiliar uma efetiva compreensão dos aspectos epistemológicos por meio da Filosofia da Ciência e dos processos históricos das diferentes visões sobre os fenômenos da natureza através da História da Ciência e mais, pode despertar nos alunos o interesse na busca não só da compreensão, mas também de novas possibilidades de solução para determinadas problemáticas.

Realizou-se uma revisão de literatura na qual apresentamos um breve histórico das políticas públicas e o processo avaliativo do livro didático no Brasil. Escrevemos também, brevemente, a respeito das pesquisas com a temática evolução biológica nos livros didáticos. Apresentamos posteriormente as concepções e os aspectos das controvérsias científicas e discutimos a importância das controvérsias

no âmbito do Ensino de Ciências, apresentando os aspectos históricos dos temas controversos da extinção dos dinossauros e do melanismo industrial. Terminamos realizando as análises das unidades de contexto e de registro obtidas por meio da análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018.

Nossa pesquisa buscou analisar o livro didático e os temas controversos presente nestes livros. Esses, como já justificado ao longo da pesquisa, são fontes de conhecimento para muitos estudantes brasileiros. As controvérsias científicas têm se mostrado um possível meio para se atingir um ensino significativo, que permita ao aluno questionar, problematizar e buscar soluções. Dos dez livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018, três não fizeram parte da análise por não apresentarem os temas relacionados à extinção dos dinossauros e ao melanismo industrial (L-E; L-F e L-J), e dentre os sete livros analisados que apresentaram os temas, três falam a respeito do tema melanismo industrial mas não contextualizaram o assunto como controvérsia científica (L-D; L-G e L-I), três apresentaram o melanismo contextualizado como controvérsia (L-A; L-B e L-C), e três apresentaram a extinção dos dinossauros contextualizado como controvérsia (L-A; L-B e L-H).

Apenas os livros didáticos L-A e L-B apresentam os dois temas (extinção dos dinossauros e melanismos industrial); o livro L-C além de apresentar apenas o tema melanismo industrial e de maneira reduzida e simplificada, os autores excluíram o tema de extinção dos dinossauros. O que questionamos aqui é a exclusão do conteúdo referente à extinção dos dinossauros, seja ela apresentada como controvérsia científica ou não. Como foi analisado apenas uma parte do livro, podemos criticar apenas essa parcela do livro que não foi apresentado o conteúdo da extinção dos dinossauros, não discutir a extinção é não tratar sobre uma parte da história evolutiva do planeta, distanciando o conhecimento de vida do conhecimento científico.

Não existe um número específico de controvérsias científicas que um livro didático deve apresentar sobre assuntos científicos para ser considerado um bom livro, visto que o mais importante é que o livro priorize a qualidade do conteúdo controverso do que a quantidade. Um livro didático que apresente uma controvérsia científica que seja bem contextualizada, que apresente conceitos e os processos epistemológicos e históricos do conhecimento científico, tende a ser um bom material, auxiliando o professor durante o preparo das suas aulas e os alunos durante a leitura do material.

Vários temas dentro da Biologia são passíveis de discussão a respeito do avanço científico, em relação às novas pesquisas e novos instrumentos de análise e discussões no meio acadêmico. O melanismo industrial, por exemplo, oportuniza discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural. Entendemos que as discussões acerca das controvérsias científicas caminham para a construção do conhecimento científico e do pensamento crítico.

Durante a análise, notou-se que mesmo alguns livros didáticos apresentando os temas da extinção dos dinossauros e do melanismo industrial como controvérsias científicas, nem sempre a controvérsia foi discutida ou apresentada de forma integral: por exemplo, no livro L-A o tema controverso sobre o melanismo industrial discute apenas os experimentos de Kettlewell (1956), sem apresentar seu maior crítico que é o Majerus (1998); em relação à extinção dos dinossauros, as teorias discutidas são do asteroide e do vulcanismo, sendo que os autores não apresentam nenhuma discussão recente e nem a teoria de alterações climáticas. Com isso, entendemos que as dificuldades em compreender o ensino de evolução biológica, e conseqüentemente as controvérsias científicas, está pautada na descontextualização, fragmentação e ausência dos conceitos, o que ocasiona problemas conceituais. Não queremos encontrar culpados para tal realidade, e nem generalizar os materiais didáticos, mas é interessante que se questione o porquê de ainda existir esse tipo de problemática nos livros didáticos atuais.

É importante que o conteúdo de Evolução Biológica desempenhe um papel organizador da Biologia. Para isso, o conteúdo precisa ser apresentado no livro didático, de maneira adequada, organizada e contextualizada historicamente. O guia digital do PNLD 2018 traz que todas as obras aprovadas estão adequadas e são capazes de produzir um ensino cada vez mais voltado para uma leitura crítica do mundo. Contudo, alguns aspectos como as controvérsias científicas poderiam ser mais bem explorados nas obras.

Diante dos resultados da análise das unidades de contexto e de registro, em que analisamos tanto os aspectos epistemológicos quanto os aspectos históricos das controvérsias científicas, pode-se indicar que embora haja uma apresentação moderada dos temas controversos elencados nos livros didáticos mais atuais, tal apresentação ainda apresenta problemas e equívocos. É importante ressaltar aqui que a problemática discutida por nós neste trabalho é referente apenas a parcela do livro que foi analisado por nós, que são as controvérsias da extinção dos dinossauros

e do melanismo industrial. Nota-se uma abordagem sutil, como por exemplo o tema extinção dos dinossauros, sendo que dos dez livros aprovados pelo PNLD apenas três apresentaram o tema como controvérsia científica, ou seja, sete livros ainda estão sendo distribuídos sem que essa temática seja abordada na sala de aula de modo que contribua para a construção do conhecimento biológico dos estudantes.

O tema do melanismo industrial consta em seis dos dez livros didáticos analisados, todavia, apenas em três livros o tema foi contextualizado como controvérsia científica. Os três livros que não contextualizaram o tema como controvérsia trazem uma problemática ainda maior, pois além de não apresentar os aspectos epistemológicos e históricos, discutindo a respeito dos experimentos, os autores ainda apresentam o assunto de maneira tão mínima que não tem espaço para discussões do processo evolutivo. Por exemplo, no livro L-G (p. 138) o tema do melanismo industrial está resumido em um parágrafo, onde a autora descreve que “a mariposa apresenta dois fenótipos extremos relacionados a coloração (clara e escura), durante a revolução industrial houve um aumento da forma escura em ambientes poluídos, nesses locais a mariposa estaria menos suscetível à predação por aves”, finalizando com a foto das mariposas nos troncos das árvores. Entre as vertentes da controvérsia, apenas o livro L-A pode ser enquadrado na unidade de registro referente às visões de Kettlewell, ou seja, dos três livros que apresentaram o tema controverso, apenas um apresenta somente o aspecto histórico dos experimentos de Kettlewell. Os autores escrevem que “os estudos de Kettlewell foram recentemente contestados” e finalizam com a foto das mariposas nos troncos das árvores. Essa informação flutuante pode causar confusão ou até mesmo desinteresse sobre o assunto.

Concluimos, então, que todo material didático apresenta limitações, os livros didáticos são um exemplo disso, e dependendo do olhar que se utiliza para analisá-los, o pesquisador visualizará algum problema, sendo eles conceitual, didático, etc. pois são produções humanas. Percebemos que mesmo alguns livros didáticos terem apresentado controvérsias científicas referente à extinção dos dinossauros e/ou melanismo industrial, os autores dos livros tendem a apresentar o conteúdo delimitado e muitas vezes reduzido ao invés de compor uma transversalidade e, em alguns momentos, os procedimentos científicos, principalmente com relação à evolução biológica, estão historicamente descontextualizados. Os livros ainda não apresentam a evolução como a teoria fundamental e unificadora da Biologia, e isso impede que o

estudante compreenda a teoria de modo que consiga aplicá-la para interpretar os fenômenos biológicos.

## REFERÊNCIAS

- AGRASO, M. F.; ALEXANDRE, M. P. J. Clonación terapéutica? Decisiones sobre dilemas éticos en el aula. **Alambique: Didactica de las ciencias experimentales**, n. 49, p. 43-50, jan. 2006.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é história da ciência**. São Paulo: Brasiliense, 2004.
- ALLCHIN, D. **Teaching the Nature of Science: Perspectives e Resources**. Minneapolis: SHiPS Education Press, 2013.
- ALMEIDA FILHO, E. **Críticas à abordagem da evolução em livros didáticos de biologia**. Campinas, SP: UNASP – NEO, 2005.
- ALMEIDA, L. F.; REIS, V. S.; SOUZA, J. F.; VIEIRA, F. S. Ensino de Paleontologia: uma abordagem não-formal no Laboratório de paleontologia da Universidade Federal de Sergipe. **Terrae Didática**, v. 10, n. 1, p. 14-21, 2014.
- ALMEIDA, A. V.; FALCÃO J. T. R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 17-32, 2005.
- ALMEIDA, A. V.; FALCÃO, J. T. R. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de Biologia no Brasil. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 3, p. 649-665, 2010.
- ALVAREZ, L.; ALVAREZ, W.; ASARO, F.; MICHEL, H. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction. **Science**, v. 208, n. 4445, p. 1095-1108, 1980.
- AMARAL, I. A. Currículo de ciências: das tendências clássicas aos movimentos de renovação. In: BARRETO, E. S. S. (org.). Os currículos do ensino fundamental para as escolas brasileiras. Campinas-SP: Autores Associados; São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 1998. p. 203.
- ANDRADE, D. X.; GENOVESE, C. L. C. R.; GENOVESE, L. G. R. A controvérsia entre o blu-ray e o hd-dvd em aulas de física na perspectiva da social construction of technology (scot). **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 1-23, 2017.
- ARAÚJO JUNIOR, H. I.; PORPINO, K. O. Análise da abordagem do tema paleontologia nos livros didáticos de biologia. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 33, n. 1, p. 63-73, 2010.
- ASSAD, L. Controvérsias, debates, disputas e farsas: a ciência não é feita por deuses. **Com Ciência**, Campinas, n. 52, out. 2013.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BELLINI, L. M. O conceito de evolução nos livros didáticos: avaliação metodológica. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 17, n. 33, p. 7-28, jan./abr. 2006.

BISHOP, B. A.; ANDERSON, C. W. Student Conceptions of Natural-Selection and Its Role in Evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 5, p. 415-427, may 1990.

BIZZO, N. M. V. A avaliação oficial de materiais didáticos de Ciências para o Ensino Fundamental no Brasil. *In*: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, São Paulo, 7., 2000. **Coletânea** [...], São Paulo, 2000. p. 54-58.

BIZZO, N. M. V. Ciências biológicas. *In*: BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares nacionais do ensino médio**. Brasília, DF: MEC, 2004.

BIZZO, N. M. V. **Ensino de Evolução e História do Darwinismo**. 1991. 494 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-16082013-145625/pt-br.php>. Acesso em: jun. 2019.

BIZZO, N. M. V. From Down House Landlord to Brazilian High School Students: What Has Happened to Evolutionary Knowledge on the Way? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 31, n. 5, p. 537–556, 1994.

BIZZO, N. M. V. **Pensamento científico**: a natureza da ciência no ensino fundamental. São Paulo: Melhoramentos, 2012.

BNCC: um resumo das mudanças trazidas pela base nacional curricular comum. **Portabilis**, [2018]. Disponível em: <https://blog.portabilis.com.br/mudancas-da-bncc/>. Acesso em: out. 2019.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRANTE, T.; ELZINGA, A. Towards a theory of scientific controversies. **Science Studies**, v. 3, n. 2, p. 33-46, 1990.

BRASIL, Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME, 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação; Conselho Pleno. Parecer nº 11, de 30 de junho de 2008. Proposta de experiência curricular inovadora do Ensino Médio. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático PNLD 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: MEC/SEF, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 13.415/2017, de 13 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: MEC/SEF, 2017a.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília: MEC/SEF, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Biologia**: catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM/2007. Brasília, 2006b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2006a.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2018**: Biologia – guia de livros didáticos – Ensino Médio/ Ministério da Educação – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: MEC, 2017b.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília, DF: MEC; SEB; DICEI, 2013.

BULLA, M. E. **O papel das interações polêmicas (controvérsias científicas) na construção do conhecimento biológico**: investigando um curso de Formação continuada de professores sobre Evolução Humana. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAIMI, F. E. O livro didático no contexto do PNLD: desafios comuns entre as disciplinas escolares. *In*: ANPED SUL, 10., 2014. **Anais** [...]. Florianópolis, out. 2014.

CANAVARRO, J. M. **Ciência e Sociedade**. Coimbra: Quarteto, 1999. (Coleção Nova Era).

CASSAB, R. C. T. Objetivos e Princípios. *In*: CARVALHO, I. **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

CASTELFRANCHI, Y. Scientists to the streets – Science, politics and the public moving towards new osmoses. **Journal of Science Communication**, v. 1, n. 2, jun. 2002.

CERICATO, L. Os desafios da BNCC para quem trabalha com livros didáticos. **Publishnewes**, Opinião, 06 ago. 2018. Disponível em: <https://www.publishnews.com.br/materias/2018/07/31/os-desafios-da-bncc-para-quem-trabalha-com-livros-didaticos>. Acesso em: jul. 2019.

CHANG, K. On scientific fakery and the systems to catch it. **The New York Times**, v. 15, n. 10, 2002.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação & Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, 2004.

CICILLINI, G. A. **A evolução enquanto um componente metodológico para o Ensino de Biologia no 2º Grau**: análise da concepção de Evolução em livros didáticos. 1991. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, 1991.

CICILLINI, G. A. A Evolução enquanto um componente metodológico para o Ensino de Biologia no 2º grau. **Educação e Filosofia**, Uberlândia, v. 7, n. 14, p. 17-37, 1993.

COELHO, A. O. **Desenvolvimento e validação de uma sequência didática sobre eletromagnetismo na perspectiva da História da Ciência e do Ensino por Investigação**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

COMO AS CRIANÇAS podem aprender história com os dinossauros. **Vila Encantada – Parque Educativo**, Pomerode, 13 out. 2018. Disponível em: <http://www.vilaencantada.com.br/blog/paleontologia/como-as-criancas-podem-aprender-historia-com-os-dinossauros/>. Acesso em: abr. 2019.

COOK, L. M.; GRANT, B. S.; SACCHERI, I. J.; MALLET, J. Selective bird predation on the peppered moth: the last experiment of Michael Majerus. **Biology Letters**, v. 8, n. 4, nov. 2012. Disponível em:

<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsbl.2011.1136>. Acesso em: jan. 2020.

COYNE, J. **A história da mariposa salpicada é sólida**. Tradução de Rodrigo Véras. Wordpress. Why Evolution is true. 2012. Tradução de The peppered moth story is solid.

CREED, E. R.; LEES, D. R.; BULMER, M. G. Pre-adult viability differences of melanic *Biston betularia* (L.) (Lepidoptera), *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 13, n. 4, p. 251-262, 1980.

DALAPICOLLA, J.; SILVA, V. A.; GARCIA, J. F. M. G. Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 150-172, 2015.

DASCAL, M. **A Dialética na construção coletiva do saber científico**. São Leopoldo: Unisinos, 2005. Disponível em: <http://www.tau.ac.il/humanities/philos/dascal/publications.html>. Acesso em: dez. 2019.

DASCAL, M. Epistemologia, controvérsias e pragmática. **Revista Brasileira de História da Ciência**, n. 12, p. 73-98, 1994.

DE DEO, A. S. R.; DUARTE, L. M. Análise de livro didático: as diversas abordagens e métodos aplicados ao ensino de língua estrangeira. **Revista Eletrônica Unibero de Produção Científica**, São Paulo, set. 2004. Disponível em: [http://www.unibero.edu.br/download/revistaeletronica/Set04\\_Artigos/An%E1lise%20de%20Livro%20Did%E1tico%20-%20TI.pdf](http://www.unibero.edu.br/download/revistaeletronica/Set04_Artigos/An%E1lise%20de%20Livro%20Did%E1tico%20-%20TI.pdf). Acesso em: jun. 2019.

DEMASTES, S. S.; SETTLAGE, J.; GOOD, R. Students Conceptions of Natural-Selection and Its Role in Evolution - Cases of Replication and Comparison. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 5, p. 535-550, 1995.

DIAS, F. M. G.; BORTOLOZZI, J. Como a Evolução Biológica é Tratada nos Livros Didáticos do Ensino Médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (Enpec), 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/670.pdf>. Acesso em: ago. 2019.

DOBZHANSKY, T. Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. **The American Biology Teacher**, v. 75, n. 2, p.125-129, 1973.

EINSTEIN, A. Remarks concerning the essays brought together in this co-operative volume. *In*: SCHILPP, P. Albert Einstein: philosopher-scientist. **Library of Living Philosophers**. New York: Tudor Publishing Co., 1949. p. 683-684.

EXTINÇÃO dos dinossauros. **Portal São Francisco**, 2017. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/dinossauros/extincao-dos-dinossauros>. Acesso em: out. 2019.

FERRADOR, T. M. **Prospectos do empirismo atual**: uma análise crítica dos empirismos construtivo, estrutural, contextual e social, e a defesa de uma proposta empirista para a teoria social. 2018. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

FIPE. **Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas**. São Paulo/SP. 2019.

FRACALANZA, H. **Histórias do ensino de Biologia no Brasil**. Ensino de Biologia: histórias, saberes e práticas formativas. Uberlândia: Edefu, 2009.

FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ciência da Informação**, v. 33, n. 3, 2004.

FREITAG, B.; MOTTA, V. R.; COSTA, W. F. **O estado da arte do livro didático no Brasil**. Brasília, DF: INEP/REDUC, 1989.

FUTUYMA, D. J.; MEAGHER, T. R. **Evolution, science and society**: evolutionary biology and the national research agenda. The State University of New Jersey, New Brunswick, NJ, 1999.

GOLDSTON, M. J.; KYZER, P. Teaching evolution: narratives with a view from three southern biology teachers in the USA. **Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 46, n. 7, p. 762-790, 2009.

HARRISON, A. **Biston betularia**: heredity statistics. Transactions of the city of London Entomological and Natural History Society. 1920.

HEINZE, T. F. Mariposas Biston Betularia, melhor evidência para evolução? *In*: HEINZE, T. F. **Provas da Evolução Desaparecendo**. [S.n.]: [S.l.], 2005. p. 01-96.

HIDALGO, M. R.; PONTOLI, L. A.; GALVÃO, C. B.; OBARA, A. T. A inserção da história e filosofia da ciência no ensino de evolução na visão de licenciandos. **Interacções**, n. 39, p. 405-417, jan. 2015.

KETTLEWELL, H. B. D. Further selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera. Genetics Laboratory. **Heredity**, v. 10, n. 3, p. 287-301, 1956.

KIPNIS, N. Scientific controversies in teaching science: the case of Volta. **Science Education and Culture**, Springer, p. 33-49, 2001.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

KUHN, T. S. **The Structure of Scientific Revolutions**. Chicago: University of Chicago Press, 1962.

LAKATOS, I. **History of Science and Its Rational Reconstruction**. Cambridge: University Press, 1978.

LAUDAN, L. **Progress and its problems**. London: Routledge, 1977.

LEITE, C. J. Controvérsias científicas ou negação da ciência? A agnotologia e a ciência do clima. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 179-189, 2014.

LIMA, R. M.; SILVA, M. S.; ALMEIDA, J. M.; VÉRAS, M. A.; CAVALCANTI, M. L. F. Contribuições da disciplina de paleontologia e evolução para a formação dos licenciados em ciências biológicas do CCA-UFPB. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - EDUCERE, 12., 2015. **Anais** [...]. Curitiba: PUC, 2015.

LIVRES. **Guia de preenchimento da ficha do banco de dados Livres: livros escolares brasileiros (1810-2005)**. São Paulo: USP, 2005.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: UERJ, 1999.

LOPES, R. **A relação professor aluno e o processo ensino aprendizagem**. 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1534-8.pdf>. Acessado em: 10 jun. 2019.

LOPES, W. R.; VASCONCELOS, S. D. Representação e distorções conceituais do conteúdo “Filogenia” em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 149-165, 2012.

LUCENA, E. A. R.; OLIVEIRA, R. S.; OLIVEIRA, M. C. A. Análise da temática seleção natural nos livros didáticos de biologia do ensino médio utilizados no colégio estadual do Salobrinho, Iheus, Bahia. *In*: IV ENEBIO – ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO E BIOLOGIA, 4.; ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2., Goiânia, 2012. **Anais** [...]. Goiânia: UFG, 2012.

MACHAMER, P.; PERA, M.; BALTAS, A. Scientific Controversies: An Introduction. *In*: MACHAMER, P.; PERA, M., & BALTAS (ed.). **Scientific Controversies: Philosophical and Historical Perspectives**. New York: Oxford University Press, 2000. p. 3-17.

MACHAMER, P.; PERA, M.; BALTAS, A. **Scientific Controversies: Philosophical and Historical Perspectives**. New York: Oxford University Press, 2000.

MAJERUS, M. E. N. **Melanism: Evolution in Action**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

MANTOVANI, K. P. **O programa nacional do livro didático - PNLD**: Impactos na qualidade do ensino público. 2009. 126 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MARKO, G.; PATACA, E. Concepções de ciência e educação: contribuições da história da ciência para a formação de professores. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 45, 2019.

MARTIN, B.; RICHARDS, E. Scientific Knowledge, Controversy, and Public Decision-Making. *In*: Sheila JASANOFF, S.; MARKLE, G. E.; PETERSEN, J. C.; PINCH, T. (eds.). **Handbook of Science and Technology Studies**. Newbury Park, CA: Sage, 1995.

MARTINS, L. P. A. A história da ciência e o ensino de biologia. **Ciência & Ensino**, v. 3, n. 2, 1998.

MARTINS, L.; BRITO, A. P. A história da ciência e o ensino da genética e evolução no nível médio: Um estudo de caso. *In*: SILVA, C (org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 245-264.

MARTINS, R. A. **Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação**. *In*: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MARTINS, R. P.; SANTOS, F. R.; COUTINHO, F. A. As dificuldades na compreensão do sistema de teorias evolutivas. **Ciência em Tela**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2012.

MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 2, p. 164-214, 1995.

MATTHEWS, M. **Science Teaching**: The contribution of History and Philosophy of Science. 2. ed. New York, NY: Routledge, 2015.

MAYR, E. **Isto é Biologia**: a ciência do mundo vivo. Tradução de Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MCMULLIN, E. Scientific controversy and its termination. *In*: ENGELHARDT JUNIOR, H. T.; CAPLAN, A. L. (org.). **Scientific controversies**: case studies in resolution and closure of disputes in science and technology. University Press, 1987. p. 49-92.

MEGID NETO, J. Origens e desenvolvimento do campo de pesquisa em educação em ciências no Brasil. *In*: NARDI, R. **A pós-graduação em ensino de ciências e matemática no Brasil**. São Paulo: Livraria da Física, 2014. p. 98-139.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2003.

MENDELSON, E. Values and Science: a critical reassessment. **The Science Teacher**, n. 43, n. 1, p. 20-23, 1987.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

NARASIMHAN, M. G. Controversy in science. **Journal of Biosciences**, v. 26, n. 3, p. 299-304, 2001.

NAVES, F. Cientistas confirmam asteróide como causa da extinção. **Diário de notícias**, 06 mar. 2010. Disponível em: <https://www.dn.pt/ciencia/biosfera/interior/cientistas-confirmam-asteroide-como-causa-da-extincao-1512136.html>. Acesso em: ago. 2019.

NEHM, R. H.; SCHONFELD, I. S. Measuring knowledge of natural selection: a comparison of the CINS, and open response instrument, and oral interview. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 10, p. 1131-1160, 2008.

NELKIN, D. **Controversy: politics of technical decisions**. 2nd ed. Londres: Sage Publications, 1989.

NOBRE; S. B.; FARIAS, M. E. Interfaces entre o ensino de Biologia Evolutiva e o Pensamento Complexo. *In*: XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, 11., 2017. **Anais [...]**. Florianópolis, SC. 2017.

OLIVEIRA, C. L.; MENEZES, M. C.; DUARTE, O. M. O ensino da teoria da evolução em escolas da rede pública de senhor do Bonfim: análise da percepção dos professores de Ciências do Ensino Fundamental II. Santarém/PA. **Revista Exitus**, v. 7, n. 3, p. 172-196, 2017.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. São Paulo: Vozes, 2007.

OLIVEIRA, G. S. Divulgação da cultura científica através da teoria da Evolução Biológica. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 18-27, 2015.

ORTIZ, E.; SILVA, M. R. O livro didático e o ensino de ciências e biologia nos anais do simpósio nacional de ensino de ciência e tecnologia. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 6., Ponta Grossa, 2018. **Anais [...]**. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

PAZZA, R.; PENTEADO, P. R.; KAVALCO, K. F. Misconceptions about Evolution in Brazilian freshmen students. **Evolution: Education and Outreach**, v. 3, n. 1, p. 107-113, 2009.

PEDUZZI, L. O.; RAICIK, A. C. **Sobre a natureza da ciência**: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. Disponível em: [www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br](http://www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br). Acesso em: jun. 2019.

PEGORARO, A.; SOARES, L.; RIZZON, M. Z.; MOLIN, E.; FERNANDES, F. M.; LOVATO, L. B.; CUNHA, G. F. A importância do Ensino de evolução para o pensamento crítico e científico. **Revista Intersdisciplinar de Ciência Aplicada**, v. 1, n. 2, p. 10-15, 2016.

PEREIRA, C. M. R. **Política pública e avaliação no Brasil**: uma interpretação da avaliação do livro didático de Geografia para o Ensino Fundamental. 2004. 93 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2004.

PESSOA JUNIOR, O. A classificação das diferentes posições em filosofia da ciência. **Cognitio-Estudos: Revista Eletrônica de Filosofia**, v. 6, n. 1, 2009.

PESSOA JUNIOR, O. F. Filosofia nas Controvérsias Científicas. Os físicos precisam de filosofia?. **Cognitio-Estudos**, 2017.

PIETROSKI, E.; MEGLHIORATTI, F. A. **O conceito de seleção natural, seu contexto de produção e repercussão social**: implicações para o ensino. Curitiba: SEED, 2009. (PDE – Programa de Desenvolvimento Educacional). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2358-8.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2020.

PINHEIRO, N. A.; SILVEIRA, R. M. C.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 3, n. 1, p. 71-84, 2007.

POPPER, K. R. **Conjectures and refutations**: the growth of scientific knowledge. London: Routledge e Kegan Paul, 1963.

RAMOS, M. B.; SILVA, H. C. Controvérsias científicas em sala de aula: uma revisão bibliográfica contextualizada na área de ensino de ciências e nos estudos sociológicos da ciência & tecnologia. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., Florianópolis, SC: 2007.

REIS, P.; GALVÃO, C. Socio-scientific controversies and students conceptions about scientists. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 13, p. 1621-1633, oct. 2004.

REICHENBACH, H. **Experience and Prediction**: An analysis of the Foundations and the structure of knowledge. University of Chicago Press, Chicago, 1938.

RENNE, P.; DEINO, A.; HILGEN, F.; KUIPER, K.; MARK, D. Time scales of critical events around the Cretaceous-Paleogene Boundary. Universidade de Berkeley. **Science**. v. 339, n. 6120, p. 684-687, 2013.

RODRIGUES, R. M.; OLIVEIRA, D. H. Abordagem do tema teorias evolutivas nos livros didáticos de biologia do ensino médio. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2., Campina Grande, 2015. **Anais [...]**. Campina Grande, PB. 2015.

ROMA, V. N. **Os livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLD 2007/2009): a evolução biológica em questão**. 2011. 229. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

RUMJANEK, F. A saga da mariposa. **Ciência Hoje**, 05 ago. 2016. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/a-saga-da-mariposa/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

SAAB, W. G. L.; GIMENEZ, L. C. P. **Cadeia de Comercialização de livros**: situação atual e propostas para desenvolvimento. 1999. (Publicações BNDES).

SANDER, W. Formação e Perspectividade: controvertibilidade e proibição de doutrinação como componentes básicos da formação e da ciência. **Educação e Filosofia Uberlândia**, v. 25, n. 50, p. 757-784, jul./dez. 2011.

SANTOS, P. R. O ensino de ciências e a ideia de cidadania. **Mirandum**, ano 10, n. 7, 2014

SARGENT, T. D.; MILLAR, C.; LAMBERT, D. The “Classical” explanation of industrial melanism: assessing the evidence. *In*: **Evolutionary Biology**. Springer, Boston, MA, 1998. p. 299-322.

SCHWANKE, C.; SILVA, M. A. Educação e Paleontologia. *In*: CARVALHO, I. **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SGARBI, A. D. **História e Filosofia da Ciência na perspectiva CTSA**: uma experiência de formação de professores em turma multidisciplinar. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 15., Florianópolis, 2016. **Anais [...]**. Florianópolis, SC. 2016.

SILVA, J. A. D. Os caminhos equivocados do nosso ensino de evolução biológica. **Evolucionismo**, 21 out. 2017. Disponível em: <https://evolucionismo.org/josantonioidiasdasilva/os-caminhos-equivocados-do-nosso-ensino-de-evolucao-biologica/>. Acesso em: out. 2019.

SILVA, M. G. B.; SILVA, R. M. L.; TEIXEIRA, P. M. M. A evolução biológica na formação de professores de Biologia. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 8., Campinas, 2011. **Anais [...]**. Campinas: Unicamp, 2011. p. 1-13.

SILVÉRIO, L. E. R.; MAESTRELLI, S. R. P. O conceito molecular clássico de Gene como obstáculo pedagógico no Ensino e Aprendizagem de Genética. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 8., Campinas, 2011. **Anais [...]**. Campinas: Unicamp, 2011.

SIQUEIRA, A. C.; SCHEID, N. M. J. A abordagem dos temas controversos em livros didáticos de ciências e de biologia brasileiros. **Interacções**, n. 39, p. 69-91, 2015.

SOUZA, E. C. F.; DORVILLÉ, L. F. M. Ensino de evolução biológica: concepções de professores protestantes de Ciências e Biologia. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBIO)**, n. 7, p. 1855-1866, 2014.

SOUZA-BARROS; F.; NUSSENZVEIG, M.; VIEIRA, C. L. César Lattes: modéstia, ciência e sabedoria. **Ciência Hoje**, São Paulo, p. 10-22, 1995.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 124-31, 2004.

URQUIZA, M. A.; MARQUES, D. B. Análise de conteúdo em termos de Bardin aplicada à comunicação corporativa sob o signo de uma abordagem teórico-empírica. **Entretextos**, v. 16, n. 1, p.115-144, 2016.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental. Proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VELHO, L.; VELHO, P. The policy and politics of alternative food programs in Brazil. **História de Ciência e Saúde Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 125-157, 2002.

VÉRAS, R. O triunfo do melanismo industrial. **Evolucionismo**, 11 fev. 2012. Disponível em: <https://evolucionismo.org/rodrigovras/agora-e-oficial-o-triunfo-do-melanismo-industrial/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

ZAMBERLAN, E. S. J. **Contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino da evolução biológica**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

ZAMBERLAN, E. S. J.; SILVA, M. R. Evolução Biológica e sua abordagem em Livros didáticos. **Educação & Realidade**, v. 37, n. 1, p. 187-212, jan./abr. 2012.

ZAMBERLAN, E. S. J.; SILVA, M. R. O evolucionismo como princípio organizador da biologia. **Temas & Matizes**, v. 8, n. 15, p. 27-41, 2009.

ZHANG, L.; WANG, C.; WIGNALL, P.; KLUGE, T.; WAN, X.; WANG, Q.; GAO, Y. Deccan volcanism caused coupled pCO<sub>2</sub> and terrestrial temperature rises, and pre-impact extinctions in northern China. **GeoScienceWorld**. *Geology*, v. 46, n. 3, p. 271-274, 2018.

**ANEXOS**

ANEXO A – Referência dos dez livros didáticos de Biologia do Terceiro ano do Ensino Médio

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia Moderna**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016. v. 3.

BIZZO, N. **Biologia Novas Bases**. 1. ed. São Paulo: IBEP, 2016. v. 3.

CALDINI, N.; CÉSAR, S.; SEZAR, S. **Biologia**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. v. 3.

CATANI, A.; BANDOUC, A. C.; CARVALHO, E. G.; SANTOS, F.; AGUILAR, J. B.; SALLES, J. V.; BEZERRA, L.; OLIVEIRA, M. M.; CAMPOS, S. H.; NAHAS, T. R.; CHACON, V. **Ser Protagonista**. 3. ed. São Paulo: SM, 2016. v. 3.

FAVARETTO, J. A. **Biologia Unidade e Diversidade**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016. v. 3.

GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H.; LINHARES, S. **Biologia Hoje**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. v. 3.

GODOY, L.; OGO, M. **Contato Biologia**. 1. ed. São Paulo: Quinteto, 2016. v. 3.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016. v. 3.

RIOS, E. P.; THOMPSON, M. **Conexões com a Biologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016. v. 3.

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