



AS CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS ACERCA DO MELANISMO INDUSTRIAL: ANÁLISE DA TEMÁTICA EM LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLD 2018

SCIENTIFIC CONTROVERSIES REGARDING INDUSTRIAL MELANISM: ANALYSIS OF THE THEME IN TEXTBOOKS APPROVED BY PNLD 2018

CONTROVERSIAS CIENTÍFICAS SOBRE EL MELANISMO INDUSTRIAL: ANÁLISIS DEL TEMA EN LIBROS DE TEXTO APROBADOS POR PNLD 2018

Lucyana Nayara Afonso Silva*, **Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade****

Silva, L.N.; De Andrade, M.A. (2022). As controvérsias científicas acerca do melanismo industrial: análise da temática em livros didáticos aprovados pelo pnld 2018. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v17, n3. pp. 626- 642. DOI: 10.14483/23464712.17037

Resumo

Há uma crescente preocupação com a estruturação dos materiais didáticos, já que são importantes materiais curriculares. As pesquisas na área de ensino, apontam a importância da inserção e pesquisa acerca das controvérsias científicas. No entanto, existe poucos estudos que analisam a inserção das controvérsias científicas nos livros didáticos. Por muito tempo o melanismo industrial foi discutido pela comunidade científica, tornando-se uma controvérsia científica. A investigação deste trabalho consiste em analisar como a controvérsia científica referente ao melanismo industrial é abordado nos livros didáticos brasileiros do Terceiro ano do Ensino Médio. Sendo assim, selecionamos os livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018. A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa, de cunho bibliográfico e utilizamos a técnica de Análise de Conteúdo. Na pré-análise identificamos que apenas seis livros abordaram a temática melanismo industrial, sendo que apenas três discutiram como controvérsia científica. Diante dos nossos resultados pode-se indicar que embora alguns autores dos livros didáticos apresentassem os temas controversos, tal apresentação até este momento expõe problemas e equívocos

Palavras-Chave: Biologia; Educação; Educação pública; Epistemologia da ciência.

Abstract

There is a growing concern with the structuring of teaching materials, since they are important curricular materials. Research in the field of teaching, points to the importance of insertion and research about scientific controversies. However, there are few studies analyzing the insertion of scientific controversies in textbooks. For a long time, industrial melanism was discussed by the scientific community, becoming a scientific controversy. The investigation of this work consists of analyzing how the scientific controversy regarding industrial melanism is addressed in Brazilian textbooks of the third year of high school. Therefore, we selected the textbooks approved by PNLD 2018. The research followed a qualitative approach, of bibliographic nature and

Fecha de envío: sept 2020 / Fecha de aprobación: jun de 2022

* lucyana_silva@hotmail.com

** Universidade Estadual de Londrina, marianaandrade@uel.br e ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1945-4606>

we used the technique of Content Analysis. In the pre-analysis we identified that only six books addressed the theme of industrial melanism, and only three discussed it as a scientific controversy. In view of our results, it can be indicated that although some authors of the textbooks presented the controversial themes, this presentation so far exposes problems and mistakes.

Keywords: Biology; Education; Public education; Epistemology of science

Resumen

Existe una creciente preocupación por la estructuración de los materiales didácticos, ya que son materiales curriculares importantes. La investigación en el campo de la docencia apunta a la importancia de la inserción e investigación sobre controversias científicas. Sin embargo, existen pocos estudios que analicen la inserción de controversias científicas en los libros de texto. Durante mucho tiempo, el melanismo industrial fue discutido por la comunidad científica, convirtiéndose en una controversia científica. La investigación de este trabajo consiste en analizar cómo se aborda la controversia científica sobre el melanismo industrial en los libros de texto brasileños de tercer año de secundaria. Por ello, seleccionamos los libros de texto aprobados por el PNL D 2018. La investigación siguió un enfoque cualitativo, de carácter bibliográfico y utilizamos la técnica de Análisis de Contenido. En el pre-análisis identificamos que solo seis libros abordaron el tema del melanismo industrial, y solo tres lo discutieron como una controversia científica. A la vista de nuestros resultados, se puede indicar que, aunque algunos autores de los libros de texto presentaron los temas controvertidos, esta presentación hasta el momento expone problemas y errores.

Palabras clave: Biología; Educación; Enseñanza pública; Epistemología de la ciencia.

1. Introdução

As controvérsias científicas caracterizam-se como parte do processo de construção da Ciência, reconhecer tais controvérsias como papel importante da Ciência faz parte do processo de compreensão da natureza do conhecimento científico. Pesquisas na área de ensino apontam a importância da inserção acerca dessas controvérsias para a educação científica como também apontam os poucos estudos em relação às controvérsias em materiais didáticos. Este trabalho considerou essa lacuna como um objetivo de investigação e assim, nosso tema de pesquisa envolve analisar a presença de controvérsias científicas em materiais didáticos relacionados ao ensino de Biologia, mais especificamente como as controvérsias científicas são abordadas nos livros didáticos. Nosso estudo envolveu uma análise dos livros didáticos brasileiros do terceiro ano do Ensino

Médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático [PNLD] 2018 a fim de verificar se há a presença da controvérsia científica relacionada ao melanismo industrial e como ela é abordada.

A construção do quadro teórico desta pesquisa envolve: compreender os aspectos gerais do livro didático; a importância da História e a Filosofia da Ciência para o ensino de controvérsias científicas; a construção de um conhecimento do processo evolutivo sob o olhar das controvérsias científicas. Tal quadro dará suporte para apresentarmos o percurso metodológico e os resultados e análises.

2. O livro didático e Aspectos da evolução biológica

Consideramos a importância dos livros didáticos como objeto de pesquisa porque são registros públicos e históricos do provável cenário educacional e dos conteúdos neles ensinados em

um dado período. Durante o avanço do Brasil perante o processo de escolarização, também ocorreu uma reestruturação na produção dos livros didáticos. As metodologias de ensino na primeira metade do século passado tinham o professor como uma figura central, nas décadas subsequentes, com a democratização do ensino, os princípios metodológicos passaram a ser associados pelo papel que os livros didáticos representam no ensino (Frison *et al.* 2009).

Os livros didáticos de Biologia caracterizam-se como importantes materiais curriculares, que tem como necessidade propiciar a discussão sobre a perspectiva da realidade, além de incentivar a habilidade investigativa do aluno. É perceptível que o professor participa desse processo, já que, de acordo com Batista, Cunha e Cândido (2010 p. 146), o professor deve ser qualificado para a utilização desse recurso para promover nos alunos experiências pedagógicas significativas e diversificadas. Badzinski & Hermel (2015) apontam a importância de que sejam realizadas diversas pesquisas com livros didáticos para que estes trabalhos possam ser disponibilizados aos professores para auxiliar na sua prática docente. Os livros didáticos de Biologia do Ensino Médio constituem no Brasil, o principal meio de transposição de conteúdo do conhecimento científico para o conhecimento escolar (Kawasaki & El-Hani, 2002). Ao analisar a distribuição desses conteúdos nos livros didáticos percebe-se que em relação aos conteúdos de evolução, os Parâmetros Curriculares Nacionais [PCN] propõem os seguintes tópicos: origem da vida; evidências fósseis; estruturas homólogas e análogas; estruturas vestigiais; fixismo; Lamarck; Darwin, seleção natural; isolamento reprodutivo; processos evolutivos complementares; equilíbrio genético; especiação; irradiação adaptativa e convergência evolutiva.

Como apontado por Dalapicolla *et. al* (2015), esta apresentação de conteúdos demonstra uma visão apenas conteudista dos processos evolutivos, e reforça que a abordagem da Evolução nos livros didáticos é superficial e fragmentada. Segundo o autor:

[...] a forma descritiva utilizada para a exposição dos conceitos evolutivos não auxilia na construção de uma visão evolutiva integrada. Constatamos que há diferenças significativas nas abordagens e qualidade da exposição do conteúdo de Evolução entre as coleções, ainda que todas tenham sido aprovadas pelo PNLD (DALAPICOLLA *et. al*, 2015 p. 162).

Com isso, decidimos analisar dentro do conteúdo de evolução biológica o tópico referente à seleção natural, mais especificamente como a temática a respeito do melanismo industrial é apresentada nos materiais didáticos analisados. O melanismo industrial oportuniza discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural. 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). Como será apresentado, o enfoque para a pesquisa ocorrerá sob a ótica de aspectos da História e Filosofia da Ciência.

2.1. História e a Filosofia da Ciência

As pesquisas nos últimos 30 anos apontam que as dificuldades no processo de ensino e de aprendizagem da evolução biológica atingem praticamente todos os níveis da educação, algumas maneiras de diminuir essa dificuldade estão relacionadas com a unificação dos conteúdos, uma contextualização entre o conhecimento científico e o escolar e a inserção da História e da Filosofia da Ciência no ensino (Ortiz & Silva, 2018).

O papel da História e da Filosofia da Ciência fica ainda mais pertinente no campo da educação científica e ao abordá-la no ensino possibilita-se que o professor evite a omissão das dificuldades, proponha metodologias alternativas e discuta que o processo do conhecimento científico é feito de maneira gradativa e lenta e, mais do que isso, possibilita tornar o conhecimento científico mais acessível para o aluno. Todas essas possibilidades para o ensino exigem a integração da História e da Filosofia da Ciência no currículo de Biologia,

das escolas e dos programas de formação de professores (Martins & Brito, 2006).

Ao entender as controvérsias por meio da História e Filosofia da Ciência tem-se tanto o seu caráter descritivo e explicativo como também a possibilidade de uma visão analítica dos fenômenos estudados. Mesmo que os PCN apresentam o conteúdo de evolução em alguns tópicos o mesmo documento propõe que a contextualização histórica seja feita através da comparação de explicações científicas propostas em diferentes épocas além de uma apresentação dos conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, ou seja, ao inserir a História e a Filosofia da Ciência no ensino dando ênfase nas controvérsias científicas é possível uma contextualização adequada do conhecimento científico (Brasil, 2002).

Desde o ano de 2019 o PCN deixou de ser o documento que orientava a educação e a Base Nacional Comum Curricular [BNCC] passou a ser o novo documento. As orientações propostas pela BNCC também seguem essa ideia da contextualização histórica por meio de discussões a respeito da construção do conhecimento científico em diferentes épocas (Brasil, 2018).

Quando falamos de Ciência quase sempre conseguimos relacionar as controvérsias científicas com as importantes mudanças na forma de analisar os fenômenos no decorrer de uma época. 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, “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, mediante pesquisa de autores como Stephen Toulmin, Paul Feyerabend, Thomas Kuhn e outros, uma nova forma de olhar para a Ciência veio à tona.

Algumas áreas dentre elas, a História da Ciência e, posteriormente, a sociologia e a retórica da Ciência levaram ao reconhecimento de que fatores históricos, pessoais, culturais e sociais são componentes da Ciência (Ferrador, 2018).

A pesquisa das controvérsias contribui para uma descrição realista 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, 1994). Mendelsohn (1987) 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 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. 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). Conhecer aspectos da História e Filosofia da Ciência e seus impactos sociais é papel, também do Ensino de Ciências. Nesse sentido, as controvérsias tornam-se pontos importantes de discussão e estudo para alunos, também, da educação Básica. Peduzzi e Raicik (2017) dizem que as controvérsias são constituintes produtivos para o conhecimento pois explicitam os pressupostos teóricos e metodológicos dos pesquisadores e viabilizam análise de seus fundamentos.

No Ensino de Ciências as controvérsias científicas podem ser anexadas como componente de um debate mais abrangente, no qual está em jogo a indispensabilidade dos discursos e práticas escolares trabalharem perspectivas sobre a Ciência. Abrange-se na perspectiva de pensar em objetivos educacionais mais amplos que apenas assimilação de conteúdos científicos, tais como a qualificação dos alunos para que eles possam tomar decisões diante de adversidades que acontecem em suas vidas cotidianas que envolvam Ciência e Tecnologia (Ramos & Silva, 2007).

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).

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.

As controvérsias científicas constituem parte dos estudos da História e Filosofia da Ciência e surgem de equívocos detectáveis e corrigíveis, e que podem expressar fundamentações teóricas distintas e objetivos de pesquisa diversos. Ao falarmos em controvérsias científicas estamos utilizando a definição de McMullin de que 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*).

3. Aspectos das controvérsias científicas e a relação com o ensino de evolução

Ao adotarmos a definição de McMullin (1987) de que controvérsia é uma disputa pública acerca de

uma questão científica devemos também compreender que existem três pontos importantes em sua caracterização: (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 epistêmica; (3) nenhum desacordo, por mais intenso que seja, poderá 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 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).

Segundo Bulla,

[...] 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 e sua distinção é importante, também, para a compreensão das controvérsias científicas (BULLA, 2016 p. 89).

A disputa parece constituir-se de uma divergência bem definida na qual o componente racional é deixado em segundo plano. 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 considera

[...] a disputa como um tipo de irracionalidade, pois os contendentes não aceitam que estão errados e dificilmente haverá uma solução. Por outro lado, a discussão é considerada como um tipo de racionalidade rígida, na qual a raiz do problema é um erro relativo a algum conceito ou procedimento importante em um campo bem definido e circunscrito e, as discussões são resolvidas corrigindo-se o erro (DASCAL, 1994 p. 79).

Há, no entanto, segundo Dascal (2005) a questão das controvérsias, que ocupa uma posição intermediária entre a disputa e a discussão. Para o autor, na disputa os participantes não estabelecem a priori que o adversário está errado, em relação a discussão, a controvérsia difere “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) 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. 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.

Neste sentido, 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, sendo elas, por correção quando argumentos são dados ou uma evidência é encontrada, justificando cientificamente que um dos lados da disputa é “correto”; Por consenso quando a força de uma posição supera as outras, e chegam a um consenso, mesmo sem argumentos conclusivos (podendo ressurgir posteriormente); Por procedimento em que um procedimento formal é adotado para encerrar a controvérsia, por exemplo, por votação ou decisão governamental; Por morte natural caso a controvérsia irresoluta deixa de despertar interesse e é esquecida e por negociação quando uma solução minimamente satisfatória para as partes é obtida, sem que uma posição predomine totalmente (PESSOA JUNIOR, 2009).

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 associada ao processo de construção do conhecimento científico.

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. Um exemplo levando pelo autor é a controvérsia do melanismo industrial que teve sua conclusão após 56 anos (Assad, 2013).

É importante lembrar, que as controvérsias mostram o papel das atividades científicas na preservação e ou comutação 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 deliberações podem ser vinculadas aos conhecimentos técnico-

científicos que podem, também, ser escopo de controvérsias (Nelkin, 1989; Martin & Richards, 1995).

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 do 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 ao melanismo industrial oportunizaram discussões por parte dos pesquisadores diante da comunidade científica e as alegações tornaram-se públicas perdurando por um determinado tempo.

As controvérsias são substanciais para a formação, a prosperidade e a análise de teorias e de métodos, bem como para a compreensão de dados. As controvérsias sempre fizeram parte da Ciência; entretanto, não deve ocorrer equívocos em relação as disputas e farsas. As disputas regularmente são movidas por vaidades ou por interesses. Uma disputa quando é extremista pode levar um ou mais protagonistas à elaboração de argumentos e dados errôneos que identificam uma farsa (Assad, 2013).

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 sistemática pesquisa das controvérsias é um meio imprescindível para se contribuir para um detalhamento adequado da História da Ciência. Já que as controvérsias são o “contexto dialógico natural em que se elaboram as teorias e se constitui progressivamente seu sentido” (Dascal, 1994 p. 77).

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. Este trabalho é resultado de uma pesquisa de mestrado que analisou em livros didáticos as controvérsias relacionadas à extinção dos dinossauros, que está sendo trabalhada em outro artigo e do melanismo industrial que será apresentado a seguir.

4. A controvérsia científica do melanismo industrial

O melanismo industrial é considerado um exemplo de seleção natural em ação. As mariposas *Biston betularia* exibem variadas formas genéticas, sendo a mais popular a *typica* que é a forma branca e a forma *carbonaria* que é a preta, esta forma difere por modificações em um único gene, com o alelo *carbonaria* sendo dominante sobre a forma *typica* (Véras, 2012). Ao longo da industrialização no século XIX na Inglaterra, a frequência da forma preta das mariposas foi ampliada nas florestas mais poluídas. Com a poluição, as árvores ficaram escuras tanto em decorrência da deposição de fuligem como por causa da morte de líquens induzida pela chuva ácida. Logo, as mariposas brancas tornaram-se visíveis, enquanto as pretas mais camufladas. A predação diferencial por aves com base na camuflagem foi proposta para explicar por que o alelo preto, especialmente em áreas industriais, atingiu frequências altas.

James Tutt em 1890, foi o primeiro entomólogo a discutir a relação da revolução industrial com o aumento da forma preta da mariposa *Biston betularia*. Entretanto, à 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). O ecologista britânico Bernard Kettlewell, realizou experimentos nos quais foram liberadas mariposas pretas e brancas em florestas poluídas e não poluídas da 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 propõe 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 recapturava 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 arvores e que em alguns momentos as aves também foram direcionadas. A história da mariposa foi descrita no livro intitulado *Elephant Book*, no qual Kettlewell explicava:

[...] o carvão que queimou durante as primeiras décadas da revolução industrial 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 por meio 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 & Brakefield (1984), 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 o livro *Melanismo – evolução em ação*, em que 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 deu início ao seu experimento, que durou 6 anos: ele liberou os dois tipos de mariposas na mesma frequência que ocorria naturalmente, totalizando 4.864 mariposas em florestas não poluídas, já que não são mais encontradas florestas poluídas com fuligem na Inglaterra. Infelizmente, Majerus faleceu após o término dos experimentos sem que os resultados pudessem ser publicados.

Com a publicação do livro e com o experimento de Majerus, a comunidade científica entrou em constante 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. Eles mostram que na fração dos dois tipos de mariposas, a forma branca resistiu à predação em uma quantidade maior do que a forma preta, o que foi previsto por eles, já que a forma branca é menos visível para aves de visão eficaz nas florestas.

Em relação às mariposas brancas, as mariposas pretas sentiram uma desvantagem de sobrevivência por geração. Isso é seleção natural, e tem potencial de explicar a ampliação na frequência da forma clara desde que as leis de ar limpo foram decretadas. Foi também observado que as mariposas se assentavam naturalmente no topo das árvores, diferentemente do que Kettlewell teria visualizado nos seus experimentos. Os experimentos feitos por Majerus mostraram que os machos podem voar até 2,5 km de distância para acasalar, reforçando a ideia então de 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*).

A controvérsia gira em torno de um aspecto importante, a metodologia utilizada por Kettlewell. 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 concluíram 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 se pode 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 à migração.

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 concepções consideradas significativas por um número de cientistas praticantes. E considerando os três aspectos de McMullin (1987): a controvérsia perdurou por um período de aproximadamente 56 anos e houve reivindicações e o envolvimento da comunidade científica evidenciados por Kettlewell (1956) e Majerus (1998). O encerramento foi por correção, pois foram apresentados argumentos ou evidências alegando cientificamente que um dos lados da disputa está “correto” (Pessoa Junior, 2009).

5. Metodologia de pesquisa

A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa de cunho bibliográfico, pois analisa documentos de domínio científico tais como livros, periódicos, enciclopédias, ensaios críticos, dicionários e artigos científicos (Oliveira, 2007).

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.

A técnica utilizada para a análise das obras foi a Análise de Conteúdo proposta Bardin (2011) que utiliza procedimentos sistemáticos de descrição de conteúdos e que permite inferência de conhecimentos. Tal análise está organizada em três fases, a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados. A apresentação deste item seguirá estas três fases.

A pré-análise compreendeu a organização do material. Os 10 livros foram codificados pela letra L seguida de um número (Tabela 1) e foi realizada uma leitura flutuante nas unidades de evolução para identificar a presença de controvérsias. Foram identificadas extinção dos dinossauros

e melanismo industrial (Silva, 2018), porém, como este artigo aborda apenas as controvérsias do melanismo, nossa análise foi feita com os seis livros que abordaram essa controvérsia.

Tabela 1. Lista dos livros brasileiros 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	#Contato biologia	Marcela Ogo e Leandro Godoy	Quinteto
L-F	Biologia: Unidade e Diversidade	José Favoretto	FTD

Fonte: As autoras.

Na segunda etapa, exploração do material, ocorreu definição de categorias de análise. Depois da pré-análise elaboramos a partir do referencial teórico duas Unidades de Contexto,

UC1: Aspectos epistemológicos com oito unidades de registro e a UC2: Vertentes da controvérsia acerca do melanismo industrial com duas unidades de registro.

Na terceira fase, tratamento dos resultados, a análise dos livros ocorreu de maneira individual, cada livro foi lido e seus trechos agrupados nas unidades. 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 item serão apresentados os resultados e discussões desta pesquisa.

6. Resultados

Por meio do referencial teórico dos quais as Unidades de Contexto e Registro foram elaboradas e da análise dos livros foi possível apresentar um panorama de como a controvérsia científica relativa ao melanismo científico vem sendo apresentada nestes materiais didáticos, tanto em aspectos próprios das controvérsias como da história apresentada.

Tabela 2. Panorama das Unidades de Registro e seus respectivos livros didáticos.

UC1: Aspectos epistemológicos				L D	LE	LF
LA	LB	LC				
UR1.1	Identifica como controvérsia		X	X	X	
UR1.2	Não identifica como controvérsia					X
UR1.3	Delimitação do tempo da controvérsia			X		
UR1.4	Não delimitação do tempo da controvérsia		X	X		
UR1.5	Presença de grupos divergentes de pesquisadores			X		
UR1.6	Ausência de grupos divergentes de pesquisadores		X	X		
UR1.7	Presença da conclusão da controvérsia			X		
UR1.8	Ausência da conclusão da controvérsia		X		X	

Fonte: As autoras

Unidade de Registro 1.2: Não contextualizada como controvérsia

Unidade de Contexto 1 (UC1): Aspectos epistemológicos da controvérsia

Esta Unidade foi construída levando em consideração a natureza da construção do conhecimento científico e foi organizada em oito Unidades de Registro (UR), que tratam dos aspectos epistemológicos da controvérsia do melanismo industrial com embasamentos das discussões levantadas por McMullin (1987) e Pessoa Junior (2009), apresentados na Tabela 2.

Esta unidade de registro agrupou 3 livros que apresentam o tema do melanismo industrial, entretanto, **não** como controvérsia científica.

Nesta unidade foram registrados os livros L-D, L-E e L-F que por não apresentarem o melanismo como uma controvérsia também não foram alocados nas outras unidades de registro desta UC.

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 agrupou os livros que apresentaram o melanismo traçando alguma temporalidade histórica. É importante que o autor apresente uma delimitação do tempo para que o leitor compreenda e contextualize a controvérsia no momento histórico descrito. Esta unidade tem o registro de um livro e o autor se refere apenas ao ano dos experimentos realizados por Kettlewell, o que de certa forma leva os leitores a um errôneo ciclo vicioso de que a contextualização histórica ocorre apenas a partir de menção de nomes e datas. L-C foi enquadrado nesta UR por apresentar o mínimo de uma temporalidade histórica:

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 1.4: 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. Nesta unidade estão os livros L-A e L-B. *Unidade de Registro 1.5: Caracteriza diferentes grupos em discussão do tema*

Uma controvérsia científica necessita de discussões públicas para que suas reivindicações estejam envolvidas na comunidade científica. Nesta unidade de registro foi agrupado L-C que de maneira bem sutil apresenta as reivindicações epistêmicas evidenciadas por Kettlewell e Majerus:

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 1.6: 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. Nesta unidade estão L-A e L-B.

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. O melanismo industrial já apresenta pesquisadores que concluíram as hipóteses levantadas por Kettlewell (1956). Esta unidade agrupou L-B que apresentou o seguinte trecho:

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).

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. Nesta unidade estão os livros L-A e L-C.

Unidade de Contexto 2 (UC2): Vertentes da controvérsia acerca do melanismo industrial

Nesta unidade de contexto foi analisado o conteúdo de melanismo industrial. 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). Para esta parte da análise constam apenas L-A, L-B e L-C que foram os livros que apresentaram a parte histórica da controvérsia (Tabela 3).

Tabela 3. Panorama das Unidades de Registro e seus respectivos livros didáticos.

UC2: Vertentes da controvérsia melanismo industrial				
	L-A	L-B	L-C	
UR2.1 Kettlewell		X	-	
UR2.2 Kettlewell e Majerus			-	X

Fonte: As autoras.

UC2: Vertentes da controvérsia acerca do melanismo industrial

Unidade de Registro 2.1: explicação de Kettlewell (1956)

Esta UR foi construída para analisar os livros que apresentavam apenas a visão do ecologista Kettlewell (1956) que consistia na explicação de que 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. 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 foi agrupado o livro L-A. Segue exemplo de trecho de L-A:

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).

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

Esta UR foi elaborada para agrupar os livros em que estivesse apresentado tanto a pesquisa de 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, já que são os exemplos mais significativos em relação ao melanismo industrial.

Esta UR conta apenas com um livro, L-C:

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).

Diante dos resultados da análise das unidades de contexto e de registro, em que analisamos tanto

os aspectos epistemológicos quanto os aspectos históricos da controvérsia científica, 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 uma pequena parcela do livro que foi analisado, ou seja, as partes relacionadas ao caso do melanismo industrial.

Os livros L-D, L-E e L-F apresentaram o conteúdo do melanismo industrial apenas como exemplo de seleção natural, sem que houvesse uma contextualização da controvérsia. Tal fato não deve ser considerado um problema, porque a elaboração de um livro didático precisa responder a muitas demandas do PNLD e o conteúdo de seleção natural relacionado à controvérsia do melanismo industrial pode não ter sido considerado um exemplo significativo. Neste sentido, nossa análise se debruçou com maior detalhamento nos livros L-A, L-B e L-C.

Em L-A ainda que o conteúdo de melanismo industrial seja contextualizado como controvérsia científica, não foi apresentada uma discussão de diferentes grupos; é abordada somente a visão de Kettlewell (1956), e não são citados em nenhum momento outros pesquisadores ou outras teorias. No livro é apresentado que os experimentos de Kettlewell “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.

Em L-B, apesar de o conteúdo apresentar uma contextualização controversa, não foi possível enquadrar o livro nas UR pois os autores usaram apenas trechos como “atualmente”; “recentemente”; “trabalhos pioneiros”; nada que de fato localize o leitor no momento histórico discutido. 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.

No livro foi apresentada uma conclusão confusa da controvérsia “*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 que 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.

L-C já se diferencia pelo título para apresentar o tema: “*Melanismo industrial: um exemplo contravertido*” – o que de fato pode-se 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 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, 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 porque apresenta o trecho “é necessário novos experimentos para chegar a conclusões definitivas”. Assim, o livro não permite ao leitor identificar que até o momento a controvérsia a respeito do melanismo não apresenta novos questionamentos, evidenciando o consenso.

7. Considerações finais

A História e a Filosofia da Ciência podem contribuir para que a 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 Ciências e Biologia pode auxiliar uma efetiva compreensão dos aspectos epistemológicos e dos processos históricos das diferentes visões sobre os fenômenos da natureza.

Esperava-se que os livros analisados pudessem ser enquadrados em aspectos epistemológicos que contextualizassem o conteúdo como controvérsia científica. O que é esperado de uma contextualização histórica que envolva uma controvérsia científica é que a discussão deve apresentar o conhecimento científico como uma construção socialmente produzida, com seus impasses e contradições e reconhecer os limites explicativos da ciência, que se manifestam por acumulação, contiguidade ou suspensão de paradigmas. Pela análise dos livros, pode-se evidenciar que a abordagem das controvérsias apresenta problemas tanto em aspectos epistemológicos como históricos, falta de contextualização dos aspectos epistemológicos importantes para a caracterização e explicação da problemática da metodologia, ponto principal da divergência entre a explicação de Kettlewell e Majerus; a delimitação temporal da controvérsia o que possibilita aos estudantes a noção de que o trabalho científico e seus resultados são atrelados a períodos longos de trabalhos e que debates e

novas pesquisas envolvem a construção de explicações coerentes.

Importante destacar que 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. Neste sentido, consideramos que L-C foi o livro que mais se aproximou desta abordagem.

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, pois são produções humanas. É importante reforçar o quanto estudos a respeito dos livros didáticos apresentarem uma contextualização histórica adequada são importantes para o contexto educacional, haja vista a ampla distribuição desse material, o que torna as discussões e as pesquisas em relação ao tema, abrangentes e longe de serem esgotadas.

O melanismo industrial como um exemplo da evolução biológica ou como um conteúdo contextualizado como uma controvérsia científica vem sendo utilizado em livros da Educação Básica desde a década de 1970 nos Estados Unidos (Fulford, Rudge, 2016), diferentes países e também amplamente utilizado em publicações de popularização da ciência (Rudge, 2003). Esta presença nos materiais didáticos reflete as discussões que emergem até hoje em relação a este tema, no âmbito do conhecimento evolutivo (Hop et al., 2011) como dos aspectos das controvérsias científicas (Hagen, 1999).

O trabalho docente com temas das controvérsias científicas enquadra-se na perspectiva de que a compreensão da Ciência pelos alunos da

educação básica ocorra por meio da contextualização histórica, de discussões epistemológicas, pela aprendizagem crítica do conhecimento científico. Esta perspectiva relaciona-se com a necessidade de diferentes iniciativas educacionais além de pesquisas que analisam livros didáticos em especial com a formação de professores (Beltran, Saito e Trindade 2014) e a transposição didática (Santos e Nagashima, 2021).

8. Referencias

- ASSAD, L. Controvérsias, debates, disputas e farsas: a ciência não é feita por deuses. **Com Ciência**, Campinas, n. 52, 2013.
- BADZINSK, C.; HERMEL, S. E. E. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17 n.2, pp. 434-454, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Traduzido por: RETO, L. A. Edição 70. São Paulo: Brasil, 2011.
- BATISTA, M. V. de A.; CUNHA, M. M. da S.; CÂNDIDO, A. L. Análise do tema virologia em livros didáticos do ensino médio. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12 n.1, pp. 145-158, 2010.
- BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da ciência para a formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 128 páginas, 2014.
- BRANTE, T.; ELZINGA, A. Towards a theory of scientific controversies. **Science Studies**, Dinamarca, v.3 n.2, pp. 33-46, 1990.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Fundamental e Médio. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, MEC, 2002.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Visitado em: 20-08-2019.
- 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. 260p. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação. Mestrado em Educação. UNIOESTE. Cascavel. 2016. Disponível em <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3329/5/Marco_Bulla2016.pdf>. Visitado em: 15-06-2019.
- COOK, L. M.; GRANT, B. S.; SACCHERI, I. J.; MALLETT, J. Selective Bird predation on the peppered moth: the last experiment of Michael Majerus. **Biology Letters**, v. 8 n. 4, 2012. Disponível em <<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsbl.2011.1136>>. Visitado em: 10-01-2020.
- COYNE, J. **A história da mariposa salpicada é sólida**. Traduzido por: VÉRAS, R. Wordpress. Why Evolution is true. 2012. Disponível em <<https://whyevolutionistrue.com/2012/02/10/the-peppered-moth-story-is-solid/>>. Visitado em: 10-06-2019.
- DALAPICCOLLA, J.; SILVA, V. A.; GARCIA, J. F. M. Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17 n. 1, pp. 150-172, 2015
- DASCAL, M. Epistemologia, controvérsias e pragmática. **Revista Brasileira de História da Ciência**, São Paulo, n.12, pp. 73-98, 1994.
- DASCAL, M. **A dialética na construção coletiva do saber científico**. São Leopoldo: Unisinos, Porto Alegre. 2005. Recuperado em: <<http://www.tau.ac.il/humanities/philos/dascal/publications.html>>. Visitado em: 12-12-2019.
- 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**. 260p. Programa de pós-graduação em Filosofia do Departamento de Filosofia. Doutorado em Filosofia. USP. São Paulo. 2018. Disponível em: <http://filosofia.fflch.usp.br/sites/filosofia.fflch.usp.br/files/posgraduacao/defesas/2018_docs/2018_tese_TiagoFerrador.pdf>. Visitado em: 05-01-2020.
- FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33 n. 3, 2004.
- FRISON, M. D.; VIANNA, J.; CHAVES, J. M.; BERNARDI, F. N. Livro didático como instrumento de apoio para a construção de propostas de ensino de Ciências Naturais. In:

- VII Enpec**, Florianópolis. Anais do Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências. 2009.
- FULFORD, J.M., RUDGE, D.W. The Portrayal of Industrial Melanism in American College General Biology Textbooks. **Science & Education**, vol. 25, 547-574, 2016.
- HAGEN, J. B. Retelling experiments: H. B. D. Kettlewell's studies of industrial melanism in peppered moths. **Biology & Philosophy**, 14, 39-54p, 1999.
- HEINZE, T. Mariposas *Biston betularia*, melhor evidência para evolução? In: **Provas da evolução desaparecendo**. pp. 01-96, 2005.
- HOP, A. E.; EDMONDS, N.; DALIKOVÁ, M.; SACCHERI, L. J. Industrial Melanism in British peppered Moths has a singular and recent mutational origin. **Science**, vol 332, issue 6032, 958-960 p, 2011.
- KAWASAKI, C. S.; EL-HANI, C. N. Uma análise das definições de vida encontradas em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. In: **VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA**, São Paulo, Anais do Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia. 2002.
- KETTLEWELL, H. B. D. Further selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera. **Genetics Laboratory Heredity**, Oxford, v. 10 n. 3, pp. 287-301, 1956.
- KIPNIS, N. Scientific controversies in teaching Science: the case of Volta. **Science Education and Culture**, Springer, v. 10, pp. 33-49, 2001.
- LIEBERT, T. G.; BRAKEFIELD, P. M. Behavioural studies on the peppered moth *Biston betularia* and a discussion of the role of pollution and epiphytes in industrial melanism. **Biol J Linn Soc**, Oxford, pp. 335-346, 1984.
- MAJERUS, M. E. N. **Melanis: Evolution in action**. Oxford University Press. Oxford: Inglaterra, 1998. pp. 338.
- MARTIN, B.; RICHARDS, E. Scientific knowledge, controversy, and public decision-making. In: JASANOFF, S.; MARKLE, G.; PETERSEN, J.; PINCH, T. **Handbook of Science and technology studies**. Newbury Park, pp. 506-526. 1995. Disponível em: <<https://www.bmartin.cc/pubs/95handbook.htm>>. Visitado em: 26-11-2019.
- 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. Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. Editora Livraria da Física. São Paulo, Brasil. 2006, pp. 245-264.
- MIKKOLA, K. Resting site selection by *Oligia* and *Biston* moths (Lepidoptera: Noctuidae and geometridae) **Ann Ent Fenn**. pp. 81-87, 1979.
- MCMULLIN, E. Scientific controversy and its termination. In: ENGELHARDT, J.; CAPLAN, A. **Scientific controversies: case studies in resolution and closure of disputes in Science and technology**. University Press, 1987, pp. 49-92.
- MENDELSON, E. Values and Science: a critical reassessment. **The Science Teacher**, v. 43 n. 1, pp. 20-23, 1987.
- NARASIMHAN, M. G. Controversy in Science. **Journal of Biosciences**, v. 26 n. 3, pp. 299-304, 2001.
- NELKIN, D. **Controversy: politics of technical decisions**. Londres. Sage Publications, 1989.
- OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Editora Vozes. São Paulo, Brasil. 2007.
- 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**, v. 6. Ponta Grossa. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Anais. 2018.
- PEDUZZI, L. O.; RAICIK, A. C. **Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. Investigações em Ensino de Ciências**. pp. 19-55, 2020. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1606/pdf>>. Visitado em: 25-09-2020.
- PESSOA JUNIOR, O. A classificação das diferentes posições em filosofia da ciência. **Cognitio-Estudos: Revista Eletrônica de Filosofia**, v. 6 n. 1, pp. 20-36, 2009.
- POPPER, K. R. **Conjectures and refutations: the growth of scientific knowledge**. Routledge e Kegan Paul, London, 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: **VII Enpec**. v. 6. Florianópolis. Anais ENPEC. 2007.
- RUDGE, D.W. The Role of Photographs and Films in Kettlewell's Popularizations of the

- Phenomenon of Industrial Melanism. **Science & Education**, vol. 12, 261–287p, 2003.
- RUMJANEK, F. A saga da mariposa. **Ciência Hoje**. 2016. Disponível em: <
<http://cienciahoje.org.br/artigo/a-saga-da-mariposa/>>. Visitado em: 18-01-2020.
- SANTOS, B. G. S.; NAGASHIMA, L. A. Transposición didáctica de la evolución biológica: análisis de los libros didáticos. **Paradigma**, vol. 42, p 27-52, 2021.
- SILVA, L. N. A.; Controvérsias científicas em evolução biológica: análise de livros didáticos aprovados pelo PNLD/2018. 119p. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação matemática. Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018. Disponível em: <https://pos.uel.br/pecem/teses-dissertacoes/controversias-cientificas-em-evolucao-biologica-analise-de-livros-didaticos-aprovados-pelo-pnld-2018/>
- VÉRAS, R. O triunfo do melanismo industrial. **Evolucionismo**. 2012. Disponível em: <
<https://evolucionismo.org/rodrigovras/agora-e-oficial-o-triunfo-domelanismo-industrial/>>. Visitado em: 03-01-2020.

