

Ciência e epistemologia em sala de aula: Uma perspectiva histórica para a teoria de Lamarck

Matheus Luciano Duarte Cardoso *

Thaís Cyrino de Mello Forato #

Maria Luiza Ledesma Rodrigues +

Resumo: Investigamos aspectos para a inserção da história das ciências na escola básica durante o desenvolvimento de uma proposta didática que visa o aprendizado de conceitos relacionados à evolução biológica, segundo a concepção de Lamarck. Tal abordagem busca ir além dos conteúdos científicos, envolvendo também discussões explícitas sobre aspectos epistêmicos, não epistêmicos e históricos da ciência, promovendo uma concepção da Biologia como parte de um contexto sociocultural. A metodologia envolveu estudos em historiografia da história das ciências, análise de fontes históricas originais e de referenciais teóricos do ensino de ciências. Considerando a complexidade dos processos de ensino e aprendizagem, foram elaboradas sugestões para um plano de aulas, adotando o pluralismo metodológico de estratégias de ensino em sala de aula e buscando desenvolver habilidades e competências, atitudes e valores definidos. Espera-se que os conhecimentos produzidos – a descrição do processo envolvido durante a investigação, assim como seu produto didático – possam ser utilizados e transpostos a outros episódios históricos, conteúdos das ciências e contextos educacionais.

Palavras-chave: Ensino de ciências; história da ciência; Lamarck; evolução biológica

* Prefeitura Municipal de São Paulo. Rua Arnaldo de Oliveira Barreto, 213, ap. 41, Presidente Altino, CEP 06213-080, Osasco, SP. E-mail: matheuscardoso.edu@gmail.com

Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de São Paulo, Unidade José Alencar. Rua São Nicolau, nº 210, Centro. CEP: 09913-030, Diadema, SP. E-mail: thais.unifesp@gmail.com

+ Núcleo de Educação a Distância, Universidade Federal de São Paulo. Rua Dom Luis Lasanha, 400, Ipiranga. CEP 04266-030, São Paulo, SP. E-mail: luiza.ledesma@unesp.br

Science and epistemology in the classroom: A historical perspective for Lamarck's theory

Abstract: We investigated the insertion of the history of science in secondary school during the development of a didactic proposal that aims at the learning of concepts related to Biological Evolution according to Lamarck's conception. Such an approach seeks to transcend scientific content, involving explicit discussions on epistemic, non-epistemic, and historical aspects of science to promote a conception of biology as part of a sociocultural context. The methodology involved studies in the historiography of the history of sciences, analysis of original historical sources and science teaching references. Suggestions for a lesson plan considered the complexity of teaching and learning processes, adopting a methodological pluralism of teaching strategies in the classroom and seeking to develop skills, competencies, attitudes, and values. The expectation is that the produced knowledge – the description of the process involved during the investigation, as well as its didactic product – can be used and transposed to other historical episodes, science contents and educational contexts.

Key-words: Science teaching; history of science; Lamarck; biological evolution

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas sobre o ensino de evolução biológica indicam que as concepções alternativas sobre os seus conceitos são frequentes em estudantes no ensino médio (Almeida & Falcão, 2005; Tidon & Vieira, 2009; Duarte *et al.*, 2014). Entre os principais fatores destacam-se o caráter abstrato e complexo do conteúdo e as dificuldades que muitos professores de Biologia enfrentam em abordar as questões de natureza filosófica e religiosa que surgem no contexto escolar, devido a tais aspectos não terem sido abordados em sua formação (Amorim & Leyser, 2009; Corrêa *et al.*, 2010).

Em geral, o tema é sugerido como um “tópico” a ser abordado no último bimestre do último ano do ensino médio, e não como eixo norteador e articulador das Ciências Biológicas, como é defendido em documento curricular do Ministério da Educação (Brasil, 2006). Além disso, sua abordagem geralmente é precedida por uma discussão histórica que se refere às teorias de Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829) e Charles Robert Darwin (1809-1882).

Contudo, esses autores são, em geral, apresentados por estereótipos de personagens científicas. As suas teorias são contrapostas entre si por aspectos sobre os quais, na verdade, confluíam; atribui-se apenas a Lamarck a aceitação do uso e desuso como uma das causas da variabilidade das espécies e a lei da herança de caracteres adquiridos, aspectos que integravam, também, a teoria de Darwin (Castañeda, 1992, pp. 286-315). Equívocos históricos como esses colaboram para o surgimento de concepções distorcidas sobre os processos de construção do pensamento científico na formação dos estudantes (Allchin, 2004; Almeida & Falcão, 2005; Martins & Brito, 2006).

É recorrente a presença das ideias de Lamarck nos currículos oficiais e em livros didáticos de Biologia. Entretanto, sua teoria tem sido apresentada de forma inadequada em grande parte dos manuais de ensino (Martins, R., 2006; Martins, L., 2007; Almeida & Falcão, 2010; Mottola, 2011).

Lamarck não utilizou o termo “evolução”, pois em seu período esse termo referia-se à origem e desenvolvimento de um indivíduo, desde a fecundação até a fase adulta, processo que na biologia atual é chamado de “ontogênese”. Lamarck nem sequer apresentou uma denominação única para a sua teoria, mas referiu-se a ela com termos e expressões variadas, como “progressão”, “aperfeiçoamento”, “mutação”, “progresso da composição”, entre outros. Lilian Martins ressalta que, do ponto de vista diacrônico da história da ciência, o uso desses termos seria mais adequado. A historiadora da biologia optou por chamar a teoria de Lamarck como “teoria da progressão dos animais”, devido à frequência com que o termo “progressão” aparece na sua obra (Martins, L., 1993, 2007).

Lamarck é descrito, muitas vezes, como um teórico especulativo, autor de uma teoria simplista, constituída apenas por duas leis (uso e desuso e herança de caracteres adquiridos)¹. Da sua obra costuma-se mencionar tão somente o exemplo do pescoço das girafas, cujo

¹ Desconsidera-se assim a sua grande obra de história natural, a *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (publicada em 7 volumes na primeira edição, de 1815 a 1822, e em 11 volumes na segunda edição, de 1835 a 1845). No primeiro volume de 1835, Lamarck nomeia e descreve as quatro leis relativas à organização que regem todos os fatos operados pelas forças da vida (Martins, L., 1993, 2007).

tamanho seria decorrente do esforço constante para alcançar folhas tenras no topo das árvores². Outra vez, o destaque a um exemplo que foi pouco discutido pelo autor, configura uma análise anacrônica, que fomenta uma visão simplista da ciência (Allchin, 2004). De maneira geral, não se leva em conta a importância da obra de Lamarck no contexto histórico em que estava inserida (Ferreira & Amorim, 2013).

Propomos uma abordagem contextualizada desse episódio histórico visando oferecer subsídios para a compreensão de conceitos biológicos e para a discussão de aspectos epistêmicos e não epistêmicos da ciência. Buscamos contribuir para a alfabetização científica, tornar as aulas mais interessantes, desafiadoras, e, ainda, instigar o pensamento crítico do estudante sobre o trabalho científico (El-Hani, 2006; Prestes & Caldeira, 2009).

Contudo, há barreiras para que práticas desse tipo se tornem realidade no cotidiano escolar, como a falta de materiais didáticos adequados e de orientações metodológicas que auxiliem o professor a introduzir a História da Ciência (HC) no ensino (Matthews, 1992; Gil Pérez *et al.*, 2001).

Visando analisar o uso da HC na Escola Básica, foi realizada uma pesquisa norteada pela questão: “Como desenvolver uma abordagem didática sobre a teoria de Lamarck, contextualizando-a historicamente em termos epistêmicos e não epistêmicos, de modo a contribuir para o ensino da teoria evolutiva no Ensino Médio?”. Este artigo enfoca, assim, as ideias de Lamarck, visando contextualizar as questões que se apresentavam à época e trazendo significado aos conteúdos abordados, para compor um conjunto de aulas dedicado à teoria da evolução. Propõe-se que a teoria de Darwin seja apresentada a seguir, sucedida pela teoria sintética da evolução, como aceita atualmente.

Após uma síntese do episódio histórico³, apresentamos a metodologia que fundamentou sua delimitação e referenciais sobre relações didáticas entre professor, alunos e a construção de saberes escolares, como suporte para se pensar a HC na escola básica.

² O exemplo da girafa foi acompanhado de diversos outros e Lamarck não lhe deu o destaque que vem recebendo (Martins, L., 1993, 2007; Almeida & Falcão 2010).

³ Sendo este um trabalho voltado à utilização no ensino, o texto aqui proposto sobre Lamarck foi escrito com base em fontes secundárias disponíveis em português.

2. A TRANSFORMAÇÃO DOS ANIMAIS NO FINAL DO SÉCULO XVIII E INÍCIO DO SÉCULO XIX

Até meados do século XVIII, predominava na Europa uma visão fixista dos seres vivos, segundo a qual, há poucos milênios, Deus teria criado as espécies tal como elas viviam no tempo presente. A diversidade era reconhecida na natureza como uma prova da sabedoria e benevolência do Criador. Classificar os seres vivos significava encontrar o plano de Deus para essas criações (Castañeda, 1997).

Havia também uma visão teleológica defendendo uma perfeição sempre crescente no mundo, pelo exercício das leis de Deus, e a confiança numa tendência intrínseca da natureza para uma meta final (Mayr, 2005).

Entretanto, estudos empíricos, cada vez mais aprofundados, tanto sobre plantas e animais quanto sobre a formação da crosta terrestre, traziam evidências de um planeta em constante mutação (Braga *et al.*, 2008; Santos & Judensnaider, 2015). O exame da distribuição das rochas apontava uma idade para a Terra superior àquela que se supunha, e que o planeta era muito mais antigo do que os seres vivos. Os fósseis examinados apresentavam diferenças significativas em relação às espécies conhecidas (Mayr, 2005; Braga *et al.*, 2008). Isso gerava inúmeras questões: Seriam eles animais extintos? Como explicar isso à luz da ideia de uma natureza harmônica? Por que o Criador permitiria o desaparecimento daqueles seres? E se alguns seres de fato se extinguissem, então estavam sujeitos a mudanças? Desenvolveu-se, então, em meados do século XVIII, uma concepção na qual a maioria das características da superfície terrestre teria sido formada por processos muito lentos, que se estendem ao presente e continuam a transformar o planeta. Essa noção, denominada uniformitarista ou gradualista, contrapunha-se a ideias catastrofistas associadas à noção de espécies como fixas. Eventos geológicos repentinos causariam grandes revoluções no globo provocando a destruição de diversas espécies, sendo então, criadas novas.

No século XVIII, marcado pelo ideal Iluminista, foi se consolidando uma filosofia mecanicista que se espalhou pela Europa (Santos & Judensnaider, 2015). A concepção deísta, de que Deus colocara as marcas de seu projeto ao criar a grande máquina do Universo, restringia a crença em milagres e fatos sobrenaturais ao

momento da criação. Entretanto, no período em que predominava a busca pela racionalidade, mensuração e empirismo no estudo da natureza, os pensamentos deístas também foram criticados.

Assim, correntes materialistas⁴ começaram a criticar a ideia de um plano divino, alegando sua inadequação para integrar os estudos da natureza. Contudo, essa perspectiva não era hegemônica e contestações começaram a surgir, lançando críticas a um mundo que só percebia engrenagens, polias e movimentos (Braga *et al.*, 2005).

As novas ideias com viés iluministas desencadearam, além de reformas políticas, um grande incentivo à investigação no campo das ciências naturais. As novas gerações de monarcas que surgiram no século XVIII tinham grande interesse por temas ligados à Filosofia natural, isto é, Matemática, Astronomia, Física e História Natural. Alguns deles procuravam patrocinar naturalistas para formar coleções de insetos, plantas e minerais, chegando a organizar expedições para diferentes regiões do globo (Braga *et al.*, 2005).

Embora a monarquia apoiasse alguns estudos, a estrutura para os estudos da natureza era demasiadamente centralizada, como na França, em que as atividades concentravam-se na Academia de Ciências de Paris e no Jardim do Rei (atual Museu de História Natural). Com o início da Revolução Francesa, no final do século XVIII, um processo de questionamento das estruturas monárquicas levou ao fechamento, temporário, da Academia de Ciências e à reorganização do Jardim do Rei, transformando os espaços de formação e produção de conhecimento.

Nessa atmosfera iluminista, as concepções fixistas baseadas na ideia de um projeto divino para a natureza eram cada vez mais questionadas e a construção de um pensamento transformista sobre os seres vivos foi se desenvolvendo. Entre os autores que conceberam ideias sobre a transformação dos seres vivos, pode-se citar Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) que sugeriu que os primeiros seres foram criados por Deus, mas a formação de todos os outros se daria pela sequência de efeitos naturais, ou seja, pelo efeito de memória, desejo e

⁴ Correntes filosóficas que admitem a matéria como a única coisa da qual se pode afirmar a existência, e as interações materiais são a causa de todos os fenômenos do Universo.

aversão das partículas, apresentando, assim, uma tese basicamente metafísica para suas ideias. Por sua vez, Benoît de Maillet (1656-1738) propôs a ideia de que os animais e vegetais seriam provenientes de sementes invisíveis encontradas no ar, água e alimentos. Ele defendia que os animais terrestres se originariam dos marinhos, por transformações bruscas, mencionando o exemplo de um peixe marinho que pularia para a superfície, transformando-se num pássaro com cores semelhantes. Charles Bonnet (1720-1793) um preformista e catastrofista, que defendia que os indivíduos eram originados de “germes” que já estavam contidos na Terra em seu início, considerava que, pelas evidências oferecidas pela Geologia e Astronomia, nosso globo passou por uma longa série de épocas, cada uma terminando por um cataclismo, em que todas as estruturas orgânicas foram destruídas, exceto os germes e suas almas. Com as diferentes condições externas de cada época, o tipo de corpo adotado pelos germes também variava. Jean Baptiste René Robinet (1735-1820), outro preformista, também aceitava a existência de germes para todos os seres. Sem admitir uma ideia de progresso ou de perfeição crescente, a sua concepção de continuidade da natureza pode ser considerada como associada ao transformismo. George Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), no final de sua obra tinha uma posição a favor de um transformismo limitado, ligado à possibilidade de “degeneração” dos animais (Martins, L., 1993, 2007). Erasmus Darwin (1731-1802), o avô de Charles Darwin, propôs a ideia de transmutação das espécies em um universo formado por uma “dissolução química” no ciclo universal da natureza, em que a matéria orgânica não podia ser destruída, apenas transformada. Ele defendia que a vida orgânica se originava na água dos oceanos e que os animais se adaptavam ao seu ambiente. Destacava a domesticação como indício de que as características podiam ser transmitidas de geração a geração (Donda & Martins, L., 2016).

Historiadores da ciência consideram, no entanto, que a obra de Lamarck destacou-se desses antecedentes por apresentar, não apenas algumas ideias, mas um *sistema teórico amplo* sobre a transformação dos seres vivos (Martins, L., 1993, 2007).

Nascido em 1º de agosto de 1744, o último de onze filhos de uma família associada à pequena nobreza do norte da França, Lamarck foi enviado, em 1755, ao colégio dos jesuítas em Amiens, por

determinação de seu pai. Após o fechamento da instituição jesuíta, em 1761, Lamarck se dedicou à carreira militar, passando por inúmeras transferências pelos fortes franceses no Mediterrâneo, até que um ferimento o fez abandonar o exército, em 1768 (Ferreira, 2007).

Lamarck adquiriu uma formação científica básica, dedicando-se ao estudo de Medicina em Paris, sem se graduar, e assistindo curso de Botânica ministrado no Jardim do Rei. Ele estudou sobre Meteorologia, Química e Geologia, de forma autônoma (Martins, L., 1993).

Lamarck aprofundou seus estudos sobre as plantas do país durante as viagens como militar, levando-o à publicação da obra *Flora Française*, em 1779. Nesse mesmo ano, tornou-se “botânico adjunto” na Academia de Ciências de Paris, mas sem salário. Dois anos depois, foi nomeado “Correspondente” do Jardim e do Gabinete do Rei, também sem salário, mas tendo a oportunidade de viajar novamente pela própria França, além de Alemanha, Holanda e Hungria, acompanhando o filho de Buffon em visitas a museus, jardins botânicos e universidades. Em 1783, passou a “botânico associado” da Academia de Ciências, ainda sem salário, retirando seu sustento da venda de suas publicações botânicas, que fizeram grande sucesso na época, além de duas dezenas de artigos e verbetes da *Encyclopédie Méthodique*. Ele passou a receber um pequeno salário, em 1789, como “Botânico do Rei e guardião do herbário do Jardim do Rei” e, no ano seguinte, como “pensionista” da Academia de Ciências. Em meio à Revolução Francesa, a Academia de Ciências foi fechada, em 1793, e o Jardim do Rei reestruturado e transformado no Museu Nacional de História Natural. Com as vagas de botânico já ocupadas, Lamarck assumiu o cargo de professor de “Insetos, vermes e animais microscópicos”, mudando sua linha de trabalho para uma área na qual seu conhecimento era restrito (Martins, L., 1993, 2007). Continuando seus estudos meteorológicos, publicou nove artigos sobre o tema, entre 1798 e 1803.

Foi nessa época, por volta de 1800, que Lamarck começou a propor uma teoria relacionada ao que hoje chamamos de evolução biológica, aceitando a transformação das espécies. Para Lamarck a origem dos seres vivos seria múltipla, de vegetais e animais simples em ramos dis-

tintos a partir dos quais proviriam todos os outros grupos, que ele chamava “massas”, de seres com diferentes graus de perfeição (Martins, L., 1993, 2007).

Entre os possíveis fatores que o levaram a essa aceitação estão: o estudo comparativo de conchas, que possibilitaram a Lamarck notar semelhanças entre elas, o que parecia indicar que as conchas modernas eram descendentes modificadas das conchas fósseis; o estudo dos animais inferiores mais simples que, seguindo longa tradição, ele considerava surgirem a partir da matéria inanimada por geração espontânea, ideia amplamente aceita na época; e o trabalho de classificação dos animais inferiores que levou Lamarck a acreditar que existia uma continuidade entre as diferentes espécies e gêneros, o que não parecia acontecer com os animais superiores (Martins, L., 1993, 2007).

Assim, a teoria de Lamarck para a progressiva transformação dos animais era baseada em causas naturais; explicava, ainda, as causas da progressão dos animais e refletia sobre o conceito de espécie e documentava cuidadosamente a existência de uma progressão em relação às “massas”⁵ (Martins & Martins, 1996). Para ele, a transformação de um ser em outro ocorria como adaptação desse organismo ao seu meio, resultando num aperfeiçoamento de suas faculdades (Castañeda, 1997). Entre outros aspectos, a teoria de Lamarck ainda contempla as diferenças entre corpos vivos e inanimados, a sequência de desenvolvimento dos seres vivos e as leis gerais da progressão (Martins, L., 1993, 2007).

Como mencionado anteriormente, na segunda edição de *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815-1822), Lamarck apresenta de modo explícito as quatro leis básicas da natureza que já vinham sendo expostas de modos variados ao longo de seus livros para explicar a modificação e progresso gradual dos animais, sendo elas: a tendência para o aumento do volume e extensão do corpo até o seu limite próprio; surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e que se mantêm; o desenvolvimento ou atrofia de órgãos como função de seu emprego ou desuso; e herança de tudo o que for

⁵ Grandes grupos de animais que corresponderiam às classes ou ordens atuais.

adquirido na organização dos indivíduos ao longo de sua vida⁶ (Martins, L., 1993, 2007).

Segundo Lilian Martins (2007), ainda que sistemática e ampla, a obra de Lamarck apresentou lacunas metodológicas que foram apontadas por contemporâneos, abrindo espaço para críticas e contribuindo para seu baixo impacto e mínima aceitação na época. A ciência oficial do período tinha como um de seus principais representantes Georges Cuvier (1769-1832), um grande defensor do catastrofismo e de que as espécies eram fixas, não apoiando iniciativas que considerassem outras alternativas, o que pode ter influenciado para que as ideias de Lamarck não fossem propriamente discutidas no meio acadêmico.

Atualmente não aceitamos a maior parte das ideias evolutivas de Lamarck. Por exemplo, não aceitamos o princípio do uso e desuso e a herança dos caracteres adquiridos da forma como ele propôs. Entretanto, seu trabalho contribuiu para o desenvolvimento de outras obras sobre a transformação das espécies (Martins & Brito, 2006), como a de Robert Chambers (1802-1871), que adicionou à fundamentação empírica de Lamarck vários fatos geológicos e fisiológicos, como a comparação entre embriologia e evolução.

Posteriormente, Charles Darwin (1809-1882) desenvolveu a sua teoria sobre a origem das espécies por meio de seleção natural, considerando uma origem única, comum, a todos os seres vivos, diferindo assim das origens múltiplas de Lamarck. Publicada em 1859, a teoria de Darwin atribui o mecanismo principal, mas não único, da evolução à seleção natural, conceito pelo qual expressava a preservação das diferenças individuais e variações favoráveis e a destruição daquelas que são prejudiciais. Na sua teoria, a natureza seleciona os indivíduos que já apresentam, por herança, características mais bem adaptadas, diferente de Lamarck, para quem a pressão exercida pelo meio é que criaria as modificações necessárias à sobrevivência (Castañeda, 1997, p. 12). A Síntese Moderna ou Teoria Sintética da Evolução, assim denomi-

⁶ A herança dos caracteres adquiridos era uma concepção que se aceitava na época de Lamarck. Talvez, por esta razão, ele tenha dedicado tão pouco espaço para discuti-las nas diferentes versões de sua teoria. O próprio Darwin chegou a desenvolver uma explicação para a herança dos caracteres adquiridos, através de sua “hipótese da pangênese” (Castañeda, 1997; Martins, L., 1993, 2007).

nada nos anos 1940, situa Darwin em uma posição central no pensamento evolutivo, reunindo o conceito de seleção natural a outros fatores evolutivos como mutação, deriva genética e fluxo gênico. Na segunda metade do século XX, com aportes de estudos de biologia evolutiva do desenvolvimento, construção de nichos, adaptabilidade evolutiva, herança epigenética, entre outros, desenvolveram-se novas propostas como a da Síntese Estendida da Evolução.

Ainda assim, as noções de transformação dos seres apresentadas por Lamarck se mantêm intuitivamente sedutoras e grande parte dos professores de biologia tende a apresentar concepções próximas ao que Lamarck propôs, afirmando que a evolução biológica é direcional, progressista, e que ocorre em indivíduos (Tidon & Vieira, 2009). Para minimizar os riscos da teoria de Lamarck ser interpretada à luz de argumentos anacrônicos e visões equivocadas, admitimos como uma estratégia valorosa, a apresentação de seu trabalho de maneira contextualizada.

3. METODOLOGIAS DA PESQUISA

Para analisar a inserção desse episódio histórico na escola básica, identificamos sua potencialidade para buscar os seguintes objetivos:

1 - Promover o ensino contextualizado da teoria da progressão dos animais de Lamarck, discutindo alguns aspectos dessa construção, mediante seu contexto cultural;

2 - Apresentar aspectos das principais correntes filosóficas e ideias transformistas que permeavam o período da proposição de Lamarck;

3 - Fundamentar, por meio de um exemplo histórico, a concepção da biologia como parte de um contexto sociocultural;

4 - Apresentar a influência do contexto e valores pessoais de um pensador na construção dos conhecimentos da ciência;

5 - Problematizar a visão simplista e anacrônica sobre a teoria proposta por Lamarck, que vem sendo propagada no ensino;

6 - Apresentar o papel das ideias de Lamarck para a construção do pensamento evolutivo.

A seleção e o estudo do recorte histórico foram realizados em uma perspectiva historiográfica atual (Kragh, 1989; Martins, L., 2005), também considerada no referencial que apoiou a construção da narrativa histórica para o ambiente escolar (Forato, 2009).

3.1 Delimitação didática do episódio histórico:

A análise para a didatização do episódio histórico não é elementar, pois é necessário selecionar, no próprio recorte histórico já delimitado, as informações mais relevantes para cada contexto educacional e mais adequadas a cada objetivo pedagógico. Como coloca Martins:

[...] cada acontecimento histórico sofre muitas influências diferentes. Algumas delas são mais importantes, outras menos, mas é difícil analisar essas diferenças. [...] há uma rede de inúmeras influências que vão interagindo entre si, produzindo efeitos parciais, e tudo isso influencia cada situação histórica que se quiser analisar. [...] A partir do caos histórico, o historiador cria uma ordem compreensível, através de um processo de seleção daquilo que é descrito e pelas conexões que ele próprio inventa. Mesmo se sua seleção não levar a uma história linear, houve uma omissão de inúmeros aspectos, e uma grande simplificação da complexidade histórica. Deixar de selecionar e resumir é impossível. (Martins, 2010, pp. 4-7)

Para realizar essa seleção utilizamos reflexões propostas em Forato (2009) que buscam avaliar a consistência entre a narrativa histórica e os objetivos didáticos pretendidos. As reflexões oferecidas por esse referencial foram construídas visando auxiliar a didatização de episódios históricos, a partir de requisitos historiográficos e da didática das ciências, admitindo que as concepções filosóficas no âmbito da natureza da ciência estão intrínsecas a qualquer narrativa histórica que se elabore (Martins, 1999).

Além de apresentar uma das etapas metodológicas da pesquisa, esse detalhamento pode auxiliar a adaptação das sugestões didáticas a outros ambientes educacionais, ou a ampliar seu escopo.

1. “Estabelecer os propósitos pedagógicos para os usos da HC no ensino”

Espera-se que o estudante possa aprender conteúdos biológicos, epistêmicos e não epistêmicos; aprimorar a criatividade, criticidade e curiosidade científica; expressar-se oralmente, manifestando suas ideias e opiniões; enriquecer seu repertório cultural e aprimorar seu vocabulário; e trabalhar coletivamente e cooperativamente.

2. “Explicitar a concepção de ciência e os aspectos epistemológicos pretendidos”

Não adotamos uma visão essencialista da natureza da ciência, ao contrário, partimos das possibilidades que o próprio episódio histórico contempla (Forato *et al.*, 2017), prezando por uma concepção de ciência como produto dinâmico do conhecimento humano, criado por indivíduos em um dado contexto cultural e histórico (Allchin, 2013). Em oposição à uma visão individualista e elitista, ressaltamos o caráter colaborativo da ciência, em que concepções teóricas e visões de mundo influenciam a interpretação dos dados. Buscamos ainda, favorecer a compreensão de que a observação da natureza permite diferentes interpretações e de que teorias científicas não são elaboradas unicamente a partir da experiência (Gil Pérez *et al.*, 2001; Martins, R., 2006).

3. “Selecionar o tema e os conteúdos históricos apropriados”

O período do recorte histórico localiza-se no contexto do Iluminismo e da Revolução Francesa. Selecionamos como conteúdos apropriados uma breve síntese do panorama histórico, político, social e econômico do final do século XVIII e início do século XIX; diferentes ideias sobre a transformação das espécies que permeavam o período; e algumas escolas de pensamento da época.

4. “Selecionar aspectos a enfatizar e a omitir no recorte”

Enfatizamos aspectos políticos e sociais que possam ter influenciado o questionamento da visão fixista de mundo, e ainda, na elaboração e não aceitação da teoria de Lamarck, em sua época.

Optamos por omitir uma discussão aprofundada acerca da geração espontânea presente na época, e a teoria dos naturalistas Charles Darwin e Alfred Russel Wallace (1823-1913).

5. “Confrontar os aspectos omitidos com aspectos epistêmicos e não epistêmicos objetivados”

O tema da geração espontânea protagonizou episódios como a controvérsia entre o naturalista inglês John Turberville Needham (1713-1781) e o italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) (Carvalho & Prestes, 2012). Apresentamos esta ideia na visão de alguns naturalistas, sem aprofundamento, para direcionar mais tempo didático para a discussão da “transformação dos animais”.

Mesmo que grande parte do conhecimento evolutivo aceito hoje esteja fundamentado no que Darwin propôs, esta proposta didática

objetiva apresentar as ideias de transformação das espécies de Lamarck, em seu tempo, enfocando aspectos da construção da ciência, e evitando a ideia da existência de um debate entre Lamarck e Darwin, presente em livros didáticos⁷. Entretanto, abordaremos aspectos fundamentais da teoria de Darwin, como a origem comum de todos os seres vivos e a ideia de seleção natural, presentes atualmente, na teoria sintética da evolução.

6. “Definir o nível de detalhamento do contexto não científico”

Em relação ao Iluminismo, mencionamos algumas das correntes filosóficas, das influências e dos questionamentos que este movimento inspirou na época. Também apresentamos um breve panorama da Revolução Francesa, contexto em que Lamarck propôs suas ideias, porém não nos aprofundaremos nos inúmeros eventos que marcaram esse episódio⁸. Pontuamos o interesse de Lamarck em outras áreas, como Geologia, Botânica e Química, indicando quão “interdisciplinar” era a construção do conhecimento científico em sua época, sem nos aprofundarmos em seus trabalhos nessas áreas.

7. “Mediar as simplificações e omissões, pois enfatizar a influência de aspectos não científicos pode promover interpretações relativistas”

Discutimos ideias de diferentes autores acerca da transformação dos animais. Entretanto, para evitar interpretações relativistas, apresentamos os pressupostos que embasavam as ideias de cada um dos estudiosos, bem como indícios de que estes pressupostos eram fundamentados para a época. Os estudantes devem reconhecer que cada um deles não propôs conjecturas de forma aleatória e superficial a partir unicamente da observação da diversidade animal e registros fósseis, e sim, a partir de pressupostos teóricos que eram aceitos no período.

⁷ O trabalho de Darwin foi posterior ao de Lamarck, e embora o britânico discordasse em alguns aspectos, aceitava outros, como a ideia de transmissão de caracteres adquiridos (Castañeda, 1997).

⁸ Realizar um trabalho em conjunto com os professores de História, Literatura, Sociologia e Filosofia, pode ser interessante. É possível também envolver as áreas de Física e Química com teorias desenvolvidas no mesmo período que sofreram influências do mesmo contexto.

8. “Avaliar quando é possível superar ou contornar a ausência de pré-requisitos nos conhecimentos biológicos, históricos, epistemológicos”.

Uma breve contextualização será feita para superar a ausência de pré-requisitos históricos, como o movimento Iluminista e o panorama da Revolução Francesa.

Buscamos ser cuidadosos na utilização de termos cujos significados sofreram modificações ao longo do tempo (por ex., “evolução”), e outros termos específicos que possuem outras conotações no senso comum (por ex., “complexidade”, “herança”, “massas”, etc...). Esses e os demais conhecimentos biológicos necessários devem ser discutidos durante a aplicação da proposta.

9. “Combinar um grupo de estratégias e recursos didáticos distintos pode compensar a falta de conhecimento em certos conteúdos de biologia e históricos”

Sugerimos diferentes estratégias, como: aulas expositivas com recursos audiovisuais (imagens do período); atividade com um “painel linha do tempo”; trechos de filme comercial e documentário; pesquisas; mini seminários; debates em grupos; leitura; análise e elaboração de textos.

10. “Definir o nível de profundidade e formulação discursiva dos conteúdos epistemológicos”

Não se pretende a memorização de definições de conceitos, como leis, teorias e hipóteses, mas a compreensão de processos epistêmicos e não epistêmicos da ciência, em que esses conceitos são abordados explícita e implicitamente, favorecendo a compreensão de seus papéis. Defendemos que aspectos epistemológicos devam ser compreendidos por meio da reflexão explícita sobre os exemplos históricos, e não memorizados e repetidos como um conjunto de dogmas.

11. “Ponderar sobre o uso de fontes primárias”

A proposta visa turmas de Ensino Médio e utiliza trechos de fontes secundárias produzidas por historiadores da ciência, nas quais alguns extratos de originais foram traduzidos e devidamente contextualizados.

12. “Abordar diacronicamente os conteúdos da HC de difícil compreensão atualmente”

Apresentamos, de forma contextualizada, algumas ideias aparentemente ingênuas para os estudantes atuais, como a geração espontânea, calórico e fluidos sutis.

13. “Apresentar exemplos de teorias superadas em diferentes contextos culturais permite criticar ideias ingênuas sobre história e epistemologia da ciência”

Embora a teoria de Lamarck não seja aceita atualmente, sua proposta foi coerente ao seu contexto e apresentou significativas contribuições para a construção da ciência. Com isso, objetivamos criticar a ideia de ciência como produtora de verdades finais e absolutas, ressaltando seu caráter dinâmico e sócio-histórico.

14. “Defender uma nova ideia conflitante com aquelas predominantes no repertório cultural dos estudantes requer o uso de estratégias capazes de criar desconforto, conflitos que permitam o questionamento de ideias preestabelecidas”

Pensar criticamente sobre a construção do conhecimento científico pode ser conflitante para alunos que entendem a ciência como verdade absoluta, infalível e imparcial. Buscamos criar desconforto ao abordar uma perspectiva transformista, conflitante com possíveis pressupostos fixistas atrelados, ou não, a questões religiosas além de conflitos com possíveis visões ultrapassadas sobre Lamarck e sua teoria.

15. “Compensar a falta de preparo do professor para lidar com saberes da HC na sala de aula”

As sugestões didáticas são acompanhadas por um planejamento pedagógico e sugestões de referências bibliográficas.

16. “Permitir aos estudantes a vivência de debates entre teorias rivais favorece a compreensão de aspectos epistemológicos das ciências”

Apresentamos ideias alternativas da época que também tratavam da transformação dos animais, como as de: Benoît de Maillet (1656-1738); Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759); Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788); Jean Baptiste René Robinet (1735-1820); Charles Bonnet (1720-1793); Erasmus Darwin (1731-1802); Robert Chambers (1802-1871) e de Georges Cuvier (1769-1832) um grande opositor de Lamarck que defendia o Catastrofismo e espalhava propagandas negativas às ideias transformistas (Martins, L., 1993, 2007; Donda & Martins, L., 2016).

17. “Escolher temas que despertem a curiosidade da faixa etária pretendida. A escolha não pode considerar apenas critérios técnicos e objetivos, mas envolver os estudantes é fundamental”

Imagens de animais pouco conhecidos da megafauna brasileira pode despertar a curiosidade dos alunos que desconheçam o fato de preguiças gigantes terem habitado o solo brasileiro.

Acreditamos que o contato com ideias aparentemente ingênuas para o conhecimento científico atual, mas plausíveis no período, pode despertar a curiosidade dos estudantes, estimulando-os a refletir se tais ideias faziam sentido em uma época na qual havia uma concepção de herança por misturas, diferente do que foi desenvolvido posteriormente pela genética, por exemplo.

18. “Ponderar sobre a quantidade e profundidade dos textos”

Priorizando o desenvolvimento de atividades diversificadas, incentivando o protagonismo do estudante e o desenvolvimento de sua competência leitora e escritora, apresentaremos pequenos textos adaptados a partir de fontes secundárias. Buscamos linguagem simples e objetiva, sem descuidar da norma culta gramatical. O rigor dos aspectos conceituais envolvidos respeitam requisitos da escola básica.

19. “Ter em mente as diferentes funções sociais do conhecimento acadêmico e dos saberes escolares da Escola Básica”

Buscamos contribuir para a formação de cidadãos capazes de participar na tomada fundamentada de decisões em torno de problemas sociocientíficos e sociotecnológicos cada vez mais complexos, promovendo reflexões sobre a natureza das ciências, permitindo a crítica sobre verdades finais e absolutas na ciência. Mostramos a existência de debates, discordâncias, ideias refutadas etc (Allchin, 2013). Embora o conhecimento científico seja indispensável para essa formação, evitamos nos aprofundar em conceitos normalmente direcionados aos especialistas. A seleção dos conteúdos e seu constante confronto com os objetivos educacionais e epistemológicos estabelecidos buscou balizar tal abordagem.

20. “Questionar cada aspecto epistemológico objetivado em diferentes atividades didáticas e distintos episódios históricos”

Os aspectos epistemológicos serão trabalhados em diferentes atividades (filme, aulas dialógicas com auxílio de *slides*, textos, seminários...), bem como em diferentes conteúdos, por exemplo, nas

ideias de Lamarck, nas teorias alternativas do período selecionado, nos debates no contexto da época etc.

Essas reflexões auxiliaram a delimitação e didatização do episódio histórico, à luz dos desafios impostos pela dimensão educacional e pedagógica da escola básica.

3.2 Construção das atividades didáticas

Para a construção da proposta didática seguimos as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Biologia e adotamos uma perspectiva freiriana de educação, além de considerar pressupostos de outros referenciais para a criação das atividades e abordagens didáticas, pontuados abaixo. Embora a elaboração do plano de aulas tenha precedido a nova BNCC, a proposta está alinhada com algumas das suas competências gerais para o ensino básico, como é o caso das duas primeiras que fazem menção explícita a abordagens históricas e epistemológicas:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (Brasil, 2016, p. 9)

Partindo de uma problemática que enfoca a ciência como um processo, destacando questões epistêmicas e não epistêmicas, atividades e discussões buscam envolver ativamente os alunos, por meio de problemas abertos e perguntas que instigam o pensar sobre o desenvolvimento da ciência. Essa estratégia pedagógica busca favorecer os espaços de interação interpessoal em atividades educativas visando uma transformação reflexiva (Yanés & Maturana, 2009) e uma educação crítica, que promovam o diálogo e a conscientização, como práxis educacional para a transformação do mundo (Freire, 1996).

Concebemos a aula como um espaço-tempo coletivo de construção de saberes e produção de conhecimentos que pressupõe a existência de sujeitos que se inter-relacionam, se comunicam e se comprometem com a ação vivida (Farias, 2009). O professor assume o papel de estimulador, orientador e facilitador da aprendizagem, enquanto reflete sobre o processo de ensino e aprendizagem, buscando alternativas para eventuais problemas na prática pedagógica (Freire, 1996). Consideramos, assim, que o aluno aprende numa atitude de relacionamento e interação com os professores e com seus colegas de turma (Masetto, 1996).

O processo de ensino e aprendizagem é complexo, mutável e envolve múltiplos saberes, no qual os estudantes variam em suas motivações e preferências no que se refere ao modo de aprender e na sua relação com o conhecimento. O pluralismo metodológico de estratégias de ensino em sala de aula é utilizado visando promover um maior alcance motivacional nos estudantes, conscientes de que os diferentes modelos e metodologias apresentam suas próprias vantagens e restrições (Laburú *et al.*, 2003).

Tendo em vista tais considerações, partimos de uma problematização inicial (*Os seres vivos se transformam?*), em que o professor assume papel mediador no debate. Diferentes atividades didáticas buscam promover a interação reflexiva entre os sujeitos e os saberes, fomentando a visão de ciência como um processo (Forato *et al.*, 2017), por meio de reflexões sobre a construção de conceitos e teorias como intrínseca a seus respectivos contextos culturais.

4. ALGUNS RESULTADOS

A análise sobre possibilidades para o uso da HC na escola básica, produziu, também, a organização de sugestões de atividades didáticas, sintetizadas no plano de aulas a seguir. Desenvolvido para um ambiente educacional específico de uma escola pública, em que trabalha um dos autores, esta proposta respeita as características particulares do mesmo, mas pretende ser flexível e adaptável a outros contextos educacionais. A análise apresentada anteriormente busca também explicitar ponderações e mais detalhes para auxiliar possíveis modificações.

4.1 Plano de aulas

| | | |
|---|---|--|
| Unidade curricular: Biologia | | |
| Série: 3º Ano EM. | Carga horária semanal: 2 h/aula (50 minutos cada). | Número de alunos: Aproximadamente 35. |
| <p>Ambiente educacional: Escola pública localizada na grande São Paulo, com a maior parte dos alunos motivada a participar das atividades propostas e habituada a fazer lição de casa nessa disciplina. O currículo utilizado na escola durante a elaboração da proposta didática, contempla as “Ideias evolucionistas e evolução biológica” e “As ideias evolucionistas de Darwin e de Lamarck” (São Paulo, 2011, p.92).</p> | | |
| <p>Objetivo: Aprendizado de conceitos sobre evolução biológica e sobre o desenvolvimento da ciência, estimulando a visão crítica dos alunos.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Desenvolver uma visão de ciência como atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, política e cultural, colaborativa e não individual;2. Conhecer aspectos relacionados ao desenvolvimento de teorias de evolução biológica;3. Compreender que a natureza não fornece dados suficientemente simples que permitam interpretações sem ambiguidades;4. Reconhecer que uma observação significativa não é possível sem uma expectativa preexistente;5. Compreender que as teorias científicas não são elaboradas unicamente a partir da experiência;6. Relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva histórica do conhecimento; | | |

7. Apropriar-se de conceitos relativos à formação, desenvolvimento e reprodução dos seres.
8. Expressar-se oralmente, manifestando suas ideias;
9. Desenvolver a criatividade, criticidade e curiosidade científica;
10. Desempenhar um trabalho coletivo e cooperativo.

Conteúdos:

1. Diferentes concepções sobre a origem e transformação dos animais no contexto histórico final do século XVIII e início do XIX;
2. Teoria da progressão dos animais, de Lamarck;
3. Aspectos epistemológicos da biologia.

Recursos materiais e metodológicos:

1. Leitura, análise e elaboração de textos;
2. Aula dialogada com recursos audiovisuais como vídeos e *slides*.
3. Construção do painel “linha do tempo”;
4. Pesquisas;
5. Mini seminários;
6. Debates em pequenos grupos.

Avaliação: Tendo em vista que “a avaliação trata da prática educativa, e não de um pedaço dela” (Freire, 1982), buscamos a avaliação continuada a partir do registro das informações relativas ao desempenho do aluno em textos produzidos, pesquisas, apresentação de seminários, participação em debates, etc.

4.2 Cronograma

| Dia | Conteúdo | Atividade | Tempo |
|-----|---|--|--------|
| 1 | Os seres vivos se transformam? | 1) Problematização inicial com projeção de trecho de documentário, imagens e diálogo | 50 min |
| | Os seres vivos se transformam? | 2) Elaboração de texto sobre a aula | Lição |
| 2 | Contextualizando o período (século XVIII e início do século XIX) | 3) Discussão sobre os textos 4) Aula expositiva dialogada com <i>slides</i> 5) Proposta de montagem do painel “linha do tempo” | 50 min |
| | Pesquisando o período | 6) Pesquisa de imagens | Lição |
| 3 | Diferentes ideias acerca da transformação dos animais | 7) Montagem do painel 8) Planejamento de seminários | 50 min |
| | Diferentes ideias acerca da transformação dos animais | 9) Finalização dos seminários | Lição |
| 4 | Predecessores e contemporâneos de Lamarck que citavam a transformação dos animais | 10) Apresentação de seminários | 50 min |
| 5 | As ideias de Lamarck em seu contexto | 11) Aula expositiva dialogada com <i>slides</i> | 50 min |
| 6 | Aspectos físicos versus hábito dos animais | 12) Atividade em grupo | 50 min |
| 7 | Possíveis dificuldades/limitações na | 13) Aula expositiva dialogada | 50 min |

| | | | |
|----|---------------------------------|---|--------|
| | teoria de Lamarck | 14) Debate plenário | |
| | A teoria de Lamarck | 15) Produção de texto | Lição |
| 8 | A teoria de Lamarck | 16) Análise de trechos de livros didáticos | 50 min |
| 9 | Teoria da evolução de Darwin | 17) Aula expositiva dialogada seguida de discussão. 18) Atividade em grupo | 50 min |
| 10 | Teoria sintética da evolução | 19) Aula expositiva dialogada com <i>slides</i> 20) Análise de vídeos de divulgação científica | 50 min |
| 11 | Conceitos atuais sobre evolução | 21) Debate Planário 22) Avaliação escrita | 50 min |

4.3 Descrição das atividades

Busca-se a abordagem explícita sobre aspectos da natureza das ciências, ao se discutir conteúdos biológicos (Rudge & Rowe, 2009).

1- Propõe-se partir da problematização: “*Os seres vivos se transformam?*”, enfatizando a transformação das espécies, levantando conhecimentos prévios e instigando um olhar crítico. Sugere-se um trecho do documentário “O mistério do lago azul” (Dias, 2007), mostrando a descoberta de fósseis de preguiças gigantes em um lago de uma caverna brasileira. Retomar o diálogo apresentando indícios de mudanças por meio de imagens com diferentes espécies de proboscídeos⁹ e exemplos de preguiças gigantes e animais da megafauna brasileira, especificando o período e ambiente que esses animais viveram. Questionar aspectos da transformação dos animais, estimulando a investigação e a formulação de hipóteses.

A partir do documentário abordando um episódio brasileiro, pode-se problematizar a visão individualista da ciência, mostrando a

⁹Ordem de mamíferos placentários que contém apenas uma família vivente, a Elephantidae, à qual pertencem os elefantes.

construção colaborativa do conhecimento científico, ao apresentar o trabalho coletivo de mergulhadores, paleontólogos e uma equipe de apoio para retirar fósseis de um lago em uma caverna. Aspectos financeiros interferindo na ciência e dilemas enfrentados por cientistas podem ser exemplificados, quando o mergulhador Tullio Schargel leva um fragmento fóssil ao professor e paleontólogo Cástor Cartelle, que precisa decidir se deve “arriscar” recursos em uma expedição a procura de mais fósseis.

2- Como lição de casa os alunos deverão elaborar um texto, apresentando suas conclusões. Se houver tempo, é possível iniciar a elaboração do texto na sala de aula.

3- Discussão plenária sobre os textos e as dúvidas apresentadas.

4- Em aula expositiva dialogada, com auxílio de imagens, apresenta-se o contexto político, religioso, científico e filosófico do século XVIII e início do século XIX. Pode-se apresentar uma concepção de ciência como produto dinâmico do conhecimento humano, criado por indivíduos em um dado contexto histórico-cultural, incluindo trechos de filmes sobre a época: “Os miseráveis” (Hooper, 2012) e “A Revolução Francesa” (Shultz, 2005).

5- Apresentar uma faixa de papel pardo de 1,50 m x 0,50 m, contendo cinco imagens de acontecimentos do período. Além de Lamarck, a faixa pode ter imagens de um filósofo natural (Newton, e sua morte em 1727), um compositor (Mozart 1756-1791), um fato político (Guerra dos sete anos) e um fato brasileiro (Tiradentes), por exemplo. Solicitar imagens de outros fatos ou personagens do período, para completar o painel na próxima aula, orientando sobre a diversidade na qualidade das informações encontradas na internet e especificando que devem ser privilegiados sítios de museus e universidades. Esta é uma oportunidade para realizar atividades integradas com outros professores, com cada disciplina selecionando fatos e personagens para colocar no painel, discutindo sobre teorias e ideias propostas na época, ou sobre literatura, política, arte, etc.

6- Os estudantes pesquisarão sobre o período (Século XVIII e início do século XIX) e farão uma coleta de imagens para completar o painel.

7- Grupos de aproximadamente seis alunos iniciarão a montagem do painel anteriormente apresentado. O professor poderá dialogar a

respeito do painel, levantando aspectos que os alunos considerarem interessantes, e apresentar aspectos relacionados à Revolução Francesa, o Iluminismo e sobre algumas correntes filosóficas do período.

8- Serão organizados mini seminários com as ideias sobre transformação dos animais de De Maillet, Maupertuis, Buffon, Robinet, Bonnet e Chambers. Em grupos de aproximadamente seis alunos, será feita a leitura de textos¹⁰ fornecidos pelo professor, que também auxiliará a organização dos mini seminários. É importante problematizar os riscos da pseudo-história em materiais inadequados que estão disponíveis na internet (Allchin, 2004).

9- Finalização dos seminários, complementando possíveis dados sobre o autor.

10- Apresentação dos seminários a respeito das obras contemporâneas a Lamarck, abordando a ideia de transformação dos animais. Após as apresentações, o professor comentará sobre o desempenho dos alunos e sistematizará os pontos principais.

A atividade com seminários é uma ferramenta para incentivar o trabalho coletivo, a autonomia e a comunicação entre os estudantes, e ainda, permite problematizar a concepção acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos, uma vez que apresenta ideias acerca da transformação dos animais que vão além da síntese de Lamarck e Darwin, presente em grande parte dos livros didáticos. Ao relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, como o transformismo, é possível indicar que a natureza não fornece dados suficientemente simples que permitam interpretações definitivas.

11- Aula expositiva dialogada com imagens sobre Lamarck, que abordará o seu contexto, suas ideias e teoria. Esta aula pode permitir a crítica da visão aproblemática e ahistórica da ciência e ressaltar que teorias científicas não são elaboradas unicamente a partir da experiência e observação. Mesmo com a impossibilidade de gerar experimentos, devido ao longo período necessário para que as modificações nas espécies sejam observadas, podemos identificar

¹⁰ Trechos adaptados a partir de Martins, L., (1993, pp. 340-385) e Donda & Martins (2016).

coesão nesta teoria construída a partir de evidências fósseis e um arcabouço teórico.

Apresentar o trabalho de Lamarck com suas coleções particulares de história natural, e sua mudança teórica de fixista para transformista, pode reforçar a ideia de que uma observação significativa não é possível sem uma expectativa preexistente. O fato da reestruturação no Jardim do Rei, fruto do movimento revolucionário francês ter mudado área de trabalho de Lamarck, permite destacar a influência do contexto socioeconômico na construção da ciência.

Os estudiosos podem mudar de ideia, e isso ocorreu em Lamarck acerca do fixismo e em relação à sua própria teoria, que apresentava duas leis na obra intermediária *Philosophie zoologique*, e quatro, na versão final de sua obra *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815-1822). Isso permite questionar a visão rígida de ciência e a ideia de teorias definitivas.

12- Distribuir imagens para grupos de até quatro alunos, contendo exemplos de animais com determinadas características físicas, como olhos vestigiais em toupeiras, membrana entre os dedos de aves aquáticas, etc. Então, imaginando o período de Lamarck e considerando sua teoria, os alunos deverão discutir esses exemplos e elaborar explicações para o surgimento de tais características, como quais hábitos podem ter contribuído, e quais leis sustentam essa explicação.

Espera-se que os alunos reconheçam as leis de Lamarck, já discutidas, nesses exemplos apresentados, percebendo que ela era coerente para o período estudado. Diálogo plenário sobre como Lamarck propôs esses exemplos. Nessas imagens outros exemplos além do que se refere ao tamanho do pescoço da girafa serão abordados, permitindo problematizar a visão incompleta e anacrônica sobre a teoria de Lamarck, que vem sendo propagada no ensino.

13- Aula expositiva dialogada que apresentará limitações da teoria de Lamarck, juntamente com aspectos sociais, políticos e até mesmo metodológicos, que se manifestaram durante a proposição de suas ideias, e que podem ter dificultado sua aceitação.

Novas ideias ou teorias na ciência não são, de um modo geral, aceitas de imediato, especialmente quando rompem com uma visão amplamente aceita pela comunidade científica, neste caso, a fixidez das

espécies. O debate sobre os motivos da não aceitação da teoria de Lamarck em seu período indica que além da boa fundamentação, existem outros fatores que podem influenciar a aceitação ou rejeição de uma teoria, como os religiosos, políticos, sociais, luta pelo poder, etc. Esta atividade pode destacar esse tipo de influência ao apresentar a propaganda negativa feita por Cuvier às ideias transformistas de Lamarck.

14- Aula dialogada com reflexão sobre os possíveis motivos para essa teoria não ter conseguido uma boa aceitação na época em que foi proposta: “Será que ela não estava bem fundamentada para o panorama da época?”.

Esses diferentes momentos de diálogo buscam favorecer os espaços de interação interpessoal nas atividades e promover uma transformação reflexiva. O professor deverá atuar como mediador, incentivando a participação de todos os estudantes.

15- Guiados por palavras ou expressões chaves (por exemplo: transformação, uso e desuso, caracteres adquiridos, limitações, complexidade, etc.), cada aluno produzirá um texto para descrever a teoria de Lamarck.

16- Em duplas, os estudantes analisarão trechos de livros didáticos selecionados pelo professor, de acordo com seu contexto educacional. Esta análise os confrontará com o conteúdo apresentado, utilizando alguns critérios avaliativos (por exemplo: se apresentam as quatro leis¹¹, se apresentam aspectos da carreira de Lamarck como a mudança de área de pesquisa, etc.).

Espera-se que os estudantes não apresentem, na produção de texto e na análise de livros didáticos, uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência, e argumentem que Lamarck apresentou uma teoria fundamentada considerando seu contexto. Assim, é possível que o papel de suas ideias para a construção do pensamento evolutivo seja contemplado, compreendendo-se, por fim, que o fato de apresentar uma teoria que não é aceita atualmente, não significa que a mesma não tenha trazido contribuições para a construção do conhecimento científico.

¹¹ Nesse momento é importante ressaltar, que em exames vestibulares, muitas vezes, continua sendo solicitada a interpretação anacrônica e simplista de Lamarck presente nos livros didáticos (Mottola, 2011).

17- Aula expositiva dialogada sobre a teoria de Darwin, seguida de discussão sobre as semelhanças e diferenças entre Darwin e Lamarck, partindo da contextualização histórica anterior. Conforme a disponibilidade de tempo e de materiais, sugerimos desenvolver propostas utilizando Silva (2013) e Cortez (2018), neste caso, o plano pode demandar um número de aulas mais amplo, cabendo a cada professor realizar as devidas adaptações ao seu contexto e objetivo.

18- Atividade em grupo onde os alunos produzirão textos e ilustrações para apresentar possíveis explicações para exemplos de evidências da evolução biológica escolhidos por eles. Para cada exemplo deve-se apresentar uma explicação segundo a teoria de Lamarck e uma segundo as ideias de Darwin.

19- Aula dialogada sobre a teoria sintética da evolução aceita hoje, com o auxílio de *slides*, em abordagem compatível com o ambiente da escola básica. É importante que os alunos reflitam porque algumas das ideias de Charles Darwin permanecem nessa síntese, e identifiquem quais são elas.

20- Analisar individualmente o conteúdo presente em vídeos de divulgação científica sobre evolução, pesquisados e sugeridos pelos alunos, para verificar conceitos da teoria atual, em busca de identificar se apresentam aspectos de uma teoria sintética de evolução, ou uma visão tendenciosa, na qual a teoria de Darwin é aceita da forma como ele a propôs.

21- Alunos debatem em plenária como, e em que medida, as aulas sobre Lamarck puderam ajudaram a compreender os conceitos atuais.

22- Avaliação escrita, inspirada na prova operatória (Ronca & Terzi, 1991) sobre aspectos não contemplados em atividades anteriores que compuseram a avaliação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Adequar conhecimentos especializados gerados por historiadores da ciência para turmas da escola básica não é trivial. O estudo para este tipo de abordagem transcende os conteúdos científicos e da didática. Assim, aspectos de ordem epistemológica e histórica também devem ser destrinchados à luz da metodologia da história e da fundamentação teórica do ensino de ciências.

A pesquisa permitiu-nos propor uma abordagem didática, contemplando conteúdos de biologia e sobre a construção do conhecimento científico. Embora o tempo sugerido possa parecer extenso, consideramos que a proposta seja viável, uma vez que mobiliza diversas habilidades e competências recomendadas pelos documentos oficiais, discute questões metacientíficas, sem deixar de lado os conteúdos específicos de biologia, contribuindo para uma formação mais ampla do estudante. Ao conhecer e vivenciar aspectos de debates que ocorreram na construção da ciência, o aluno pode refletir sobre os diferentes recursos que os pensadores do passado utilizaram para elaborar conceitos e teorias, desenvolvendo assim, uma visão mais crítica da ciência como construção humana, contextualizada na cultura de cada época. Todas essas discussões podem promover a interdisciplinaridade, sem negligenciar conteúdos conceituais biológicos.

Apresentamos a proposta didática, acompanhada de fundamentações teóricas e metodológicas de seu desenvolvimento, buscando oferecer subsídios para sua aplicação, sua adaptação ou sua ampliação. Para o âmbito da pesquisa acadêmica, espera-se que o conhecimento produzido possa ser utilizado e transposto a outros episódios históricos e conteúdos das ciências.

Como desdobramento, pretendemos aplicar a proposta na escola básica, colher dados e avaliar os processos educacionais promovidos, por meio de análise qualitativa. Os resultados poderão contribuir para o aumento do conhecimento acadêmico que subsidia a inserção da HC no ensino de ciências.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos pareceristas anônimos e à editoria da revista pelas críticas e sugestões, que contribuíram sobremaneira para o aprimoramento do artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLCHIN, Douglas. Pseudohistory and pseudoscience. *Science & Education*, **13**: 179-195, 2004.

———. *Teaching the Nature of Science: Perspectives and Resources*. Sain Paul, MN: SHiPS Education Press, 2013.

- ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; FALCÃO, Jorge Tarcisio da Rocha. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. *Ciência e Educação*, **11**: 17-32, 2005.
- . As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de biologia no Brasil. *Ciência & Educação*, **16**: 649-665, 2010.
- AMORIM, Mário César; LEYSER, Vivian. Ensino de evolução biológica: implicações éticas da abordagem de conflitos de natureza religiosa em sala de aula. *XI Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências*. Florianópolis, 2009. Atas... Florianópolis: ABRAPEC, 2009.
- BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. *Breve história da ciência moderna: Das luzes ao sonho do doutor Frankenstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 2005.
- . *Breve história da ciência moderna: A Belle-époque da ciência*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 2008.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Segunda versão revista. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 2 novembro 2016.
- BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC; SEB, 2006.
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva; GASTAL, Maria Luiza. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. *Ciência & Educação*, **11**: 33-39, 2005.
- CARVALHO, Eduardo Crevelário de; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Lazzaro Spallanzani e a geração espontânea: os experimentos e a controvérsia. *Revista da Biologia* **9** (2): 1-6, 2012.
- CASTAÑEDA, Luzia Aurelia. *Caracteres adquiridos: a história de uma ideia*. São Paulo: Scipione, 1997.
- CASTAÑEDA, Luzia Aurelia. *As ideias pré-mendelianas de herança e sua influência na teoria de evolução de Darwin*. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Ciências/Genética e Evolução) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- CORRÊA, André Luis; ARAUJO, Elaine Nicolini Nabuco de; MEGLHIORATTI Fernanda. Aparecida; CALDEIRA Ana Maria

- de Andrade. História e Filosofia da Biologia como ferramenta no Ensino de Evolução na formação inicial de professores de Biologia. *Filosofia e História da Biologia*, **5**: 217-237, 2010.
- CORTEZ, Eduardo Pessonnia Molina. *Descobrendo a seleção natural: uma proposta de ensino baseada na história da ciência*. São Paulo, 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo.
- DIAS, Mauricio; SHARGEL, Túlio; LECUIVRE, Dominique. *O Brasil da pré-história: o mistério do poço azul*. Documentário, Brasil, França: 2007. Duração: 53 min.
- DUARTE, Felipe Bezerra de Medeiros; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de; AMARAL, Viviane Souza do. O ensino fragmentado da evolução biológica e concepções alternativas sobre este tema no ensino médio. *Revista da SBEnBIO*, **7**: 2035-2046, 2014.
- DONDA, Pedrita Fernanda; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. As concepções de Erasmus Darwin sobre a transmutação dos animais. *Filosofia e História da Biologia*, **11** (1): 121-135, 2016.
- EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o Ensino de História e Filosofia das Ciências na Educação Científica de Nível Superior. Pp. 3-21, in: SILVA, Cibelle C. (org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.
- FARIAS, Isabel Maria Sabino de; SALES, Josete de Oliveira Castelo Branco; BRAGA, Maria Margarete Sampaio de Carvalho.; FRANÇA, Maria do Socorro Lima Marques. *Didática e docência: aprendendo a profissão*. Brasília: Liber Livro, 2009.
- FERREIRA, Marcelo A. *Transformismo e Extinção de Lamarck à Darwin*. São Paulo, 2007. Tese (Doutorado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- FERREIRA, Rafael Antunes; AMORIM, Mario Cezar. Jean Baptiste Lamarck: Equívocos históricos e implicações para o ensino de Biologia. In: *V Encontro Regional de Ensino de Biologia do Nordeste*. Natal, 2013. Atas... Natal: UFRN, 2013.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982. ———. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

- FORATO, Thaís Cyrino de Mello. *A natureza da ciência como saber escolar: Um estudo de caso a partir da história da luz*. 2009. 420 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação da USP, São Paulo: FEUSP, 2009, 2 vols.
- FORATO, Thaís Cyrino de Mello; MOURA, Breno A. Introdução. História e Epistemologia das Ciências na formação de professores. In: Breno Arsioli Moura; Thaís Cyrino de Mello Forato. (Org.). *Histórias das Ciências, Epistemologia, Gênero e Arte. Ensaios para a formação de professores*. 1 ed. Santo André: Editora da UFABC, 1-10, 2017.
- GIL PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel Fernández; ALIS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, Antônio; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, **7**: 125-153, 2001.
- HOOPER, Tom; FELLNER, Eric. *Os Miseráveis*. Filme, Reino Unido: Universal Pictures, 2012. Duração 158 min.
- KRAGH, Helge. *An Introduction to the Historiography of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- LABURÚ, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello; NARDI, Roberto. Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, Brasília, **9** (2): 247-260, 2003.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria da progressão dos animais de Lamarck*. Campinas, 1993. Dissertação (Mestrado em Genética) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1993.
- . *A teoria da progressão dos animais, de Lamarck*. Rio de Janeiro: Boaklink; São Paulo: FAPESP, 2007.
- . Episódios da história da evolução e o ensino de ciência: as contribuições de Lamarck. In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias*. Campinas, 2011. Atas... Campinas: ABRAPEC, 2011.
- . História da ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, **11**: 305-317, 2005.
- MARTINS, Lilian; BRITO, Ana Paula Moraes. A História da Ciência e o ensino da Genética e Evolução no nível médio: um estudo de caso. In: SILVA, Cibelle Celestino. (Org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 245-264, 2006.

- MARTINS, Lilian; MARTINS, Roberto de Andrade. A metodologia de Lamarck. *Trans/Form/Ação*, **19**: 115-38, 1996.
- MARTINS, Roberto de Andrade. Seria possível uma história da ciência totalmente neutra, sem qualquer aspecto whig? *Boletim de História e Filosofia da Biologia* **4** (3): 4-7, 2010.
- . Introdução: a história da ciência e seus usos na educação. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino. (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- MASETTO, Marcos Tarciso. *Didática: a aula como centro*. São Paulo: FTD, 1996.
- MATTHEWS, Michael. History, philosophy and science education: the present reaproachment. *Science & Education*, **1**: 11-47, 1992.
- MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- MOTTOLA, Nicolau. *O evolucionismo no ensino de biologia: investigação das teorias de Lamarck e Darwin expostas nos livros didáticos de biologia do plano nacional do livro didático do ensino médio, PNLEM*. Rio Claro, 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Biociências, UNESP Rio Claro.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. A importância da história da ciência na educação científica. *Filosofia e História da Biologia*, **4**: 1-16, 2009.
- RONCA, Paulo Afonso Caruso; TERZI, Cleide do Amaral. *A prova operatória: contribuições da psicologia do desenvolvimento*. São Paulo: Edesplan, 1991.
- RUDGE, David; HOWE, Eric. An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education*, **18**: 561-580, 2009.
- SÃO PAULO. Secretaria da Educação. *Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias*. São Paulo: Secretaria da Educação, 2011.
- SANTOS, Fernando Santiago dos; JUDENSNAIDER, Ivy. Política, Economia, sociedade, filosofia e ciência: correlações históricas nos oitocentos. *Prometeica*, **10**: 58-73, 2015.
- SHULTZ, Doug. A Revolução Francesa. Documentário. *History Channel*, 2005. Duração: 90 min.

- SILVA, Tatiana Tavares da. *Darwin na sala de aula: replicação de experimentos históricos para auxiliar a compreensão da teoria evolutiva*. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo.
- TIDON, Rosana; VIEIRA, Eli. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. *ComCiência*, 107, 2009¹².
- YÁÑEZ, Ximena Dávila; MATURANA, Humberto. Hacia una era post moderna en las comunidades educativas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49: 135–161, 2009.

Data de submissão: 14/03/2019

Aprovado para publicação: 16/05/2019

Data de publicação: 30/06/2019

¹² Disponível em: <<http://comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=45&id=535>>. Acesso em: 03 abril 2016.