



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - RIO CLARO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
ÁREA DE EPISTEMOLOGIA E PRÁTICAS EDUCATIVAS**

**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**

NICOLAU MOTTOLA

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação (Epistemologia e Práticas Educacionais).

RIO CLARO/SP

2011

NICOLAU MOTTOLA

**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**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação (Epistemologia e Práticas Educacionais).

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Reami Pechula.

RIO CLARO/SP

2011

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. 2011. 125f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Rio Claro, SP.

APROVADO EM: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Reami Pechula - UNESP - Rio Claro

1º Examinador

2º Examinador

Dedico
A meus pais, Gelda e Oscar,
por terem me mostrado o caminho;
A Tania, minha esposa,
pelo incentivo, colaboração e paciência

AGRADECIMENTOS A

Prof^a. Dra. Marcia Reami Pechula pelo apoio, dedicação, confiança, amizade e respeito manifestados durante a orientação deste trabalho.

Professores do programa de Pós-Graduação em Educação do Instituto de Biociências de Rio Claro, pela oportunidade de compartilhar conhecimentos acadêmicos.

Funcionários da Secretaria Acadêmica do Departamento de Educação e da Pós-Graduação, pelo suporte técnico e auxílio na superação das dificuldades diárias.

Funcionários da Biblioteca, pela inestimável ajuda em algumas situações e, principalmente, pela alegria, amizade e respeito com que sempre me atenderam.

Amigos do grupo de estudos Isabel, Lucimara, Murilo, Carlos, Nanci e Rita pela amizade e convívio, com especial agradecimento à Rita, e ao Carlos pela ajuda prestada em diversas ocasiões.

Tânia, minha esposa, que com carinho, dedicação e paciência sempre me apoiou nos momentos mais tensos e difíceis desta jornada.

Minha “sogra” (sem igual), pela confiança em nosso trabalho e simpatia pela minha pessoa.

Miriam, minha tia, por todo o apoio e abrigo, para mim e meu pai, em momentos de enormes dificuldades.

E por último, mas não menos importante por isso, aliás, definitivamente, muito pelo contrário, aos meus queridos pais, Gelda e Oscar, que quando estavam conosco sempre apoiaram, com respeito e alegria minhas escolhas.

RESUMO

Analisou-se aqui o modo como o conceito de evolução, elaborado por Lamarck e Darwin, é apresentado nos livros didáticos de Biologia, selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), distribuídos em 2007 para todas as escolas da rede pública do Brasil. Para essa análise, foram consideradas as cinco teorias de Charles Robert Darwin (1809-1882), presente em sua obra *A Origem das Espécies*, a saber: a evolução propriamente dita, a ancestralidade comum, o gradualismo, a multiplicação das espécies e a seleção natural. E, também, as quatro leis da transformação dos animais, de Jean Baptiste Antoine de Monet de Lamarck (1744-1829). Utilizamos os procedimentos de coleta e análise de dados com base em abordagens de natureza qualitativa. Como principais resultados encontramos uma visão reducionista da teoria transformista de Lamarck, limitada a duas leis não centrais em sua obra nem de sua autoria, bem como a presença, em algumas obras, de um antagonismo entre o lamarckismo e fundamentação científica. Com relação à obra darwiniana, constatou-se que na maioria dos livros didáticos está ausente uma referência às idéias relativas à ancestralidade comum, ao gradualismo e à multiplicação das espécies. Também foi possível observar que, em alguns manuais didáticos, há uma visão a - histórica da ciência, a falta de uma contextualização sociocultural e uma carência em relação à história e à filosofia da biologia. Nesse sentido, há um prejuízo na compreensão das idéias contidas nas obras de Lamarck e Darwin, acarretando uma limitação no entendimento do conceito de evolução.

Palavras-chave: Darwinismo. Lamarckismo. Evolução. Livros didáticos. Ensino da Teoria da Evolução.

ABSTRACT

We analyzed here how the concept of evolution, developed by Lamarck and Darwin, is presented in textbooks of Biology, selected by the National Textbook Program for high school (PNLEM), selected in 2007 for all public schools in the Brazil. For this analysis, we considered the five theories of Charles Robert Darwin (1809-1882), present in his work *The Origin of Species*, namely: the actual evolution, the common descent, the gradualism, the multiplication of species and the natural selection. Also, the four laws of transformation of animals, Jean Baptiste Antoine de Monet de Lamarck (1744-1829). We use the data collection and analysis of data based on qualitative approaches. The main results, we find a reductionist view of Lamarck's theory transvestite, limited to two laws do not even central in his work of his own, as well as the presence, in some works, an antagonism between Lamarckism and scientific reasoning. With reference to the work Darwinian, it was found that in most textbooks is missing a reference to the ideas on common ancestry, the gradualism, and the multiplication of species. Was also observed that in some textbooks, there is a vision – of historical science, the lack of a socio-cultural context and a lack in relation to history and philosophy of biology. In this sense, there is a loss to understand the ideas embodied in works of Lamarck and Darwin, leading to a limitation in understanding of the concept of evolution.

Keywords: Darwinism. Lamarckism. Evolution. Textbooks. Teaching Evolution.

LISTA DE QUADROS E FIGURA

Quadro 1 - Aceitação das teorias de Darwin pelos principais evolucionistas...	41
Quadro 2 - O modelo de Darwin para a seleção natural	51
Quadro 3 - Contextualização no ensino de ciências	69
Figura 1 - Formação de novas espécies a partir de um ancestral comum	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação dos livros selecionados pelo PNLEM/2007	777
Tabela 2 - Volume único e a quantidade de páginas para cada assunto.	788
Tabela 3 - Relação entre o número de páginas, em cada tema, com o total na obra e no volume.....	799
Tabela 4 - Distribuição das atividades por temas biológicos principais.....	811
Tabela 5 - As quatro leis da teoria de Lamarck.....	966
Tabela 6 - As cinco teorias da Darwin.....	102

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 TEORIA DA EVOLUÇÃO - CONTEXTO HISTÓRICO-CULTURAL	17
1.1 A evolução na biologia	18
1.2 Trajetória histórica da teoria da evolução.....	21
1.3 Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck	28
1.3.1 A tendência para o aumento da complexidade	31
1.3.2 Surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e que se mantêm.....	31
1.3.3 Desenvolvimento ou atrofia de órgãos como função de seu emprego	33
1.3.4 A herança do adquirido	34
1.3.5 As leis da transformação e a evolução.....	35
1.4 O hiato pré-darwinista	35
1.5 Charles Robert Darwin	38
1.5.1 Evolução propriamente dita.....	42
1.5.2 Ancestralidade comum.....	43
1.5.3 A evolução ocorre gradualmente.....	46
1.5.4 A multiplicação das espécies	46
1.5.5. A teoria da seleção natural.....	48
1.6 A evolução após Darwin.....	53
1.7 Os predecessores de Darwin	56

2 A EVOLUÇÃO E O ENSINO DE BIOLOGIA	599
2.1 Procedimentos metodológicos	622
2.2 A evolução e os documentos oficiais	666
2.3 A evolução e o contexto educacional	70
3 A TEORIA DA EVOLUÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS	766
3.1 Distribuição dos temas nas obras didáticas	777
3.2. Avaliação do tema evolução segundo a resenha dos pareceristas	811
3.3 O livro de Biologia e sua importância no processo de ensino	822
3.4 As leis da transformação de Lamarck nos livros de Biologia.....	899
3.4.1 A tendência para o aumento da complexidade	966
3.4.2 Surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e que se mantém.....	977
3.5 A teoria evolutiva de Darwin nos livros de biologia do PNLEM	101
3.5.1 O fato da evolução	104
3.5.2 A ancestralidade comum e a multiplicação das espécies.....	105
3.5.3 A teoria do gradualismo.....	107
3.5.4 A teoria da seleção natural.....	108
CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
ANEXO	126

INTRODUÇÃO

Desde a fase pré-universitária, cursando o segundo grau (atual ensino médio) e o cursinho pré-vestibular, já manifestava um grande interesse pela Biologia e de forma bem particular pela Teoria da Evolução formulada por Charles Robert Darwin (1809-1882). Esse interesse foi motivado pela minha curiosidade sobre a origem dos seres vivos e pelas explanações dos professores de Biologia que enfatizavam o brilhantismo da minuciosa e detalhada análise imposta por Darwin a seu trabalho. O mesmo interesse atuou como força motriz, impulsionando-me a ingressar no curso de Ciências Biológicas.

Entretanto, ainda no ensino secundário, pude perceber que o estudo da evolução restringia-se a um “confronto” entre as idéias lamarckistas e darwinistas para, em seguida, ser apresentada a Teoria Sintética da Evolução como a mais aceita.

Ao iniciar a graduação em Ciências Biológicas na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, na Universidade de São Paulo (FFCLRP/USP), já no primeiro semestre tive acesso, na disciplina de Biologia Evolutiva, a textos que narravam o progresso do pensamento evolutivo. Pude entender, então, que, se por um lado existem várias teorias evolutivas, por outro, algumas idéias evolucionistas continham conhecimentos de uma teoria anterior. Isso ocorreu com Darwin que “admitia ele a existência das variações hereditárias provocadas pelo uso e pelo desuso de um órgão” (BUICAN, 1990, p. 75). E, também, com A Teoria Sintética da Evolução.

A teoria evolutiva corrente - a “síntese moderna”, como foi denominada por Huxley (1942) - deve mais a Darwin do que a qualquer outro evolucionista, e foi construída em torno de conceitos essenciais de Darwin. Não obstante, incorpora muitos elementos distintamente pré-darwinianos. (MAYR, 1977, p. 2).

Um evento que me marcou de modo indelével durante a graduação e que após alguns anos, permitiu-me proceder a esta investigação, merece destaque: foi a surpresa de ouvir do professor da disciplina Biologia Evolutiva,

ainda no primeiro ano, mencionar que Darwin era lamarckista e não darwinista. Ele o disse após a leitura de uma frase do livro *A Origem das Espécies*, mas com a capa devidamente encoberta. A surpresa adveio do fato de no ensino de segundo grau e até no “cursinho” pré-vestibular ter tomado conhecimento apenas do confronto entre as idéias de Jean Baptiste Antoine de Monet de Lamarck (1744-1829) e as de Charles Darwin, com a finalização do assunto Teoria da Evolução pela apresentação da Teoria Sintética da Evolução, ou Neodarwinismo.

A partir dos eventos relatados e com a minha compreensão, ainda que não especializada, do processo evolutivo, comecei a questionar o motivo pelo qual, ao se estudar a teoria da evolução desde a época do secundário até o atual ensino médio, enfatiza-se o antagonismo entre as idéias de Lamarck e de Darwin. Teria a omissão do fato de que Darwin aceitava conceitos lamarckistas ajudado a fornecer uma concepção conceitual distorcida sobre a teoria elaborada pelo naturalista britânico? Além disso, a afirmação de que Lamarck estava errado, não deporia contra a própria ciência que, como se sabe, não é detentora da verdade absoluta, mas providencia explicações que podem ser parcialmente ajustadas ou totalmente alteradas? Uma construção científica dever ser analisada no contexto histórico a que pertence e pelos argumentos que a sustentam e não ser julgada pelos parâmetros científicos atuais (MARTINS; MARTINS, 1996).

Após o término da minha graduação tive, quase de imediato, a oportunidade de lecionar Ciências e/ou Biologia, em diversas escolas particulares, por um período de aproximadamente dez (10) anos. Paralelamente, ao atuar como professor de Biologia no Ensino Médio da Rede Estadual de São Paulo, observei a repetição, quase cerimonial, de algo que experimentara nas diversas escolas da rede particular. A maioria dos alunos, em sua maioria, possuem, a respeito do tema evolução, idéias que dificultam sua compreensão, como também as idéias sobre a origem da biodiversidade em nosso planeta. Além disso, como as diferentes espécies estão relacionadas por parentesco evolutivo, os alunos fazem confusão entre concepções lamarckistas e darwinistas, e entendem a evolução como um processo linear e progressivo (CHAVES, 1993; GOEDERT, 2004; MEGLHIORATTI, 2004).

Ao longo dos anos, de docência pude observar, também, que a maioria dos livros didáticos de Biologia exibiam problemas em relação à correção conceitual e, em muitos casos, uma visão reducionista da ciência e, também, das Teorias de Lamarck e Darwin. No âmbito das escolas públicas, era o professor que, muitas vezes, indicava ao aluno a compra de algum livro didático, a maioria produzidos em volume único, com todo o conteúdo do ensino médio condensado ou, ainda, em muitos casos, faziam-se cópias dos livros que eram usadas como apostila (XAVIER; FREIRE; MORAES, 2005).

Atualmente ainda perduram alguns desses problemas, apesar da diminuição deles em função da avaliação realizada pelo PNLEM, a partir de 2007. Entretanto, ainda há muito a ser realizado, principalmente pela importância do manual didático no processo de ensino-aprendizagem no âmbito das instituições escolares públicas de ensino básico.

Além disso, a passagem do conhecimento científico para o livro didático constitui-se árdua tarefa, que pode registrar concepções controversas de determinados conceitos, comprometendo o processo de aprendizagem do aluno e contribuindo, em muitos casos, para reforçar conceitos e idéias já existentes, principalmente se o professor de Biologia não possuir uma formação sólida e consistente. “O problema de distorções conceituais nos manuais de ensino é preocupante se considerarmos que os livros didáticos são a ferramenta básica do ensino” (GOULD, 1992, p. 153).

Levando-se em conta as considerações expostas, pretendo neste trabalho, verificar de que maneira as concepções apresentadas nas teorias evolutivas de Lamarck e Darwin são apresentadas nos livros didáticos de Biologia selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), em 2007, de modo a que a existência de possíveis distanciamentos sejam percebidos.

A partir do panorama traçado, o objetivo com o primeiro capítulo intitulado “A teoria da evolução - contexto histórico-cultural” é, com uma breve descrição histórica, evidenciar o dinamismo da construção do pensamento evolutivo e a influência exercida pelo contexto histórico-cultural vigente. Também será possível mostrar que a partir da participação de diferentes autores, com novas idéias, foi possível, por exemplo, substituir uma

determinada concepção por outra, como no caso do pensamento essencialista pelo pensamento populacional.

No capítulo seguinte, “Evolução e o ensino de Biologia”, destaca-se a importância e o papel do livro didático para professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem nas instituições escolares de ensino básico. Também está apresentada a participação dos documentos oficiais, PCN, PCN+, com sugestões a respeito da Teoria da Evolução. De extrema relevância e atualidade, para finalizar o capítulo, mostra-se a validade da realização de avaliações dos livros didáticos, em função da possibilidade de se corrigirem eventuais distorções ou omissões nas diferentes obras didáticas distribuídas aos estudantes do Ensino Médio da rede pública do país.

No capítulo terceiro, consta “A teoria da evolução nos livros didáticos de biologia selecionados pelo PNLEM/2007” consta uma descrição geral dos livros de Biologia e, em seguida, a forma como os autores dos manuais didáticos expõem as teorias de Lamarck e de Darwin. Também está exposta a análise da abordagem da teoria de Lamarck, no que se refere às suas quatro leis e da teoria darwinista em relação às cinco teorias.

1 TEORIA DA EVOLUÇÃO - CONTEXTO HISTÓRICO-CULTURAL

Até meados do século XIX, ainda se defendia a idéia de que os seres vivos não sofriam transformações, que eram imutáveis. Contudo, nesse século também circulavam idéias sobre a ocorrência de transformações em diferentes áreas de estudo, como a Geologia, por exemplo. A noção de transformação logo se espalhou, e, em seguida, adentrou o mundo vivo. Nesse contexto, dois autores, Jean Baptiste Pierre de Monet, Chevalier de Lamarck e Charles Robert Darwin surgiram com teorias sobre a transformação das espécies.

Apesar de lembrado por ter sido o primeiro autor a propor uma teoria, hoje considerada evolutiva, Lamarck é mais conhecido pela teoria baseada em duas leis: “Lei do uso e desuso” e a “Lei da herança dos caracteres adquiridos”. No entanto, o seu trabalho sobre a transformação das espécies não se reduz a essas duas leis, que nem eram principais, como também sua obra¹, que não se restringe à elaboração de uma teoria sobre a transformação dos seres vivos. Nesse sentido, é importante realizar uma abordagem, ainda que limitada, para uma visão mais adequada da teoria de Lamarck, e que também forneça subsídios para compreensão de como ocorre a exposição de sua teoria pelos autores dos livros didáticos de Biologia selecionados pelo PNLEM.

No momento em que a *Origem das Espécies* foi publicada, a noção de evolução já era conhecida. Então, é lícito perguntar: qual detalhe presente na obra de Darwin causou tanta comoção na sociedade inglesa do século XIX e que, ainda hoje, é fonte de discussões acaloradas e de pesquisas não menos entusiasmadas? De imediato, ao considerarmos apenas a obra *A Origem das Espécies*, pode-se responder que é provável que seja a seleção natural. Como afirma Mayr (2005, p. 128), “A seleção natural representa não só a rejeição de quaisquer causas finalistas que possam ter uma origem sobrenatural, mas também rejeita todo e qualquer determinismo no mundo orgânico”. Contudo, não é possível desconsiderar, também, o fato de Darwin ter afirmado, em *The Descend of Man, and Selection to Sex*, de 1871, que a espécie humana surgiu a partir de outra espécie, e não como um ato de criação (SENE, 2009).

¹ Botânica, química, meteorologia, geologia, zoologia de invertebrados e paleontologia (MARTINS, 1993).

Todavia, em à *Origem das Espécies* não há referência apenas à seleção natural. Nessa obra, também estão presentes idéias importantes como, por exemplo, a de que todos os seres vivos guardam algum grau de parentesco com ancestrais que já não existem. Outra importante contribuição é a comprovação de que a evolução existe, isto é, que as espécies de seres vivos são passíveis de modificação, embora tenha usado o termo descendência com modificação. Ainda podemos adicionar que o naturalista inglês propôs uma explicação baseada em leis naturais, que elimina a intervenção divina ou forças sobrenaturais. Dessa forma, um entendimento mais adequado da teoria de Darwin poderá contribuir com subsídios para que a abordagem dela nos manuais didáticos, seja sem omissões que a simplifiquem.

1.1 A evolução na Biologia

Inicialmente é necessário ter em vista que a ciência é uma atividade não isenta de erros e que não pode prescindir, durante o seu percurso, de mudanças, de críticas, nem ser desvinculada de seu momento histórico-social. Nesse contexto, a construção da Teoria da Evolução torna-se exemplar. Considerada unificadora da Biologia é apresentada quase sempre como elaborada com exclusividade por Darwin, sem a inclusão de seus antecessores e, também, sem a menção das influências que recebeu (CALOR; SANTOS, 2004). Assim, em função da enorme complexidade da teoria, ela não foi realizada por uma pessoa, mas por várias, cujas concepções guardavam semelhança com algumas das idéias defendidas pelo naturalista inglês.

A concepção do tema não é simples de entender e, em vista disso, ainda hoje é um assunto polêmico, fonte quase inesgotável de controvérsias. Além disso, geralmente, a maioria das pessoas não têm uma compreensão clara de como ocorre o processo evolutivo.

A dificuldade também está presente no âmbito escolar. Ao realizar um estudo com professores de Biologia, em escolas de Brasília, Tidon e Vieira (2009) constataram que:

As colocações dos professores, acessadas mediante questionários, apontaram problemas com o material didático, currículo escolar, e falta de preparo dos alunos para compreensão desse assunto. Quando indagados sobre

padrões e processos evolutivos, quase a metade dos professores entrevistados demonstrou concepções lamarckistas, ao afirmar que a evolução biológica é direcional, progressista, e que ocorre em indivíduos (ao invés de populações). Essas concepções equivocadas, que simplificam a complexidade da natureza, são muito difundidas em várias partes do mundo, provavelmente porque elas parecem lógicas e fáceis de compreender (TIDON; VIEIRA, 2009, p. 1).

Além da presença dessas concepções, o alcance do tema fica restrito às teorias de Lamarck, Darwin e à Teoria Sintética, apresentadas nessa sequência linear e progressiva, sem conexão com o momento histórico e com as teorias anteriores, consideradas erradas e/ou incompletas em relação às que vieram em seguida. Assim, perpetua-se uma falsa idéia de como ocorreu a construção do pensamento evolutivo e do próprio conhecimento científico. Nesse sentido, é importante apontar corretamente as idéias contidas nas teorias de Darwin e de Lamarck para evitar que possíveis erros conceituais, omissões e confusões epistemológicas ocorram. Então, é preciso entender como esse conceito foi empregado nos diversos momentos históricos para que se possa compreender por que Darwin e Lamarck são mencionados como os primeiros autores da Teoria da Evolução.

Ainda hoje as pessoas sem ligação com a atividade científica, acreditam que a ciência é um empreendimento para poucos privilegiados, dotados de uma capacidade de raciocínio acima dos cidadãos comuns, como num imaginário de que a ciência é atividade para gênios. Sem dúvida, os cientistas considerados gênios trouxeram contribuições fundamentais para o desenvolvimento histórico e científico, mas não elaboraram conhecimentos definitivos.

Não é correta a imagem de que os conhecimentos científicos, por serem comumente fruto de experimentação e por terem uma base lógica, sejam “melhores” do que os demais conhecimentos. Tampouco se pode pensar que o conhecimento científico possa gerar verdades eternas e perenes (BIZZO, 1998, p. 17).

Para Martins (2006), é necessário entender, que fazer ciência não é uma atividade isolada que obtém uma verdade absoluta, e que não apresenta qualquer conexão com a sociedade. Pelo contrário, a ciência está inserida em

um contexto social, cultural e econômico, que afasta a possibilidade de ocupação neutra, sem qualquer vínculo com o momento histórico. Por outro lado,

O trabalho científico deve ser respeitado, mas não venerado (ou desprezado). Colocado em suas reais dimensões, poderá tanto despertar vocações nos jovens, quanto suscitar da sociedade o apoio que merece, em suas devidas proporções (MARTINS, 2006, p. XX-XXI).

Assim, é fundamental que as pessoas adquiriram um entendimento de como ocorre a produção científica. O contato com esse conhecimento proporciona a aquisição de ferramentas que possibilitam ações e tomadas de decisão que geram mudanças. O conhecimento científico é uma construção social que sustentada pelo método científico, conduz a resultados, como, por exemplo, as teorias científicas. Estas, mesmo amparadas pelo arcabouço científico estão em contínuo processo de reorganização.

Nesse sentido, o modelo científico hoje conhecido na cultura ocidental não existiu desde sempre nem nasceu pronto. As sementes nos remontam à Grécia Antiga (entre os séculos VI e VII a.C.), com os filósofos pré-socráticos que usaram a racionalidade para interpretar os fenômenos naturais sem recorrer a mitos e divindades. Entretanto, os gregos da Jônia também comungavam de certa religiosidade, mas:

[...] com uma religião que desconhece o dogma ou qualquer tipo de verdade que não encontre os seus fundamentos na própria ordem natural. Os deuses gregos apresentam-se com uma evidência que os prende à ordem natural das coisas. Não existe o exclusivismo do Deus hebraico ou muçumano, que só reconhece o homem quando esse se converte. Longe de se limitarem a uma igreja ou aos privilégios de um povo escolhido, os deuses gregos são reconhecidos em sua presença puramente natural na ordem do mundo. [...]. Os deuses existem assim como existem as plantas, as pedras, o amor, os homens, o riso, o choro, a justiça (BORNHEIM, 1993, p. 10).

Assim, por um lado os gregos acreditavam que os deuses eram integrantes do mundo e não interferiam em eventos naturais; por outro, também possuíam “a idéia de que objetos e ações da natureza trabalhavam de acordo com certos princípios fundamentais ordenados, capazes de serem

identificados” pelo uso da razão. E, apesar de conceberem que algo governa e direciona o Universo, não acreditavam na existência de um deus criador de tudo que existe por vontade própria (GOTTSCHELL, 2003, p. 28).

Nesse contexto é possível entender que as concepções religiosas vigentes possibilitaram ao homem questionar o mundo real e encontrar diversas respostas a suas dúvidas, o que causou uma ruptura no modo de pensar mítico e rígido, amparado sobre dogmas, que impossibilitavam a existência de questionamentos.

Necessário não esquecer que a razão não resulta de uma construção repentina, mas, antes, do modelo de sociedade em que os gregos estavam estabelecidos. Mileto (século VIII a.C.) foi uma cidade próspera na Jônia, independente da metrópole, um centro mercantil e comercial, o que possibilitou o contato e o intercâmbio com civilizações orientais mais antigas. Com esse panorama dinâmico as relações entre indivíduos de diferentes povos foram intensificadas ao longo dos anos, e contribuíram para que antigas tradições e valores fossem substituídos, além de possibilitar surgimento de novos conhecimentos e diferentes explicações para fatos antes explicados pela mitologia. É nesse contexto que retomamos a descrição histórico-teórica do conceito de evolução.

1.2 Trajetória histórica da teoria da evolução

Na história da Biologia não é possível encontrar com precisão o surgimento do termo evolução. De acordo com Di Mare (2002), o termo pode ter sido criado por Ballanche (1776-1847), mas a formulação da idéia é atribuída a Anaximandro (610-545 a.C.). Para ele os primeiros organismos teriam surgido da lama do mar, semelhantes a peixes que, por sua vez, deram origem a todos os outros seres, inclusive ao homem. Entretanto, Papavero e Balsa (1986, p. 62) advertem que Anaximandro não concebe “um processo evolutivo, lento e gradual, mas espécies criadas prontas e perfeitas”, Mayr (1998, p. 342) corrobora essa opinião e afirma que, “isso não é uma antecipação da evolução, como por vezes se tem afirmado, mas refere-se bem mais à ontogenia das gerações espontâneas”.

Apesar das constatações citadas acima, é possível notar a presença de um pensamento, entre alguns autores pré-socráticos, que sugere transformação e uma referência à influência do ambiente. Contudo é necessário mencionar que a evolução como um processo lento e gradual é uma idéia moderna. E, no contexto da filosofia jônica o mundo é concebido como perfeito, perene e sem ocorrência de mudanças. Dessa forma, seria inviável elaborar uma explicação que descrevesse um processo de transformação dos seres vivos de forma lenta e gradual. Essa concepção se estende aos tempos de Aristóteles (383-322 a.C.), que acreditava serem as espécies fixas e estabelecidas em uma escala hierárquica.

Embora o império grego tenha sucumbido diante de Felipe II da Macedônia, seu filho, Alexandre “O Grande”, permite a disseminação do conhecimento adquirido. Após a sua morte, período conhecido como helenístico, houve uma notável individualização das ciências. “E o século III a.C. caracterizou-se, assim, pelo surgimento dos especialistas - aprofundados em um ramo determinado do conhecimento científico. (PAPAVERO; BALSÀ, 1986, p. 117).

Entretanto, com o declínio do Império Romano, já no século IV, o conhecimento dos gregos foi eclipsado e as ciências naturais negligenciadas, e entrando em um período de ostracismo, pois com a crescente popularização do cristianismo apenas a verdade revelada pela fé assumiu importância. Esse panorama perdurou até o século XVI, quando a biologia e as outras ciências ganharam novo fôlego e desencadearam a revolução científica.

Mayr (1998) cita que um dos quatro modelos explicativos sobre como o mundo surgiu e como ele funciona é o fornecido pelo cristianismo judaico-cristão, que concebe um mundo de breve duração, criado por um desígnio superior e sem alterações, com o verdadeiro conhecimento sobre ele estabelecido por um dogma, segundo o qual o homem e da natureza estão submetidos a Deus. Exclui, portanto, uma explicação que considere a transformação dos seres vivos. Nesse contexto, Santo Tomás de Aquino elabora a união do pensamento cristão com a visão aristotélica de mundo e providencia uma explicação lógica e sólida de que, ao criar o mundo, Deus também criou as leis que o regem e as condições para a perfeita adaptação dos seres vivos ao mundo natural.

Embora essa visão tenha se tornado dominante durante toda a Idade Média, ainda sob o domínio da Escolástica², ocorreram mudanças lentas e graduais que forneceram as condições para que a concepção de mundo se alterasse e fosse fornecida outra explicação, capaz de permitir ao homem entender os fenômenos da natureza e as leis que a comandam. Era o momento em que havia espaço e necessidade para um modelo alternativo. Mas era preciso modificar a relação entre o Homem e a Natureza, que o homem modificou ao considerar a natureza como um objeto a ser estudado e entendido.

Durante os séculos XVII e XVIII, houve uma mudança na concepção da natureza e o surgimento de questões sobre a diversidade biológica (inclusive microscópica), a presença de inúmeros fósseis, a adaptação dos organismos ao ambiente, entre outros, evidenciaram que a interpretação fornecida pelo dogma cristão não era suficiente para explicá-los.

Nesse contexto diversos autores “abertamente se tornaram ateístas, negando não apenas um plano, mas a própria existência de um criador” (MAYR, 1998, p. 363). Fruto desse momento, o homem não se satisfaz com os esclarecimentos fornecidos apenas pela lógica aristotélica, pois a vida cotidiana assim como a natureza e o próprio mundo não são estáticos, perfeitos e imutáveis, mas a natureza é rica em diversidade e o mundo é pleno de movimento. No bojo desse panorama, seguiu-se um grande período entre os séculos XVII e XVIII na qual a idéia de evolução surgiu com mais vigor.

A teoria da evolução tem concepção transformista, pois inclui a idéia de que tudo no mundo natural é passível de mudanças, de transformações e, portanto, antagônica com a visão fixista do universo onde tudo que existe é imutável. Dessa forma, uma teoria que vislumbre um mundo natural em constante movimento, que origina uma diversidade de seres vivos a partir da transformação de outros pré-existentes não teria condições de surgir em uma cultura hierarquizada e estática, como se verificou durante a Idade Média. Além disso, o fato de a evolução não ser observável também se constituiu um obstáculo.

² Doutrina filosófica e teológica que se caracteriza pela conciliação entre a fé cristã com a razão através dos ensinamentos de Aristóteles.

Para que uma visão transformista de mundo surgisse, seria necessário um ambiente propício para o homem enxergar “a natureza como objeto de sua ação e seu conhecimento” em que a noção de um mundo estático criado pelo Eterno, fosse substituída. (DI MARE, 2002, p. 68).

Esse fato iniciou-se ainda durante o Renascimento, com a observação da natureza. Voltada à observação e experimentações e com a criação do método científico, que rompe com o aristotelismo, contribuíram para o aperfeiçoamento do telescópio que permitiu ao homem observar que não havia limites nítidos no universo e, assim, começa a questionar a finitude do espaço, do tempo e sua constância. Estudos em geologia, como a existência de vulcões antigos³, o entendimento dos estratos geológicos, como depósitos sedimentares que podem alcançar grandes profundidades, e que os depósitos vulcânicos e sedimentares podem sofrer mudanças permitiram entender que na superfície do planeta ocorrem transformações e que a idade da Terra era mais antiga do que a apresentada pela visão proclamada pela Igreja (MAYR, 1998). O aprimoramento do microscópio, que auxilia na compreensão da existência de uma diversidade de microrganismos, o prosseguimento dos estudos dos seres vivos em diferentes direções e o avanço de outras ciências permitiram que a visão de um mundo constante fosse questionada. O advento das grandes navegações, nos séculos XIV e XV, possibilitou o contato com uma fauna e uma flora cheias de novidades e originárias de regiões distantes, como África e América, por exemplo.

Dessa forma, a partir de então, inúmeros novos conhecimentos contribuíram para que a idéia de um mundo imutável fosse contestada. A hipótese da geração espontânea, a presença de inúmeros fósseis e a sistemática possibilitaram que a visão de um mundo constante fosse questionada de modo que surgisse uma visão transformista.

Contudo, não ocorreu um total abandono na crença em um Criador do Universo, que controlava toda a natureza. Houve a ascensão de um novo modelo explicativo em que, a partir da criação a natureza, segue o seu curso, sem intervenção, guiado apenas por leis, mas sem distanciar-se dos ensinamentos bíblicos. Porém, o mundo político e social também era palco de

³ O basalto é uma rocha vulcânica e muito antiga que se acumulou a partir de erupções de antigos vulcões.

constantes questionamentos, em relação ao *status quo* feudal, que reclamavam progresso. Nesse contexto de intensa ebulição intelectual, as crenças religiosas (teísmo⁴ e deísmo⁵) encontraram dificuldades com suas explicações sobrenaturais, na mesma medida em que eram exigidos esclarecimentos mais racionais (MAYR, 1998). Nesse sentido, durante algum tempo foram criadas explicações na tentativa de aproximá-las. “Uma delas foi à chamada *scala naturae* a Grande Cadeia do Ser”, que organizava, desde os seres inanimados, passando por vegetais e animais, até o homem, numa sequência linear, hierárquica e imutável, com cada ser perfeitamente adaptado ao seu ambiente (MAYR, 2009, p. 27).

Durante esse período, as ciências naturais estavam preocupadas em

Catalogar os elos da Grande Escala dos Seres e descobrir sua ordenação, de tal modo que a sapiência de Deus pudesse ser revelada e reconhecida. A “Teologia Natural”, como descrita por John Ray em “*The Wisdom of God Manifested in the Works of Creation*” (1691), considerava as adaptações dos organismos como evidência da benevolência do Criador. A obra de Lineu (*Systema Naturae* 1735; *Species Plantarum* 1753), profundamente influente sobre a classificação, foi igualmente concebida *ad majorem Dei gloriam*, “para a glória de Deus”. (FUTUYMA, 1992, p. 3).

No século XVIII, no plano político, ocorreu a ascensão da burguesia com a conseqüente perda de poder do rei e da Igreja e possibilitou o “aparecimento e divulgação de teorias científicas consideradas, até então, heréticas” (SONCINI, 1993, p. 6). Foi também nesse período, que os vitalistas⁶ e os mecanicistas⁷ polarizaram as atenções na questão de os seres vivos serem ou não imutáveis (CHAVES, 1993).

Nesse contexto surgiram alguns autores como: Georges Louis Leclerc - Conde de Buffon (1707-1788), Pierre Louis Moreau de Maupertius (1698-1759), De Maillet (1656-1738) que aventaram, a possibilidade de algo semelhante a uma evolução, embora não no sentido de transformação da espécie.

⁴ Doutrina ou crença em um Deus que intervém no mundo.

⁵ Doutrina ou crença em um Deus que criou o mundo e as leis que o regem.

⁶ Adeptos do vitalismo. Crença na existência de um impulso vital sem a qual a vida não poderia existir.

⁷ Consideravam os organismos como máquinas e seus movimentos poderiam ser explicados pelas leis da mecânica, da física e da química.

Segundo Martins (2007), Maupertius propôs um processo que explicava como as características podem ser transmitidas aos descendentes, e que através dele poderiam surgir modificações, sugerindo a possibilidade das espécies se transformarem, mas sem expor qualquer fundamentação. Já para Mayr (1998), Maupertius, ao elaborar uma explicação sobre a origem dos seres vivos através da geração espontânea, propõe a partir do surgimento de novos tipos de animais e de plantas e da eliminação dos deficientes, uma teoria sobre as origens, mas não sobre evolução das espécies.

Outro autor citado por Martins (2007) é De Maillet, que concebeu, sob certos aspectos, uma teoria de transformação, pois considerava que animais e vegetais provinham de sementes que estariam ocultas no ar, na água e nos alimentos. Também acreditava que os animais marinhos, por transformações bruscas, davam origem aos terrestres. As transformações eram influenciadas pelo ambiente e pelos hábitos.

Buffon, embora pareça ser o que mais se aproxima da proposta de uma teoria transformista, apresentou pensamentos variados, que acabaram por impedir o estabelecimento de sua concepção. Todavia, pode ser a “de um transformismo limitado, ligado à possibilidade de “degeneração” dos animais” (MARTINS, 2007). Por outro lado, acreditava que, por geração espontânea, surgiam “tipos” e que o ambiente exercia forte influência sobre os animais. Mayr (1998, p. 378) enumera quatro razões para considerar suas contribuições para o evolucionismo: 1) suas análises permitiram que o estudo da evolução fosse para o campo da ciência; 2) suas dissecações levaram ao estabelecimento do conceito de “unidade do tipo”, que originou, mais tarde, a anatomia comparada que, por sua vez, forneceu inúmeras evidências em favor da evolução; 3) teve a responsabilidade por uma nova cronologia do tempo e, 4) fundou a biogeografia ao organizar as espécies em faunas, de acordo com a região de origem.

Entretanto, Mayr (1998) destaca que, no século XVIII, tanto a Alemanha quanto a Inglaterra pouco contribuíram com o pensamento evolucionista. Alguns autores alemães, como Herder e Kant, por exemplo, forneceram muitas

contribuições, mas eram essencialistas⁸ e, portanto, incapazes de aceitar a transformação de uma espécie em outra. Na Grã-Bretanha, mesmo Erasmus Darwin, com sua obra *Zoonomia* (1794), não causou impacto, já que Erasmus não foi antecessor de Lamarck na herança dos caracteres adquiridos, uma vez que essa era uma idéia corrente havia algum tempo. E, apesar de Charles fazer referência à leitura da obra do avô, negou-lhe qualquer influência (MAYR, 1998).

Ainda assim, no século XVIII, já havia uma idéia de transformação, de mudança em função do desenvolvimento da ciência. No final desse século, o conceito de evolução já estava disseminado em diversas áreas, como astronomia, geologia e adentrou até em questões sociais com o Iluminismo. Entretanto, é importante ressaltar que, apesar de conterem noções de transformação, as idéias apresentavam os seres vivos como isolados, sem a possibilidade de uma espécie originar outra, com os organismos se relacionando apenas através da descendência.

Os séculos XVII e XVIII foram, com certeza, o palco de inúmeras mudanças, como a crescente substituição de um Deus interventor por uma divindade responsável por criar leis que guiavam os fenômenos naturais, e as diversas descobertas nas ciências físicas. Nesse contexto, questões como as faunas heterogêneas, a incrível diversidade de fósseis em estratos inferiores, as extinções, as observações vindas da anatomia e da biologia do desenvolvimento, entre outros, promoveram conflitos com as idéias fixistas que, logo, apresentaram falta de sustentação e se tornaram pouco viáveis como explicação (MAYR, 1998). Dessa forma, os eventos ocorridos durante os referidos séculos forneceram argumentos e ambiente propício ao desenvolvimento de uma teoria evolucionista. Apesar da forte contestação, a idéia encontrou de que uma espécie pudesse se transformar em outra estava espalhada, e as portas para a construção de uma teoria evolucionista foram abertas.

Entretanto, ainda no século XIX, prevalecia à idéia da imutabilidade das espécies era evidente o antagonismo entre as idéias fixistas e as

⁸ Acreditavam que as variações existentes na natureza poderiam ser reduzidas a um número limitado de classes básicas, representando tipos constituintes e nitidamente delimitadas. (MAYR, 2005).

transformistas. Assim, elaborar uma teoria que mostrasse a transformação dos seres vivos, bem como um mecanismo que promova o surgimento de novas espécies não era uma tarefa simples. No entanto, houve espaço para uma nova abordagem, “suficiente para que diversos opositores e críticos se vissem obrigados a discuti-las em suas obras” e, assim, foi possível a construção de uma explicação que não fosse baseada em dogmas (MEYER; EL-HANI, 2000, p. 158).

1.3 Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck

Lamarck é considerado o primeiro autor a elaborar uma teoria evolutiva, refutada em sua época, que objetivava uma compatibilização entre sua crença e a extinção dos organismos. Para isso, elaborou uma explicação com duas teorias centrais: a progressiva complexidade dos seres vivos e a sua capacidade de responder às mudanças ambientais (ALMEIDA; FALCÃO, 2010).

A primeira premissa teórica proposta por Lamarck pressupunha um potencial inato da vida, uma lei da natureza, que dispensava maiores explicações. A segunda era necessária para explicar todos os tipos de adaptações dos seres vivos no transcurso do tempo. Portanto, o ambiente produzia necessidades e atividades no organismo, e estas, por sua vez, operavam variações adaptativas (ALMEIDA; FALCÃO, 2010, p. 651).

Lamarck também desenvolveu teorias auxiliares para explicar como os organismos se adaptavam. As explicações, de cunho fisiológico e mecanicista, propunham que as adaptações fossem “causadas pelo esforço de satisfazer as novas necessidades, invocando a ação de estímulos extrínsecos e a movimentação no corpo de “fluidos sutis” (ALMEIDA; FALCÃO, 2010, p. 651-652).

Nesse contexto, embora mais conhecida por duas leis, “uso e desuso” e “herança dos caracteres adquiridos”, a sua teoria evolucionista⁹ não se restringe a elas e sua obra é mais abrangente, uma vez que tinha a intenção de:

⁹ No século XIX o termo evolução significava desenvolvimento do embrião à fase adulta.

Promover uma unificação dos estudos relacionados à vida na qual botânica, zoologia, fisiologia e história natural se tornassem uma única disciplina. Cunhou o termo *biologia* para essa nova área de estudos. Com isso, pretendia romper com as análises superficiais próprias de algumas investigações da época e construir um projeto de estudo que formulasse uma grande teoria unificadora. (BRAGA; GUERRA; REIS, 2008, p. 108).

De acordo com Mayr (1998), Lamarck pretendia explicar a gradação animal em direção à perfeição, à biodiversidade existente e à transformação das espécies. Nesse sentido, sua obra foi vastíssima, e voltada para diversas áreas das Ciências Naturais, como Química, Meteorologia e Geologia, anteriores aos seus estudos com os seres vivos. Vale registrar que uma de suas obras, *Hydrogéologie*, será importante para sua teoria progressista, uma vez que, no capítulo 1 (um), aborda a erosão causada pela água, lenta e gradualmente, na superfície terrestre (MARTINS, 2007).

No tocante aos seres vivos, seus estudos iniciais referem-se à botânica, quando ainda não compartilhava de uma idéia transformista, com início durante um período de muitas transferências em sua carreira militar, ao colecionar e classificar diferentes exemplares da flora francesa (MARTINS, 2007). Em continuidade aos estudos, após abandonar o exército francês, participou de um curso de Botânica no *Jardim du Roi* e, em seguida, desenvolveu um sistema de identificação e classificação vegetal, além de elaborar uma obra, a “Flora francesa”, com três volumes. Nesse momento, Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), superintendente do “Jardim do Rei”, além de possibilitar a edição da obra de Lamarck, também propiciou sua participação como “botânico adjunto” na Secção de Botânica da Academia de Ciências de Paris.

No entanto, a Revolução Francesa reorganizou as instituições e converteu o “Jardim do Rei” no *Muséum National D'histoire Naturelle*, em 1793. E a partir de 1794, ao ser convidado, Lamarck iniciou seus estudos zoológicos ao assumir a cadeira de animais inferiores e ficar responsável pela organização da coleção e de um curso (MARTINS, 2007).

Foi nessa oportunidade que entrou em contato com a coleção de conchas fósseis e amostras recentes, o que lhe permitiu verificar a existência de semelhanças entre esses moluscos do passado e os atuais. Essa

percepção, aliada aos seus estudos de geologia, que lhe forneceram uma “visão uniformitarista da natureza e a uma concepção de gradual transformação de todas as coisas” o influenciaram, a aderir ao transformismo (MARTINS, 2007, p. 6).

A partir de 1800 elaborou uma explicação segundo a qual em que a natureza é criada, por Deus com suas leis e, por geração espontânea, origina vegetais e animais mais simples, dos quais surgem vegetais e animais mais complexos, em uma gradação progressiva de perfeição. De acordo com Lamarck, há duas causas para a progressão dos animais que seriam: um poder inerente à própria vida e ao ambiente.

No parágrafo inicial desta seção, há referência à teoria lamarckiana que é conhecida por duas leis. Contudo, o naturalista francês concebeu-a constituída por quatro leis. Martins (1997) reporta que esse fato ocorre em função de ser levada em consideração apenas a obra “*Philosophie zoologique*”, desprezando-se outras como “*Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*” que, em sua última edição, apresenta quatro leis, quais sejam: a tendência para o aumento da complexidade; 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; e herança do adquirido.

Inicialmente, é preciso esclarecer que, atualmente considera-se que a teoria lamarckista seja evolutiva. Entretanto, na época em que ele viveu, o termo evolução, que o naturalista não utilizou, tinha o significado de “desenvolvimento de um indivíduo desde o ovo até a fase adulta” (MARTINS, 1997, p. 34). O naturalista, no entanto, utilizou diferentes termos, tais como: aperfeiçoamento, progressão, mudança, entre outros, além de expressões como “desenvolvimento progressivo”, para relatar suas idéias (MARTINS, 1993).

Dessa forma, é necessária que uma incursão rápida pelas quatro leis citadas para se obter uma melhor compreensão da teoria elaborada por Lamarck. Para isso serão buscados elementos em suas obras “*Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*”, “*Philosophie zoologique*” e no trabalho de Martins (1993).

1.3.1 A tendência para o aumento da complexidade

A primeira lei de Lamarck se refere à existência de um poder, peculiar à própria vida, que visa ao aumento de complexidade. Essa ampliação é entendida como crescimento e desenvolvimento do corpo.

“A vida, por suas próprias forças, tende continuamente a aumentar o volume de todo o corpo que a possui, e a alongar as dimensões de suas partes, até o termo que traz em si” (LAMARCK, 1815, p. 182).

Assim, consideradas apenas essa leitura superficial, parece que a primeira lei é aplicada ao indivíduo. Entretanto, na obra *Philosophie zoologique*, o autor expõe que:

a natureza, produzindo sucessivamente todas as espécies de animais e começando pelos mais imperfeitos e mais simples, terminando pelos mais organizados, complicou gradualmente sua organização; e esses animais, tendo se espalhado geralmente por todas as regiões habitáveis do globo, cada espécie recebeu pela influência das circunstâncias nas quais se encontrou seus hábitos que conhecemos e as modificações em suas partes que a observação nos mostra. (LAMARCK, 1815, p. 266).

Dessa forma, para Lamarck (1815), o aumento de complexidade, do indivíduo e das espécies, é um poder que a vida possui e que resulta da ação de fluidos que circulam pelo interior dos corpos vivos, possibilitando, de um lado, que o indivíduo cresça até seu limite e, por outro, tornando possível a crescente complexidade na escala das espécies animais através do aumento de suas aptidões. Embora o autor não explique o que seja esse “poder”, considera-se que o naturalista francês tinha certeza de se tratar de uma lei natural e, portanto, sem necessidade de maiores explicações (MAYR, 1998).

1.3.2 Surgimento de órgãos em função de necessidades que surgem e se mantêm

A segunda lei de Lamarck (1815) leva em conta que os hábitos e o modo de vida dos animais criam a necessidade de um novo órgão, como o enunciado a seguir:

“A produção de um novo órgão no corpo animal resulta de uma nova necessidade que surgiu e que continua a ser sentida, e de um novo movimento que essa necessidade faz nascer e mantém”. (LAMARCK, 1815, p. 185).

A partir dessa colocação é possível entender que as condições em que os animais vivem, o seu comportamento e os seus costumes criam a necessidade de um novo órgão, que irá ocorrer pela movimentação mais intensa dos fluidos corporais. Um dos exemplos citados por Lamarck é o das antenas dos gastrópodes.

Eu concebo, por exemplo, um molusco gastrópode que, por arrastamento, sente a necessidade de apalpar os corpos que estão diante dele, faz esforços para tocar estes corpos com alguns dos pontos anteriores de sua cabeça, e envia a qualquer momento massas de fluido nervoso e outros fluidos; eu concebo, eu digo, ele deve resultar destas repetidas afluições para os pontos em questão, que eles estendem pouco a pouco os nervos levando a estes pontos. No entanto, como em circunstâncias semelhantes, outros fluidos do animal também migram para os mesmos lugares e, especialmente, entre eles, líquidos de nutrição, deve seguir que dois ou quatro tentáculos vão surgir e se desenvolver gradualmente nestas circunstâncias, sobre os pontos de que se trata. Isso provavelmente aconteceu com todas as raças de caracóis, cujas necessidades se acostumaram a apalpar o corpo com peças de suas cabeças.

Mas se ele está entre os gastrópodes, por circunstâncias que afetam seu modo de ser e de viver, não houver necessidades semelhantes, sua cabeça permanece privada de tentáculos; ela é pouco saliente, tem pouca projeção; e é realmente o que acontece com os “*bullées*”, “*bules*”, e “*oscabrions*”, etc. (LAMARCK, 1815, p. 188-189).

Esse exemplo, mostra que o naturalista estabelece uma relação entre as conjunturas ambientais e novas necessidades, que irão estimular os fluidos corporais a se movimentarem e, assim, originar novos órgãos. Também é possível notar que se estabelece uma ligação entre a forma do corpo e o hábito animal, de que se pode interpretar que Lamarck também realizou estudos em relação à adaptação animal.

Martins (1993) aponta que a idéia contida nessa lei é expressa diferentemente, bem como a classificação dela nas diversas obras¹⁰ do

¹⁰ *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres; Philosophie zoologique; Recherches sur l'organisation des corps vivants; Discours d'overture de l'am VIII.*

naturalista. Em uma delas o autor se referia a ela como lei, em outra oportunidade, como proposição.

1.3.3 Desenvolvimento ou atrofia de órgãos em função do uso deles

A terceira lei é conhecida como “lei do uso e desuso”. O seu enunciado diz que “o desenvolvimento dos órgãos e sua força de ação estão em relação direta com o uso constante desses órgãos”. (LAMARCK, 1815, p. 189). E, de acordo com o autor, essa lei pode ser constatada pela observação e pela quantidade de fatos que a demonstram. Lamarck remete os leitores à *Philosophie zoologique* onde podem ser encontrados diversos exemplos da ausência do uso de órgãos ou de partes do corpo:

- a) Dentes não utilizados, no decorrer do tempo, tendem a se atrofiar ou mesmo desaparecer, como os dentes do tamanduá e vestígios de dentes encontrados por *Geoffrey* no feto de baleia.
- b) Olhos vestigiais em animais que não os usam, como na toupeira, no *Aspalax* d'Olivier e no Proteu [...] (MARTINS, 2007, p. 180).

E também do uso dos órgãos ou de partes do corpo:

- a) Membranas entre os dedos de pássaros aquático, formadas pelo exercício de esticar esses dedos, na água, para nadar.
- b) Os dedos recurvados de pássaros que pousam sobre as árvores, desenvolvidos pelo hábito de segurar-se nos galhos com eles.
- c) Pescoço longo no animal que pesca na beira da água.
- d) Os pássaros e répteis que caçam utilizando a língua alongam-na.
- e) Peixes que nadam em grandes profundidades apresentam o corpo achatado e os olhos laterais.
- f) Os quadrúpedes que pastam por longos períodos de tempo adquirem cascos para sustentar um corpo muito pesado.
- g) Os ruminantes que necessitam de fugas rápidas para escapar de predadores apresentam corpo esbelto e pernas delgadas (antílope, gazela, etc.) enquanto os que não estão sujeitos a essas condições apresentam-no pesado (elefante, rinoceronte, boi, etc.).
- i) O tamanho e a forma peculiar do pescoço e das patas da girafa (*Camelo pardalis*) (MARTINS, 2007, p. 181).

É possível observar, por essa sequência de exemplos, que o “famoso caso da girafa” é citado por último. A respeito desse animal Lamarck afirmou que:

vive na África, e em lugares onde a terra, quase sempre seca e sem erva, o obriga a pastar a folhagem das árvores, e lutam continuamente para alcançá-lo. O resultado deste hábito, sustentado, por longo tempo, em todos os indivíduos de sua raça, suas patas dianteiras tornaram-se mais longas do que as traseiras, e que o seu pescoço foi esticado para que a girafa sem se colocar sobre as patas traseiras levanta a cabeça e chega a seis metros (cerca de dois pés) (LAMARCK, 1809, p. 256).

O trecho retirado da *Philosophie zoologique* é importante por demonstrar que o autor não atribui um desejo (désir) ao animal para esticar o pescoço, mas diz que o animal tem uma necessidade de se alimentar e que o esforço contínuo para alcançar o alimento promoveu o alongamento do pescoço.

Martins (1997, p. 43) explica que, da maneira como está enunciada, não há indicação de que o desenvolvimento, ou atrofia, de um órgão pelo uso ou desuso possa ser transmitida aos descendentes, o que inviabiliza a sua aplicação à transformação de uma espécie, uma vez que esse fato só seria possível em caso de “acúmulo sucessivo de alterações herdadas pelos descendentes, o que só foi introduzido explicitamente pela quarta lei”.

1.3.4 A herança do adquirido

Em sua quarta lei, conhecida como herança do adquirido, Lamarck expõe que:

tudo o que foi adquirido ou mudaram de curso na organização dos indivíduos durante a sua vida útil, é preservado pela geração e transmitido aos novos indivíduos que vêm daqueles que têm experimentado essas mudanças. (LAMARCK, 1815, p. 199).

Lamarck (1815, p. 200) considerava como um fato observável e “tão verdadeiro, tão marcante, assim como evidenciado pelo fato de que não há observador que não conseguiu se convencer da sua realidade”. Além disso, o

naturalista francês também propunha que tudo o que fora adquirido seria transmitido aos descendentes apenas no caso de estarem nos dois sexos e que na ausência dessa lei, não haveria a diversificação dos animais. E o fato de que a teoria da transmissão do adquirido era plenamente aceita na época de Lamarck deve tê-lo influenciado a não dedicar a ela qualquer fundamentação através de exemplos e explicação de como ocorria a transmissão.

1.3.5 As leis da transformação e a evolução

De acordo com Lamarck (1815), as espécies animais e vegetais surgiram por intermédio de transformações que se sucederam de forma contínua e gradual ao longo do tempo. Em sua teoria sobre a progressão dos animais, considera que as modificações no ambiente induzem os seres vivos à aquisição de novos hábitos, que a partes do corpo e os órgãos a se modificarem e darem origem, ao longo do tempo a novas espécies.

O naturalista francês considerava que a natureza era regida por leis imutáveis. Através da geração espontânea, a natureza originou todos os animais e vegetais mais simples, como dois grupos independentes. A partir desses organismos mais simples, surgiram, ao longo do tempo, novos animais e vegetais com diferentes níveis de complexidade.

Nesse contexto é importante salientar que há um engano em se atribuir a Lamarck a autoria de uma teoria simplista, em que a lei de uso e desuso e a da herança dos caracteres adquiridos eram originalmente suas e que estavam erradas.

1.4 O hiato pré-darwinista

Segundo Mayr (1998), conquanto as idéias de Lamarck consistissem no primeiro passo do evolucionismo, foi necessária a passagem de um considerável período de tempo para que a visão essencialista de mundo fosse superada. O fato deveu-se, inicialmente, aos diversos novos conhecimentos que forneciam evidências favoráveis à evolução. Entretanto, ainda de acordo com o mesmo autor, houve diferentes reações à novidades na França, na

Alemanha e na Inglaterra, os grandes centros da pesquisa biológica nessa época.

Na França, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844) e Georges Cuvier (1769-1831) organizaram conhecimentos que, de algum modo, interessaram aos evolucionistas. Mayr (1998) aponta que, embora Saint-Hilaire não preconizasse interpretações evolutivas em suas obras anatômicas iniciais, ao realizar estudos em répteis jurássicos ficou sugestionado com a possibilidade da transformação desses animais¹¹. Assim, ele foi o autor que mais contribuiu com a teoria da evolução.

Foi ele quem assentou o estudo dos invertebrados em nova base, ao descobrir, por assim dizer, a sua anatomia interna. A ele se devem a criação da paleontologia, bem como a clara demonstração, com respeito aos estratos terciários da bacia de Paris, de que cada horizonte tinha a sua particular fauna de mamíferos. Mas importante ainda, ele demonstrou que quando mais baixo o estrato, tanto mais a sua fauna diferia da atual. Foi ele quem provou decisivamente o fato da extinção, uma vez que os extintos proboscídeos (elefantes), por ele descritos, possivelmente não poderiam ter permanecido sem vestígios em alguma região remota do mundo, como se postulava para os organismos marinhos. Mais do que qualquer outro, ele merece ser considerado o fundador da anatomia comparada, pouco tendo sido acrescentado aos métodos e princípios, por ele elaborados, até após a publicação do *Origin* (MAYR, 1998, p. 407).

Apesar disso, suas convicções se mantiveram em oposição à uma idéia evolucionista. De acordo com Mayr (1998), o fato deveu-se a seu contato com o essencialismo durante a juventude em Karlsschule, em Stuttgart o que pode ser evidenciado, posteriormente, em seus estudos de classificação animal, e em sua definição de espécie, mas também por ser incompatível com a idéia de que todos os organismos foram criados por ato divino e designado para ocupar um lugar determinado na natureza.

Já na pátria de Charles Darwin, nessa época, os naturalistas eram adeptos da Teologia Natural e procuravam estabelecer coerência entre “as mais recentes descobertas da geologia e da paleontologia com a história do Gênesis e o conceito de plano” (MAYR, 1998, p. 418). Também foi nessa época

¹¹ Geoffrey acreditava que esses répteis, achados em Caen, norte da França, seriam formas do Plesiosaurus do Mesozóico, mas descobriu terem parentesco com os gaviais. (MAYR, 1998).

que Charles Lyell escreveu o seu *Principles of Geology* (1830-1833), obra em que defendia o uniformitarismo, que influenciou o pensamento de Darwin.

A publicação de *Vestiges of the History of Creation* (1844), de Robert Chambers, além de alcançar grande repercussão causou enorme alvoroço na sociedade vitoriana ao aventar a evolução. De acordo com Mayr:

Chambers percebeu com toda clareza, a partir das evidências de que dispunha: (1) que a fauna do mundo evoluiu, ao longo do tempo geológico, e (2) que as mudanças eram lentas e graduais, e de maneira nenhuma correlacionadas com quaisquer eventos catastróficos no meio ambiente (1998, p. 428).

O mesmo autor afirma que Chambers pode ser considerado o primeiro evolucionista pré-darwiniano na Inglaterra, embora o considerasse ingênuo, pois “apoiava sua crença na geração espontânea em toda sorte de mitos folclóricos” (MAYR, 1998, p. 430). Contudo, deve-se a Chambers o privilégio de ter convertido, por exemplo, Wallace ao pensamento evolucionista. Também o autor de *A Origem das Espécies* o cita, embora com alguma reserva.

Essa obra, em virtude de seu estilo objetivo e brilhante, mesmo tendo revelado nas primeiras edições uma certa deficiência de conhecimentos exatos e uma grande falta de prudência científica de seu autor, teve uma difusão ampla e imediata. Em minha opinião, prestou excelente serviço ao nosso país, uma vez que despertou a atenção para esse assunto, combateu os preconceitos existentes, e, destarte, preparou o terreno para a aceitação de outros pontos de vista análogos (DARWIN, 1985, p. 36).

Em contraste com a Inglaterra, na Alemanha pré-darwiniana o pensamento evolucionista tinha muitos adeptos e, passava por um momento de muito otimismo em que se enxergava progresso e desenvolvimento por todos os lados (MAYR, 1998). Na mesma obra, o autor cita que diversos historiadores resgataram inúmeros evolucionistas germânicos, mais próximos do gênero de Chambers que de Darwin. E apesar da presença de eminentes zoólogos e anatomistas comparativos, não houve a elaboração de uma teoria evolucionista. E aponta para uma diversidade de fatores: filosofia alemã dominada pelo essencialismo; presença do pensamento tipológico em

admiração a Cuvier; reação dos zoólogos, que se tornaram mais descritivos, ao evolucionismo dos *Naturphilosophen* especulativo e estéril; e ao desenvolvimento da biologia experimental (fisiologia, citologia e embriologia).

Contudo, havia espaço para a evolução, pois Hermann Schaaffhausen (1816-1893), que foi um dos descobridores do crânio de Neandertal, era claramente contrário à idéia de os animais atuais não poderem ser descendentes dos que existiram em períodos mais antigos, apenas porque não podemos ver uma espécie se transformar, pois seria ilusório observar essa transformação se a sua ocorrência requeresse um enorme tempo (MAYR, 1998).

1.5 Charles Robert Darwin

Durante o século XIX ainda é evidente o antagonismo entre as idéias fixistas e as transformistas, mas é também o século em que há a ascensão de inúmeras áreas do conhecimento, com a ciência experimentando uma crescente aceitação pública e a criação de várias instituições voltadas a ela. É um momento de intensas mudanças. O contexto propiciou o surgimento de uma teoria que apresentasse uma idéia transformista de evolução dos seres vivos. Contudo, é necessário mencionar que

é simplesmente impossível desenvolver uma teoria evolutiva com base no essencialismo. As essências, sendo invariáveis no espaço e no tempo, são fenômenos não-dimensionais. Desde que desprovidas de variação, elas não podem evoluir, ou fazer brotar espécies incipientes (MAYR, 1998, p. 455).

Charles Robert Darwin (1809-1882) participou desse momento e foi influenciado por ele e o conhecimento inserido na obra *A Origem das Espécies por meio da Seleção Natural, ou a Preservação das Raças Favorecidas na Luta pela Vida* (1859), foi elaborado a partir de uma concepção de que os seres vivos se transformam ao longo do tempo. Embora Darwin não tenha sido sempre um evolucionista, desde cedo teve a atenção voltada para a natureza e para atividades que lhe proporcionaram condições de proceder a uma análise mais acurada e a uma visão mais atenta sobre a natureza.

Em Edimburgo, Darwin encontrou ambiente propício às novas idéias e pensamentos, visto que não havia interferência religiosa no mundo intelectual escocês. Para lá frequentemente migravam filósofos e naturalistas de diversos países europeus e dos Estados Unidos, o que lhe proporcionou oportunidade de desfrutar de um ambiente intelectual profícuo. Com sua filiação à Sociedade Pliniana, onde ocorriam confrontos entre as tradicionais e novas concepções, apresentou dois trabalhos resultantes dos inúmeros passeios com Robert Edmond Grant (1793-1874), admirador de Lamarck e Geoffroy Saint-Hilaire (DESMOND; MOORE, 1995).

Já em *Cambridge* a vida acadêmica não fora muito proveitosa (DARWIN, 1985). Contudo, o contato com John Henslow (1796-1861), com quem empreendera inúmeras excursões que lhe ensinaram bons conhecimentos sobre botânica e entomologia, foi de alguma valia; e, com Adam Sedgwick (1785-1873), teve ampliado seu conhecimento de geologia (MAYR, 1989). Essas poucas experiências, entre outras, foram importantes para a forma de entendimento e compreensão que Charles Darwin teve a respeito do mundo natural. Além disso, o clima intelectual da época, a dinâmica repleta de conflitos entre idéias contribuíram com o modo de conceber a natureza.

Embora Darwin seja considerado o pai da teoria da evolução, ainda não era evolucionista ao embarcar em viagem no *H. M. S. Beagle* (1831-1836). Mas isso não o impediu de, após o retorno à Inglaterra com inúmeras anotações e muitas questões, analisar, comparar, experimentar e, por fim, chegar a conclusões que o fizeram elaborar a teoria da evolução.

É importante a lembrança de que, na elaboração de seu trabalho, Darwin aproveitou os dados obtidos pela História Natural e pouco articulou com as ciências experimentais, exceto a embriologia, cujas concepções e metodologias diferentes eram empregadas pelas duas áreas de conhecimento. Em nível de exemplo, os resultados obtidos por Pasteur davam sustentação à idéia de que um ser vivo só pode ser originário de outro ser vivo (ALMEIDA; FALCÃO, 2010). Era uma concepção que confrontava a idéia de transformação das espécies.

A idéia de que os seres vivos atuais são descendentes modificados de ancestrais comuns, cujo objetivo era negar a fixidez das espécies e sua criação isoladamente, e que a seleção natural age sobre as variações individuais em

uma população, são centrais na teoria darwinista. Adjacentes a esses conceitos estão o gradualismo, e os conceitos do uso e desuso e a herança dos caracteres adquiridos.

Entretanto, no fim do século XIX, momento em que o darwinismo consistia na única explicação para o fato da transformação dos organismos, o termo era utilizado como sinônimo de evolução orgânica ou teoria da descendência, posteriormente, entretanto, surgiram diversas propostas evolutivas que compartilhavam com o darwinismo esses aspectos. Como, então, é possível caracterizar o termo “darwinismo”? (MARTINS; REGNER; LORENZANO, 2006).

“O termo “darwinismo” é constantemente empregado pelos historiadores e filósofos da ciência, no passado ou atualmente, com sentidos diferentes que geralmente não estão claros” (MARTINS; REGNER; LORENZANO, 2006, p. 261). Segundo Mayr (1998, p. 563), após 1859, darwinismo “abrangia no mais das vezes a totalidade do pensamento de Darwin, enquanto que para o biólogo evolutivo atual ela significa estritamente seleção natural”.

Martins, Regner e Lorenzano (2006, p. 263) enumeram três condições para delimitar o significado do termo e concluem que, ao se proceder a uma análise mais detalhada, não seria possível encontrar uma única pessoa que seguisse todos os aspectos da teoria original. Acrescentam os autores, que “se levarmos em conta esses fatos, seria muito difícil imaginar que Darwin tivesse considerado todos os componentes de sua teoria evolutiva como um único todo indivisível”, o que corrobora Mayr (1998), quando este considera que a Teoria de Darwin é composta por cinco teorias¹² independentes e inter-relacionadas. Ainda de acordo com Mayr (2005; 2009), o fato de que algumas foram aceitas e outras rejeitadas por diferentes autores, que após 1859 já haviam aceitado a teoria da variação das espécies, confirma a independência das cinco teorias. Mayr (2005) também considera em seu argumento, que, como a evolução dos organismos é baseada nos processos independentes de transformação e diversificação, não pode ser uma teoria homogênea.

O quadro 1 demonstra as teorias de Darwin aceitas e rejeitadas pelos evolucionistas:

¹² A ocorrência da evolução, a teoria da ancestralidade comum, a teoria da diversidade das espécies, a teoria do gradualismo e a teoria da seleção natural.

Quadro 1 - Aceitação das teorias de Darwin pelos principais evolucionistas

	Ancestral Comum	Evolução Gradual	Multiplicação de Espécies	Seleção Natural
Lamarck	Não	Sim	Não	Não
Darwin	Sim	Sim	Sim	Sim
Haeckel	Sim	Sim	?	Em parte
Neolamarkianos	Sim	Sim	Não	Não
T. H. Huxley	Sim	Não	Não	Não
De Vries	Sim	Não	Não	Não
T. H. Morgan	Sim	Não	Não	Irrelevante

Fonte: MAYR (2005; 2009).

Nesse momento, é enriquecedora a lembrança de que Darwin não utilizou, em sua obra o termo evolução, mas “descendência com modificação”. A recusa foi essencial para afastar a idéia de progresso, presente em uma teoria embriológica com cujas idéias em relação aos seres vivos Darwin não compartilhava.

Em 1744, o biólogo alemão Albrecht Von Haller havia cunhado o termo “evolução” para descrever a teoria de que os embriões cresciam de homúnculos pré-formados, contidos no ovo ou no esperma (e de que, por mais fantástico que possa parecer hoje em dia, todas as gerações futuras haviam sido criadas nos ovários de Eva ou nos testículos de Adão, encerradas, como bonequinhas russas, uma dentro da outra - um homúnculo em cada ovo de Eva, um homúnculo menorzinho em cada ovo do homúnculo anterior, e assim por diante). (GOULD, 1987, p. 25).

Embora comum na época de Darwin, de acordo com a “Oxford English Dictionary”, o termo evolução fora encontrado no poema¹³ de H. Moore (1647) na acepção de desenvolvimento progressivo e, além disso, o próprio dicionário estabelecia uma ligação entre evolução e desenvolvimento progressivo (GOULD, 1987). Diferente, portanto, do significado pré-formista que Von Haller lhe emprestara e, também, do pensado por Darwin, que tinha clara para si, a idéia que, como cada organismo, do mais simples ao mais complexo, estava bem adaptado ao seu ambiente, não se poderia afirmar que o mais complexo

¹³ Evolution of outward forms spread in the world's vast spright [sprit]” (A evolução de formas exteriores espalhou-se no vasto espírito do mundo).

fosse superior, o que o levou a recusar-se a associar “descendência com modificação” à evolução como progresso. Segundo a concepção darwiniana, a mudança orgânica pode apenas conduzir um organismo a uma maior adaptação em relação ao seu ambiente, e não a um progresso.

Contudo, segundo Gould (1987), Herbert Spencer foi o artífice do termo evolução como sinônimo de descendência com modificação, ao fazer uso constante do termo evolução para descrever a mudança orgânica, no seu *Principles of Biology* (1864-1867), e de não considerar progresso como uma qualidade inerente à matéria. Além disso, no século XIX os cientistas associavam mudança orgânica com progresso orgânico e a maioria dos evolucionistas entendia que a mudança orgânica era um processo direcionado ao aumento de complexidade.

Nesse sentido, é pertinente e importante revisitar a teoria elaborada pelo naturalista inglês para melhor compreensão de suas idéias. Nesse sentido, foi adotada, aqui, a mesma divisão utilizada por Mayr (2005, p. 115): “em nome da conveniência, desmembrei o paradigma evolucionista de Darwin em cinco teorias; obviamente, outros poderiam preferir uma divisão diferente”.

1.5.1 Evolução propriamente dita

A primeira teoria, por assim dizer, de Darwin é a que menciona a ocorrência da evolução. Central nessa teoria é a noção de que os seres vivos se modificam ao longo do tempo. Ele conseguiu, com o apoio de registros fósseis, da distribuição geográfica, da embriologia e anatomia comparadas evidências sobre a ocorrência da transformação das espécies, isto é, de que a evolução acontece.

De acordo com Darwin (1985), os fósseis representam ancestrais dos organismos que existem atualmente em função da similaridade entre as espécies atuais de um local e os fósseis encontrados nesse local. Também, a semelhança entre fósseis em diferentes estratos geológicos de um mesmo local evidenciam uma mudança ao longo do tempo. Nesse contexto, a extinção de uma espécie é um evento que corrobora a evolução, pois ao se considerar que o ambiente é alvo de constantes mudanças, algumas espécies não encontrariam mais condições de sobreviver em resposta às novas exigências.

Assim, essas espécies desapareceriam lentamente e seriam substituídas por novas, mais adaptadas.

A distribuição geográfica dos organismos também ofereceu ao naturalista uma forte evidência de que ocorre a evolução. De acordo com Darwin, a atual distribuição dos organismos resultou de sua separação do seu local de origem, ao ocuparem diferentes regiões, mas que sejam geograficamente próximas para originar espécies aparentadas. Dessa forma, quanto mais próximas forem duas localidades geográficas, com maior probabilidade haverá de apresentarem espécies mais próximas.

Outras fontes de evidência da evolução foram a anatomia e a embriologia. Estruturas anatômicas diferentes, como o aparelho bucal¹⁴ de diferentes insetos, guardam algumas semelhanças, uma vez que todos têm mandíbulas e maxilas. Segundo Darwin (1985) esses insetos herdaram de um ancestral comum essas estruturas, embora modificadas. Assim sendo, os insetos atuais citados são aparentados por apresentarem um plano básico que também existiu no ancestral. Na mesma linha de raciocínio, os embriões pertencentes a diferentes grupos animais e apresentando-se com muito mais semelhanças do que em idade adulta, têm, provavelmente, proximidade de parentesco.

Esta idéia nos permite compreender como é que, aos olhos da maior parte dos naturalistas, a estrutura embrionária chega a ser mais importante para a classificação do que a do adulto, pois o embrião é o animal em sua condição menos modificada; assim, é nesse estágio que melhor se revela a estrutura dos antepassados (DARWIN, 1985, p. 340).

1.5.2 Ancestralidade comum

Segundo Darwin (1985), as espécies novas surgem de outras pré-existentes que, por sua vez, também surgiram das existentes em tempos pretéritos a partir de um processo em que as espécies atuais divergiram de espécies ancestrais comuns. Dessa forma, um retrocesso no tempo permite encontrar ancestrais afastados das espécies atuais, mas conectados por algum grau de parentesco. Na sequência desse raciocínio, ancestrais mais antigos

¹⁴ Tromba em espiral de esfingídeo, boca pregueada da abelha, mandíbulas do besouro.

guardam menos semelhanças do que os mais próximos das espécies atuais. Darwin utilizou uma única figura, mostrada abaixo, para representar a ancestralidade comum.

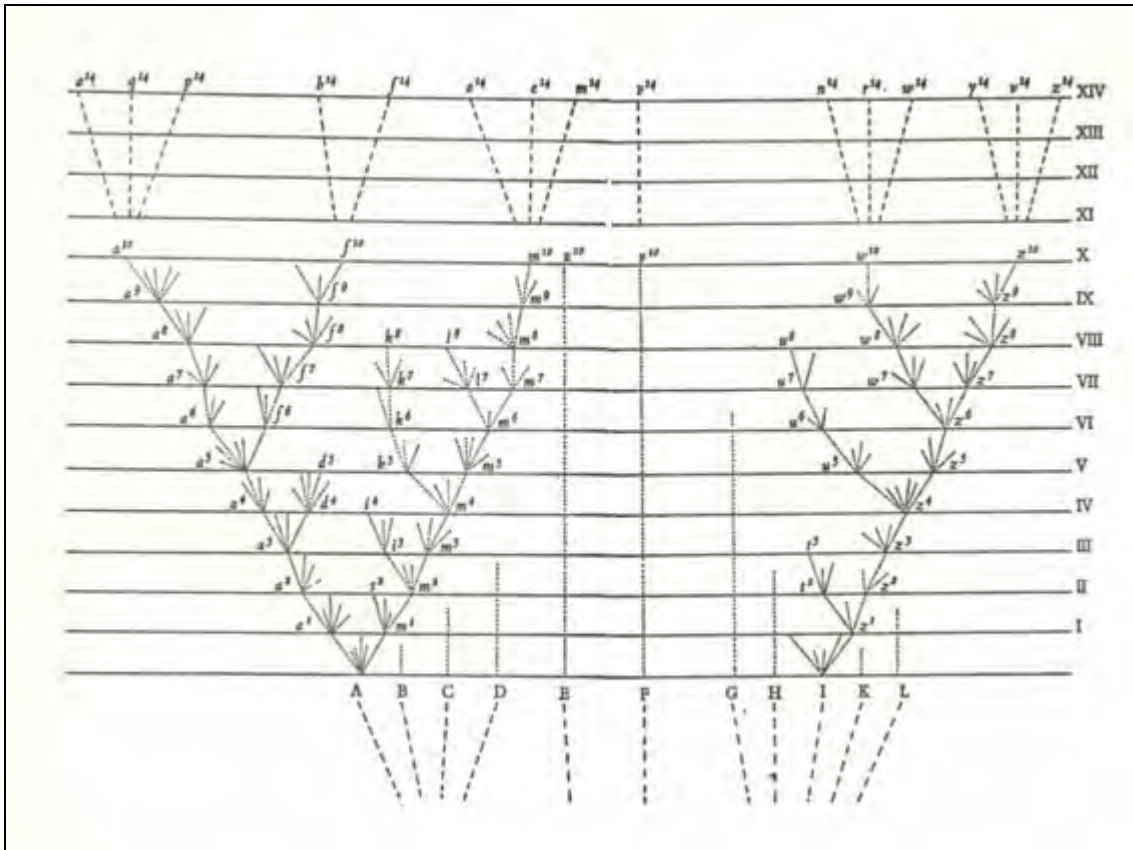


Figura 1 - Formação de novas espécies a partir de um ancestral comum
 Fonte: DARWIN, 1985.

De acordo com a figura 1, é possível notar que a espécie A irradia as linhas pontilhadas divergentes, que representam descendentes com variações entre si e com a espécie original (A). Após mil gerações¹⁵ (I), conforme Darwin, a espécie A deu origem a outras duas espécies (a^1 e m^1) que sobreviveram ao processo de seleção natural. Cada uma das duas espécies sobreviventes gerou descendentes que, expostas ao processo de seleção natural, originaram três novas espécies: a^2 , s^2 , m^2 . Na continuidade desse raciocínio, após quinze mil gerações (XIV) existiriam oito espécies (a^{14} a m^{14}) originadas a partir da inicial A. De maneira similar, a partir da espécie I, depois de mesmo período de tempo, são originadas seis espécies (n^{14} a z^{14}).

¹⁵ Cada linha horizontal representa mil gerações (DARWIN, 1985, p. 124).

Contudo, segundo o esquema elaborado por Darwin pode também ocorrer, por um lado, que alguma espécie (F) não sofra modificações consideráveis e origine a espécie F¹⁴ e, por outro, algumas das espécies iniciais podem ser extintas em algum momento de sua trajetória evolutiva, como ocorreu com as espécies B, C, D, E, G e H.

A estadia de Darwin no arquipélago de Galápagos desempenhou um papel fundamental nessa questão, embora tenha adquirido essa convicção após retornar à Inglaterra. O ornitólogo John Gould (1804-1881) é que o informou sobre as aves (tentilhões) que recebera, consideradas da mesma espécie, que “eram espécies diversas, bem diferenciadas pela forma de seus bicos, adaptadas a modos de alimentação distintos” (LENAY, 2004, p. 50).

Em seguida, ao estudá-los com mais profundidade, com a ajuda de anotações e da memória de outros tripulantes do *Beagle*, e de estabelecer que os pássaros fossem provenientes de ilhas diferentes, concluiu que os tentilhões atuais descendiam de uma única espécie oriunda do continente. A partir da espécie ancestral houve inúmeras transformações que possibilitaram a origem de uma diversidade de tentilhões, adaptados aos diferentes nichos das ilhas.

A capacidade explicativa dessa teoria permite o esclarecimento de diversos fenômenos. Cada *táxon*¹⁶ da hierarquia estática lineana pode ser interpretado como descendente de um ancestral mais antigo. Os padrões de distribuição dos organismos podiam, agora, ser explicados a partir de uma progressiva propagação dos organismos e por sua irradiação adaptativa. Através dessa teoria, é possível explicar que os animais diferentes, mas com um modelo anatômico semelhante, herdaram-no do ancestral comum a esses organismos. A similaridade embriológica entre animais de diferentes grupos, também explica a ancestralidade entre esses animais. Pelas palavras de Darwin:

Em dois grupos de animais, por mais que hoje seus representantes difiram entre si em hábitos e estruturas, se todos apresentam estágios embrionários semelhantes, ou iguais, podemos ficar certos de que descendem dos mesmos ancestrais, ou de antepassados muito parecidos, tendo, portanto, algum grau de parentesco entre si. Portanto, a similaridade na estrutura embrionária revela a descendência comum, e isto por mais que a estrutura do adulto se tenha

¹⁶ Grupo de organismos que são reconhecidos por compartilharem um conjunto de características.

modificado, dificultando tal constatação (DARWIN, 1985, p. 340).

1.5.3 A evolução ocorre gradualmente

Uma das conseqüências da diversificação das espécies é que as mudanças evolutivas devem ser graduais. Contudo, ainda no século XIX, o pensamento vigente era de que as espécies novas só poderiam ocorrer em função de novas criações. Entretanto, ao considerar que as novas espécies estão muito bem adaptadas e que não é freqüente a fabricação de espécies mal-adaptadas, Darwin (1985) concebe que as espécies novas evoluíram gradualmente de outras preexistentes, através de um processo em que as grandes mudanças ocorrem pelo acúmulo das pequenas e que a adaptação é mantida em cada momento do processo.

Ao conceber a idéia de que a evolução ocorre em populações e as transforma lentamente, Darwin adota o gradualismo, uma vez que o processo é baseado na conversão de diferenças entre indivíduos de uma população em diferenças entre espécies.

Darwin insistiu no gradualismo, mesmo quando críticos e até amigos não concordaram. Mayr (2005) credita essa insistência a algumas possibilidades como o fato de Darwin estender ao mundo natural o uniformitarismo¹⁷ defendido por Lyell na Geologia, ao seu experimento com pombos domésticos e conversas com criadores, e também à suas observações em Galápagos.

1.5.4 A multiplicação das espécies

Essa teoria procura explicar a origem da enorme biodiversidade do planeta. Darwin sabia que a transformação de uma espécie em outra era uma questão fundamental no processo de evolução. Embora atualmente a teoria seja considerada imprescindível à teoria darwiniana, ainda é cercada de polêmicas sobre a maneira como a divergência de uma espécie em outras

¹⁷ Essa teoria explica que o atual estado geológico do planeta deveu-se a ação lenta e gradual de forças conhecidas.

ocorre. Contudo, vale lembrar que, atualmente, a especiação alopátrica¹⁸ seja considerada a mais habitual

Segundo Darwin (1985), a diferenciação existente entre os indivíduos da mesma espécie origina as diferenças entre as espécies diferentes. A diferenciação no interior de uma população ocorre pela substituição de indivíduos menos adaptados pelos mais adaptados, que se propagam e ao se tornarem mais numerosos, suplantam os antigos e a constituição da população se altera e se torna diferente das outras. Na sequência da linhagem filética dessa população haverá um momento em que as diferenças entre as populações, original e derivada, serão tão acentuadas que poderão ser consideradas espécies diferentes. Esse modelo, de acordo com Darwin tinha capacidade de explicar a diferenciação entre as espécies, a partir do acúmulo de um maior número de diferenças entre as várias populações que compõem uma espécie.

Por conseguinte, durante o processo de modificação dos descendentes de qualquer espécie, e durante a luta incessante de todas as espécies no sentido de aumentar o número de seus indivíduos, quanto mais diversificados se tornam os descendentes, maiores serão suas probabilidades de vitória na batalha pela sobrevivência. Assim, as pequenas diferenças que distinguem as variedades de uma espécie tenderão rapidamente a aumentar, até o ponto de se igualarem às diferenças maiores que caracterizam as espécies do mesmo gênero, ou até mesmo os gêneros distintos (DARWIN, 1985, p. 130).

Apenas após Gould ter-lhe dito que as aves coletadas em três ilhas diferentes de Galápagos possuíam diferenças específicas, é que Darwin pode reconhecer a especiação geográfica, pois entendeu que diversas populações seriam “intermediárias, entre a espécie e a variedade, e que particularmente as espécies de ilhas, quando estudadas geograficamente, se revelavam desprovidas da constância [...]” (MAYR, 1998, p. 457). O mesmo autor, afirma, contudo que o naturalista britânico não detinha uma clara visão do processo de especiação, tinha dificuldades em conceber barreiras geográficas no continente, que isolassem espécies iniciais. Considerava que o princípio da

¹⁸ A partir de uma população são originadas duas espécies, com um período de isolamento geográfico.

“divergência de caracteres” resolveria a questão, como dito pelo próprio Darwin.

À medida que as diferenças aumentavam ligeiramente, os exemplares inferiores, dotados de características intermediárias, não tão velozes ou não tão robustas, iam sendo deixados de lado, tendendo a desaparecer. Estes exemplos permitem-nos observar o que se pode denominar “Princípio de Divergência”, segundo o qual as pequenas diferenças, que a princípio mal se podiam perceber, vão aumentando até se tornarem nítidas, distinguindo as raças entre si e em relação ao seu ancestral comum (DARWIN, 1985, p. 120).

1.5.5. A teoria da seleção natural

A evolução de uma espécie resulta de mudanças que ocorrem na combinação das variações existentes em uma população da espécie. O processo que explica essa mudança, por sua vez, é a seleção natural. E, embora Darwin não tenha observado a ocorrência do processo, a partir da observação da natureza e de inferências elaborou uma teoria capaz de explicar a maneira pela qual uma população se adapta ao ambiente em que vive e evolui ao longo do tempo. Nesse sentido, tornou-se, por um lado, uma novidade, uma vez que ninguém havia oferecido uma explicação semelhante; por outro, constituiu uma explicação ousada em função de evocar conceitos e idéias que descartavam explicações baseadas em dogmas. Nesse contexto, faz-se necessário um entendimento adequado dos fundamentos que nortearam a construção da teoria.

Um aspecto importante e decisivo para o entendimento dela é a adoção do pensamento populacional, uma vez que qualquer espécie é representada por populações. Uma população consiste em um agrupamento de indivíduos, diferentes e únicos que, através da reprodução, transferem aos seus descendentes suas características. Dessa forma, a população apresenta uma variabilidade individual de características sobre a qual incide a ação da seleção natural. O pensamento populacional e a seleção natural ganham significado ao agregarmos, assim como fez Darwin, a idéia utilizada por Thomas Robert Malthus (1766-1834) a respeito de que a população tem um ritmo de crescimento bem maior do que o apresentado pelos recursos existentes, de

modo que nem todos os indivíduos de uma população terão acesso a esses recursos, o que poderá inviabilizar a sua sobrevivência.

Portanto, como nascem mais indivíduos do que o número dos que poderiam sobreviver, sempre haverá uma luta pela existência, seja entre os da mesma espécie, seja entre eles e os de outras espécies distintas, ou seja, os indivíduos e as condições de vida existentes em seu habitat (DARWIN, 1985, p. 87).

Contudo, a “luta” mencionada se refere a uma competição que se instala, entre indivíduos de mesma espécie e entre espécies diferentes em busca dos recursos limitados existentes, o que evita uma superpopulação. Dessa forma, para que a população conserve um número aproximadamente constante ocorre a morte de diversos indivíduos.

Outro aspecto a ser levado em consideração é que a seleção natural consiste em um processo de duas etapas: a produção da variabilidade em uma população e a seleção propriamente dita (MAYR, 2009).

Ainda que Darwin (1985) não soubesse explicar a origem da variabilidade, contatos com diversos criadores de animais, resultados obtidos de seus próprios cruzamentos e observações na natureza, permitiram-lhe constatar que as populações eram constituídas por indivíduos com variações de diversos tipos. Embora hoje conheçamos as fontes da variabilidade¹⁹, essa etapa do processo faz-se ao acaso, uma vez que não é possível estabelecer o (s) produto (s) de cada um desses processos.

A partir de uma analogia com a seleção efetuada pelo homem junto às raças domésticas para obter descendentes com variações de seu agrado, Darwin transpõe ao mundo natural a noção de que ocorre numa população, uma seleção de indivíduos com variações mais favoráveis em seu ambiente. Essa etapa do processo não é aleatória, mas direcional, pois o que ocorre é a eliminação dos indivíduos sem características adaptativas ao meio.

Assim, as variações com maior probabilidade de sobrevivência e de produção de uma descendência tornam os seus possuidores mais adaptados ao ambiente em que vivem a cada geração.

¹⁹ Mutações, possível crossing-over na primeira meiose, distribuição dos cromossomos na segunda meiose, encontro dos gametas.

Devido a essa luta, quaisquer variações, independente de sua insignificância ou das causas pelos quais procedem, desde que sejam de alguma forma úteis para o indivíduo desta ou daquela espécie, ao que se refere às suas relações infinitamente complexas para com os outros seres vivos e o meio ambiente, contribuirão para a sua preservação, sendo geralmente herdadas por seus descendentes. Estes, por sua vez, terão uma oportunidade ainda maior de sobreviver, uma vez que, dos numerosos indivíduos que são periodicamente dados à luz, só uns poucos conseguem ser preservados. A esse princípio através do qual toda variação, por menor que seja, deve preservar-se, desde que apresente utilidade para o indivíduo, denominei “Princípio de Seleção Natural”, a fim de frisar sua relação com a capacidade humana de seleção (DARWIN, 1985, p. 86).

Uma questão a ser lembrada é que o processo de seleção natural pode resultar em um maior ajustamento ao ambiente de uma determinada população, ou a extinção da mesma que pode ocorrer como efeito da competição que se estabelece entre as novas populações continuamente formadas e as antigas (DARWIN, 1985). Além da competição, também as alterações ambientais podem constituir-se em causa da extinção de uma população, no caso de ausência de variabilidade que permita a sobrevivência de alguns indivíduos. Outro aspecto da extinção é que as variedades intermediárias podem ser exterminadas em função da pouca quantidade de indivíduos em relação às espécies extremas, isto é, aquelas que passam pelo processo de transformação e aquelas que adquirem as transformações.

Nesse contexto, é possível entender que o processo de extinção está de acordo com a teoria da seleção natural, uma vez que a população eliminada não está adaptada ao ambiente. Assim, a extinção pode se constituir em uma condição necessária para que ocorra a evolução já que esse processo significa transformação.

Levando-se em conta as idéias de Mayr (2009) é possível resumir a teoria da seleção natural de Darwin de acordo com o quadro 2:

Quadro 2 - O modelo de Darwin para a seleção natural

Fato um	as populações possuem uma alta taxa reprodutiva, que pode aumentar exponencialmente na ausência de restrições.
Fato dois	o tamanho de uma população tende a permanecer constante.
Fato três	os recursos disponíveis no ambiente para uma espécie são limitados. Inferência um: existe uma intensa competição (luta pela sobrevivência) entre os membros de uma espécie.
Fato quatro	em uma população há grande variabilidade entre os indivíduos. Inferência dois: não há dois indivíduos em uma população com a mesma probabilidade de sobrevivência (seleção natural).
Fato cinco	muitas das diferenças entre os indivíduos de uma população são hereditárias. Inferência três: uma população ao ser submetida durante muitas gerações à seleção natural evolui.

Fonte: Adaptado de Mayr (2009).

Contudo, a teoria apresentava um ponto frágil. Em nenhum momento explicava a origem da variabilidade que existia nas populações. Darwin tinha consciência do problema e registra em sua obra que “as leis que regulam a hereditariedade são inteiramente desconhecidas” (DARWIN, 1985, p. 51). Numa tentativa de explicar a questão, Darwin (1985), desenvolveu uma teoria da hereditariedade. “Ele a chamou de “hipótese provisória sobre a pangênese”, acabou descrevendo-a em seu calhamaço *A variação de animais e plantas sob domesticação*” (JABLONKA; LAMB, 2010, p. 28). Segundo essa teoria, gêmulas, com as características dos tecidos de todas as regiões do corpo, do macho e da fêmea, no momento da reprodução migram para as células germinativas, misturam-se e são transmitidas aos descendentes. Ainda de acordo com a hipótese, modificações sofridas durante a vida do organismo provocavam modificações nas gêmulas e eram transmitidas a cada geração.

É importante esclarecer que, apesar de a origem das variações não ser esclarecida pela teoria, esta não é inviabilizada como um todo ou na ação da seleção natural, uma vez que “o que a teoria previa era a ocorrência de seleção sobre variantes” e as variações são observáveis (SENE, 2009, p. 26). Além disso, Jablonka e Lamb (2010, p. 31) afirmam, ao descreverem a teoria da pangênese do naturalista britânico que: “A teoria de Darwin é uma teoria muito geral; não está amarrada a nenhum mecanismo específico de hereditariedade ou de causa de variação”.

De acordo com alguns evolucionistas como Mayr (1998), por exemplo, Darwin não entrou em contato com o estudo do monge beneditino, Gregor

Mendel (1822 - 1884), o que lhe daria condições de corrigir e tornar mais completa sua teoria (ALMEIDA; FALCÃO, 2010). Em época contemporânea à de Darwin, Mendel divulga seu trabalho que versa sobre a hereditariedade vegetal. Darwin teve conhecimento do trabalho dele, o que contraria a crença segundo a qual Charles Darwin não o conhecia. Esse detalhe é importante já que acredita-se que ao tomar conhecimento da exposição mendeliana, Darwin poderia ter desenvolvido um pensamento próximo ao da concepção atual da Teoria Sintética da Evolução (BIZZO; EL-HANI, 2009).

Bizzo, um dos autores do do artigo citado descreve que teve a possibilidade de entrar em contato com uma separata da *Darwin's Reprint Collection* do *Manuscripts Room*, na *Cambridge University Library*, o que lhe permitiu coletar algumas evidências sobre o possível contato de Darwin com o trabalho de Mendel. Entretanto, no mesmo artigo, salientam que Darwin tinha conhecimento da proporção 3:1, apresentada por Mendel, de outros trabalhos; também citam a troca de cartas entre Darwin e Wallace, com teor a respeito de experimentos de hibridização em que os descendentes tinham características semelhantes a uma das formas parentais, inclusive com cruzamentos conduzidos por ele. Contudo:

Darwin trabalhava em um modelo de "hereditariedade macia", no qual as partículas hereditárias formavam unidades plásticas, deformáveis e reconfiguráveis, Mendel, por sua vez, trabalhava com um modelo de herança dura, no qual as partículas são unidades discretas, imiscíveis e de configuração estável (BIZZO; EL-HANI, 2009, p. 247).

Nesse sentido, embora o naturalista inglês tenha tido contato com a obra mendeliana, ambos trabalhavam sob perspectivas diferentes e a origem das variações continuou a ser um grande desafio até a instauração da grande síntese no primeiro quarto do século XX.

Apesar de não ter conseguido explicar a origem das variações, Darwin (1985), procurou elaborar, com a teoria da pangênese, uma teoria a respeito da hereditariedade. Segundo ela, unidades de todo o corpo, gêmulas, migram até as células sexuais no momento da reprodução e são transmitidas aos descendentes. Contudo, ao conceber essa teoria, lança mão das idéias do uso e desuso e da herança dos caracteres adquiridos. Assim, um genitor que

tivesse alguma parte modificada pelo uso ou desuso, a gêmula correspondente seria produzida com essa modificação e o novo caractere seria herdado. Darwin elenca, inclusive, diversos exemplos de uso ou desuso como, a redução dos olhos das toupeiras e de roedores que vivem abaixo da terra cita também, como a ordenha de uma vaca aumenta o tamanho do úbere quando comparado a um úbere gerado por uma vaca em que a prática da ordenha não se verifica.

Nesse contexto, e após as considerações, é preciso concordar com Jablonka e Lamb (2010), quando afirmam que a teoria da seleção natural não ocupou o lugar da herança dos caracteres adquiridos, que continuou firme em sua posição até o surgimento de uma teoria que explicasse a origem das variações.

1.6 A evolução após Darwin

Os estudos e pesquisas a respeito da evolução não cessaram e, ainda no século XIX, August Weismann (1834-1914) propôs uma teoria da hereditariedade que altera a teoria da seleção natural, uma vez que explica a evolução apenas através da seleção natural, sem a transmissão dos caracteres adquiridos sendo conhecida por neodarwinismo²⁰ (LENAY, 2004).

Embora no século XIX a teoria de Darwin não fosse aceita na totalidade, no século XX, já desacreditada, a teoria da seleção natural sofreu novo revés quando Hugo de Vries (1848-1935) propôs a teoria da mutação, segundo a qual a evolução ocorre “aos saltos, de uma geração para outra, em decorrência das mutações que seriam as únicas responsáveis por provocar alterações nos organismos” (SENE, 2009, p. 48). Dessa forma, a teoria denominada mutacionista, excluía a ocorrência da seleção natural, já que, por esse processo, as mudanças deveriam acontecer lenta e gradualmente. Durante os trinta primeiros anos do século passado, a teoria mutacionista predominou com o apoio de diversos geneticistas e, a teoria evolutiva por seleção natural dada como superada.

²⁰ George John Romanes (1848 - 1894) inventou a expressão “Neo-Darwinian” (LENAY, 2004).

Segundo Mayr (2005), houve duas sínteses evolutivas. A primeira, fisheriana, definiu evolução como uma mudança na frequência dos genes numa população, causada pela seleção natural de eventuais mutações. A síntese procurou explicar como ocorre a evolução de uma população em função das mudanças ambientais. Mas estavam restritas a mudanças em uma única população ao longo do tempo e não conseguiram explicar como a especiação ocorria.

A problemática foi transposta com a segunda síntese evolucionista que cuidou da origem da biodiversidade e do surgimento de novas espécies (MAYR, 2005). A elaboração da Teoria Sintética da Evolução, dessa forma, uniu os conhecimentos da genética com os da história natural e a base teórica da genética populacional exposta em diversas obras, como: *Genetics and the Origin of Species* (1942) de Dobzansky; *Systematics and the Origin of Species* (1942) de Ernst Mayr; *Tempo and Mode in Evolution* (1944) e *The Major Features of Evolution* (1953) de George Gaylord Simpson (1902-1984), e *Evolution: the Modern Synthesis* (1942), de Julian Huxley entre outras. (FUTUYMA, 1992).

Nessa mesma obra, Futuyma (1992) aponta os princípios que fundamentam a Nova Síntese da Evolução: as variações genéticas que as populações apresentam surgem através das mutações ao acaso e da recombinação; as populações evoluem graças a mudanças nas frequências dos genes através da deriva genética, fluxo gênico e seleção natural; a maioria das variações genéticas que fornecem adaptação possui pequenos efeitos fenotípicos individuais e graduais; a diversificação ocorre através da especiação que promove a evolução gradual do isolamento reprodutivo entre populações; a ocorrência desses processos por um longo tempo origina mudanças que facilitam a identificação de táxons superiores, como gênero e família, por exemplo.

Entretanto, a partir do final da década de 1960 a Moderna Síntese sofre alguns questionamentos. O primeiro, segundo Sene (2009), se estabeleceu a partir da verificação de que as populações apresentavam uma maior variabilidade do que se pensava. O procedimento foi possível pelo desenvolvimento da técnica de eletroforese de proteínas, que permitiu a

detecção do polimorfismo²¹ de diversos locos gênicos em uma população natural. A existência de diversas formas alélicas questionava o caráter seletivo dessa imensa variabilidade. Então, Motoo Kimura (1924-1994) e Masatoshi Nei (1931) propuseram a hipótese de que a variação de certa característica, na maioria das vezes, é neutra ou não seletiva.

Outro questionamento ocorreu quando o aumento e o aperfeiçoamento no estudo dos fósseis possibilitaram a verificação “que as mudanças evolutivas, em alguns casos, eram muito mais rápidas do que se supunha e aparentemente abruptas, contrariando frontalmente a idéia de que o processo fosse lento e gradual” (SENE, 2009, p. 53). A partir dessa observação Niles Eldredge (1943) e Stephen Jay Gould (1941-2002) propuseram a Teoria do Equilíbrio Pontuado, segundo a qual, durante o processo evolutivo, as populações intercalam um período em que não há qualquer alteração com outro, em que elas sofrem transformações repentinas que podem modificar as espécies ou originar novas espécies (SENE, 2009). Em vista desses questionamentos, foram necessários alguns arranjos. Contudo, o mesmo autor aponta que a mudança ocorreu no valor atribuído aos fatores evolutivos que continuam os mesmos. Assim, permanece a crença que a população é a unidade do processo evolutivo e que a mutação e a recombinação são as fontes primárias de variação.

Atualmente a Teoria Sintética da Evolução constitui-se o paradigma vigente, sem que isso signifique que não possa receber novas informações e contribuições. Nesse sentido duas pesquisadoras, Jablonka e Lamb (2010), elaboraram uma nova proposta, em que a hereditariedade e a evolução ocorrem em quatro dimensões, e não segundo a visão centralizadora do gene adotada pelo atual paradigma: a genética, a herança epigenética, a herança comportamental e a herança simbólica.

Assim, de acordo com as referidas autoras na primeira dimensão, da herança genética, os genes não são mais considerados agentes causais, mas são vistos como redes de muitos genes cujos produtos, interagem mutuamente e, juntos, afetam o desenvolvimento de um determinado traço. De acordo com a herança epigenética, que constitui a segunda dimensão, células diferentes

²¹ Ocorrência simultânea de diversos fenótipos, em uma população.

com DNA idêntico podem transmitir suas características às células-filhas. Na terceira dimensão, herança comportamental, as autoras revelam a passagem de informação por intermédio do aprendizado social; e através da herança simbólica, a quarta dimensão, é descrita a transferência da informação por via da linguagem e de outras formas.

1.7 Os predecessores de Darwin

Ao se falar em Teoria da Evolução é imperiosa a lembrança de Charles R. Darwin e de sua obra seminal, *Origem das Espécies*, mas não se pode esquecer que o naturalista britânico não foi o único a trabalhar com as idéias presentes em *Origin*. Assim, a Teoria da Evolução não se resume ao conhecimento construído pelo notável naturalista.

Estamos acostumados a ouvir e a mencionar que o trabalho de Darwin foi revolucionário. Contudo, houve diversos autores que, de uma forma ou de outra, expuseram idéias semelhantes. O próprio autor de *Origin*, ao redigir um esboço histórico²², cita algumas dessas pessoas que o antecederam e, assim, além de reconhecer que não é o autor solitário desse conhecimento, fornece aos leitores de sua obra a visão que muitas de suas idéias já eram conhecidas e discutidas, ainda que de forma isolada ou até mesmo restrita a uma espécie.

Assim, se se considerar a concepção de evolução, isto é, a de que as espécies sofrem modificação ao longo do tempo, Lamarck já firmava posição na transformação das espécies, inclusive na do homem, em duas obras: *Philosophie Zoologique* de 1809 e *Histoire Naturelle sans Vertèbres* de 1815, bem como Robert Chambers (1802-1871) com a edição ampliada de *Vestígios da Criação*, de 1853; e Dr. Schaaffhausen em um panfleto²³ de 1853, defende a idéia de que as formas orgânicas evoluem, pois os atuais seres vivos devem ser considerados descendentes dos extintos, e não separados por atos de criação (DARWIN, 1985).

²² Esboço histórico do progresso da opinião acerca do problema da origem das espécies, até a publicação da primeira edição deste trabalho (DARWIN, 1985, p. 33-41).

²³ *Verhand. Des Naturhist. Vereins der Preuss Rheinlands, etc.*

Ainda de acordo com o “esboço histórico” de Darwin (1985, p. 39), seu professor Robert E. Grant, em artigo²⁴ de 1826 sobre espongilídeos acredita que as espécies descendem de outras, assim como o naturalista Von Buck em sua obra *Description Physique des Isles Canaries* de 1836, além de, entre outros, Hooker em *Introdução à Flora Australiana*, de 1859, em que admite a descendência e a modificação das espécies. E, em relação à ancestralidade comum, von Baer, manifestou²⁵ a convicção de que as “várias formas hoje inteiramente distintas se tenham originado de um único ancestral comum”.

O livro *Origem das Espécies* é mais conhecido por descrever, com riqueza de detalhes, o mecanismo pelo qual as espécies se modificam ao longo do tempo: a Seleção Natural. Admitida como a teoria realmente revolucionária de sua obra, o próprio Darwin enumera outros autores que o antecederam: William Charles Wells (1757-1817), que apresentou a Real Sociedade um artigo²⁶ em que admite a ocorrência da seleção natural na espécie humana, ainda que para algumas características; Patrick Matthew (1790-1874), que publicou a obra *Construção Naval e Arborícola* (1831) expressava o princípio da seleção natural. E, não se pode esquecer o naturalista britânico Alfred R. Wallace, que concebeu a seleção natural de forma independente, no que resultou uma comunicação conjunta na Real Sociedade Lineana e posterior publicação no *Linnean Journal*, em 1858.

A partir do que o próprio Charles R. Darwin colocou em seu Esboço Histórico na sexta edição do *Origin*, vimos que diversos autores se aproximaram de suas concepções e conclusões. A consideração que a teoria da evolução, na atualidade, guarda pouco da concepção original de Darwin, e que o processo de seleção natural já não é considerado o único fator determinante, é necessário não insistir numa visão reducionista como igualar a evolução ao darwinismo.

Não há heróis absolutos, sem falhas, perfeitos em todos os seus quesitos, detentores da sabedoria completa de uma área

²⁴ *Edinburgh Philosophical Journal*, vol. XIV, p. 283 (DARWIN, 1985, p. 35).

²⁵ (v. a *Zoologisch-Anthropologische Untersuchungen*, 1861, p. 51, de autoria do Prof. Rudolph Wagner).

²⁶ “Relato do caso de uma Mulher Branca cuja Pele Apresenta Semelhança Parcial com a de um Negro”, em 1813, publicado em seu livro *Dois Ensaios sobre o Sentido Rudimentar da Visão*, em 1818.

de conhecimento. [...] Devemos desconstruir nossos heróis intelectuais para que a essência do seu gênio prevaleça (SANTOS, 2009, p. 15).

Nesse sentido, parece ser mais importante preservar a obra dele no contexto histórico e social ao qual pertenceu, reconhecendo a sua autoria de um conhecimento ímpar que, ainda hoje, suscita inquietações e dúvidas, além de abrir as portas a inúmeras questões.

2 A EVOLUÇÃO E O ENSINO DE BIOLOGIA

Adquirir noções básicas dos principais aspectos da biologia é fundamental para acompanhar a rapidez e o volume crescente de informações nessa área de investigação científica, que é divulgada ao público por intermédio da mídia. Tendo em vista o ensino, a aquisição desse saber não deve ser considerada, apenas uma questão de agregar os conhecimentos que essa ciência constrói na sociedade atual, mas, também, não deve receber reconhecimento somente no caso de ter valor utilitário.

Todavia, uma vez adquirido esse conhecimento pode ser utilizado como um instrumento que possibilite aos estudantes uma visão de mundo mais atualizada cujas implicações sociais que possam ser avaliadas de forma crítica, através de debates e decisões relativas à comunidade. Em acréscimo, o ensino desse importante componente curricular favorece “a discussão e o estudo do fenômeno vida em toda sua diversidade” (FERRAZ, 2006, p. 19). E, indo além, as explicações que a Biologia elaborou durante sua história, possibilitam a percepção de que as explicações científicas são elaboradas em consonância com o contexto sócio-econômico da qual fazem parte.

Mayr (1998) proclama que a Biologia conseguiu emancipação das ciências físicas e que não há como serem resolvidos os problemas biológicos sem a participação conjunta da biologia funcional, e da biologia histórica (biologia evolutiva). Conquanto a biologia funcional estude os aspectos fisiológicos dos seres vivos, que podem ser explicados através do mecanicismo da química e da física, a biologia evolutiva analisa fenômenos singulares, como a extinção dos dinossauros, por exemplo, que não podem ser reproduzidos em laboratório nem explicados por meio de leis mecânicas, mas pode construir uma narrativa histórica como explicação (MAYR, 2005). Dessa forma, “sendo a evolução uma teoria histórica, uma característica a ser explorada no ensino de Biologia é a sua historicidade” (CICILINI, 1992, p. 8).

Nesse contexto ganham vulto e importância a afirmação de Mayr (2009), segundo a qual, “a evolução é o conceito mais importante da biologia”, também o artigo de Dobzansky, escrito de 1973, segundo a qual “Nada faz sentido em biologia exceto à luz da Evolução”, uma vez que traduz a importância desse conhecimento para a Biologia como campo científico e, também, para o ensino

da disciplina Biologia. A evolução fornece condições para entendimento dos seres vivos e das características únicas das espécies, reconhecendo-se que organismos tão distintos como mamíferos e peixes possuem um ancestral comum. Para Meyer e El-Hani (2005), também é possível explicar comportamentos, como o canibalismo em aranhas, por exemplo. Na mesma obra, os autores indicam que o estudo da evolução também pode fornecer subsídios para se entender:

- (a) De onde veio o vírus da AIDS? Como ele consegue resistir ao sistema imune?
- (b) Por que cada vez mais pessoas morrem de infecções hospitalares?
- (c) Por que mulheres grávidas sentem enjoos durante a gravidez?
- (d) Quantos genes existem no genoma humano? Esse número é grande ou pequeno? (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 106).

Futuyma (2002, p. 11), assinala que, através das diferentes subdisciplinas²⁷ da Biologia Evolutiva, inúmeras contribuições para a sociedade foram fornecidas como as relacionadas à “saúde humana, agricultura e recursos renováveis, produtos naturais, gerenciamento e conservação ambiental e análise da diversidade humana”.

No mesmo documento, o autor salienta a importância de estudos evolutivos com aplicação na Estatística, na Matemática e até na Inteligência Artificial, e no próprio ser humano, como: “a nossa história, a nossa variabilidade, o nosso comportamento e cultura e, na realidade, o que significa ser humano” (FUTUYMA, 2002, p. 19).

Nesse contexto, a teoria evolutiva assume uma importância que ultrapassa o campo da Biologia e “deve ser considerada um dos conceitos mais influentes do pensamento ocidental” (FUTUYMA, 1992, p. 16). Corroborando essa concepção, Tidon e Lewontin (2009) consideram que a Biologia Evolutiva²⁸ fornece a possibilidade de que as Ciências Biológicas se integrem com áreas tão diversas como Sociologia, Matemática, Ciências da Computação, Filosofia e Geologia.

²⁷ Evolução comportamental, biologia evolutiva do desenvolvimento, ecologia evolutiva, genética evolutiva, paleontologia evolutiva, fisiologia e morfologia evolutivas, evolução humana, evolução molecular e sistemática. (FUTUYMA, 2002).

²⁸ Termo utilizado pelos autores.

Nesse sentido, a Teoria da Evolução incorpora conhecimentos de diferentes áreas, o que possibilita entender, por exemplo, que os seres vivos se transformam; que as espécies têm características únicas e que espécies distintas possuem um ancestral comum, o que implica o compartilhamento de algum grau de parentesco. A ocorrência da evolução propicia o surgimento de uma miríade de formas, tamanhos, cores, estratégias sexuais e alimentares, além de comportamentos e sensações.

Cada indivíduo de uma população, cada população no interior de uma espécie são alternativas. Assim, a evolução trabalha com variedades. O fato de uma célula dar origem a outra não invalida essa variabilidade, já que existem diversas formas unicelulares. E, nos organismos multicelulares, existem diferentes tipos de células. O DNA têm uma série de informações biológicas, mas, enquanto algumas podem ter algum valor adaptativo, outras, talvez, não o tenham. As planárias com seus ocelos, os insetos com olhos compostos, os cefalópodes com olhos semelhantes ao dos vertebrados e os bagres cegos são exemplos de variedades visuais adaptadas ao ambiente.

Nesse contexto, a Teoria da Evolução suplanta teorias individuais e abre espaço para o questionamento sobre a importância ou a validade da abordagem das teorias de Lamarck e Darwin no ensino de evolução.

Minha experiência na docência do ensino básico, mostra a importância da abordagem das teorias dos naturalistas citados. De início, para entender a importância de ambos, é necessário considerar o contexto histórico de cada autor e entender o significado da construção de sua obra nesse contexto. Assim, embora a teoria de Lamarck tenha sido ignorada na França, foi conhecida na Inglaterra e muito lida na Alemanha. Lamarck apresentou: a) uma explicação alternativa para a compreensão da diversidade dos animais; b) uma explicação para a progressiva transformação dos animais através de causas naturais; c) idéias que explicam fatos da época; d) o tempo nas mudanças geológicas; e) conhecimento sobre a importância dos fósseis.

Embora o paradigma atual da Teoria da Evolução considere apenas a seleção natural como advinda de Darwin, o autor britânico apresentou: a) uma visão de mundo em transformação; b) a idéia de que não há finalidade na natureza; c) a noção de que todos os seres vivos, incluindo o homem, possuem certo grau de parentesco; d) o pensamento populacional em substituição ao

essencialismo; e) a seleção natural como uma explicação materialista para os fenômenos do mundo vivo.

Dessa forma, a Teoria da Evolução tem caráter integrador, mais do que diversas teorias e leis de autores individuais. Entretanto, Lamarck e Darwin construíram um corpo de conhecimento que fornece explicações naturais para fenômenos naturais, que ajuda a mudar a visão de mundo e a maneira como os seres vivos (inclusive o homem) devem ser observados e estudados. Além disso, as obras desses naturalistas têm uma importância histórica haja vista serem eles os primeiros autores de uma teoria evolutiva.

Nesse sentido, entendo que, por um lado, o tema evolução biológica tem, além de um caráter integrador no contexto da Biologia, uma enorme abrangência em diversos setores do conhecimento humano. Por outro lado, os conhecimentos elaborados por Lamarck e Darwin incorporam noções básicas e primordiais para o entendimento da Teoria da Evolução. Dessa forma, a compreensão dos pressupostos é essencial para a compreensão tanto da diversidade dos seres vivos, passando pelo próprio entendimento do ser humano, como para estabelecer pontes de diálogo com diferentes áreas.

2.1 Procedimentos metodológicos

Uma vez estabelecido e delimitado o objetivo do trabalho, cabe, agora, proceder à escolha do caminho a ser percorrido. A natureza do estudo, levou-me a opção pela pesquisa bibliográfica, em função de que “dela faz parte a obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo” (NEVES, 1996, p. 1).

Ainda de acordo com o autor, ao realizar um estudo de caráter qualitativo deve ser levado em consideração a questão de que “O desenvolvimento de um estudo de pesquisa qualitativa supõe um corte temporal-espacial de determinado fenômeno por parte do pesquisador” para que possa definir o seu campo de ação e a extensão, do objeto de estudo, a ser percorrida (NEVES, 1996, p. 1).

De acordo com Lima e Mito (2007, p. 38), a pesquisa bibliográfica apresenta uma metodologia algo distinta da revisão bibliográfica, já que não se limita à simples observação dos dados presentes nas fontes, mas impõe sobre

eles a teoria, a análise e a compreensão crítica do significado neles contidos. Além disso “implica em um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções, atento ao objeto de estudo e que, por isso, não pode ser aleatório”.

A pesquisa bibliográfica tem tido uma utilização bastante frequente, em casos de estudos exploratório-descritivos, em circunstâncias em que o objeto é pouco estudado, de modo que se estabelece uma grande dificuldade para que sejam formuladas hipóteses mais precisas. Por esse caminho, a análise do objeto de estudo é realizada por intermédio do contato com as fontes bibliográficas, que irão fornecer a proximidade necessária com os dados a serem analisados, que poderão, também, ser de muita ajuda na construção ou definição do quadro conceitual do trabalho.

Assim, no contexto dessas considerações este trabalho será apresentado pelo viés da pesquisa bibliográfica já que vou proceder à análise dos livros didáticos de Biologia, selecionados pelo PNLEM/2007. O ensino é meu campo de atuação e, no que se refere às teorias de Lamarck e Darwin, caracteriza-se a extensão a ser percorrida. Outra questão a ser considerada, é que a nossa pesquisa iniciou-se em 2009, e poucos materiais foram encontrados que abordassem os livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLEM.

É necessário salientar que a pesquisa bibliográfica, de acordo com Salvador (1986), é um estudo teórico realizado a partir da reflexão pessoal do pesquisador e da análise das fontes consultadas. Para que esse estudo seja realizado, é necessário seguir um procedimento sequencial descrito abaixo:

I. Investigação das soluções: fase que corresponde à coleta dos documentos a serem analisados. O procedimento envolve o levantamento bibliográfico e a coleta das informações contidas no material.

II. Análise explicativa das soluções: fase em que será realizada a análise da documentação obtida e das informações nela apresentadas. Para isso, o pesquisador faz uso de sua habilidade e criticidade para selecionar ou justificar as informações apresentadas.

III. Síntese integradora: última fase do processo investigativo dos documentos selecionados, quando ocorre o processo de estruturação dos dados, realizada por meio de reflexão a partir de um cruzamento das informações contidas no material estudado e suas anotações, percepções e

investigações, que lhe permitam elaborar a proposição de solução ao problema.

Em seguida à escolha de bibliografia pertinente, a técnica da leitura é utilizada para identificação, do material, dos dados importantes para o estudo em questão. Nesse sentido, (Salvador, 1986) sugere que sejam feitas diferentes leituras do material coletado para que as informações extraídas possam ser reavaliadas pelo investigador a cada momento. Dessa forma, as diversas leituras sugeridas são: a) Leitura de reconhecimento, em que o investigador irá proceder à localização e seleção do material com os dados e informações pertinentes ao tema da pesquisa; b) Leitura exploratória, para verificação da relevância dos dados e das informações para o estudo a ser realizado; c) Leitura seletiva, para selecionar entre os materiais disponíveis, aqueles com as informações e pertinentes ao tema do trabalho; d) Leitura reflexiva ou crítica com análise mais profunda para que o pesquisador sumarie as idéias, os propósitos e o ponto de vista do autor do texto para maior compreensão das afirmações autorais; e) Leitura interpretativa, quando o investigador interpreta as idéias do autor e as relaciona com o problema em questão.

Em concomitância a esse procedimento de investigação das soluções é útil a utilização do roteiro de leitura, instrumento que possibilita extrair das obras o tema e os conteúdos, além das considerações do autor, relevantes para o propósito do pesquisador.

Em meu trabalho, o roteiro foi elaborado em uma ficha para cada obra didática, num total de nove, que agrupou as seguintes informações: os dados que identificam o livro didático; as descrições dos tópicos e sua relevância ao estudo em questão; os aspectos relacionados ao tema sob análise, além de enunciados e sua articulação com os objetivos propostos no trabalho. É importante ressaltar que o roteiro foi alterado em diversas ocasiões em função das constantes leituras que se fizeram necessárias, até que fosse alcançado o seu formato final.

A confecção das nove fichas dos manuais didáticos de Biologia aprovados pelo PNLEM/2007 partiu do exemplar do professor, distribuído nas escolas pelas editoras, para uma caracterização geral de como o tema evolução é abordado em cada obra e, também, para assinalar como são

retratadas as diferentes teorias da evolução propostas por Lamarck e por Darwin. Nesse sentido, foi realizada uma leitura do capítulo concernente ao tema evolução biológica de modo que se entendesse como está organizado, nessas obras. Na sequência, nova leitura para percepção de como as teorias lamarckista e darwinista são apresentadas.

Houve momentos como por exemplo, o da descrição da Teoria de Lamarck abordada nos livros didáticos, em que optei por utilizar a técnica do “esboço”, a qual consiste em um resumo com as mesmas idéias dos autores. (SALVADOR, 1986).

A seguir tomei como ponto de partida os dados coletados e produzi uma pequena descrição geral para cada um dos livros do PNLEM. Desse modo, apresentei uma análise a partir de comparação entre a Teoria de Lamarck como aparece nas obras dele e os textos apresentados nos livros didáticos. Foi adotado o mesmo procedimento em relação à Teoria de Darwin.

De maneira similar, elaborei cinco fichas: uma para o livro *A Origem das Espécies* (1985) de Charles Darwin e duas para as obras: *Philosophie Zoologique* (1809) e *Histoire Naturelle des Animaux sans Vertèbres* (1815) de Jean Baptiste Antoine de Monet de Lamarck que nos forneceram o suporte epistemológico para este trabalho. Além dessas obras, também fichei a obra *A teoria da Progressão dos animais de Lamarck* (Martins, 2007) e de *Desenvolvimento do pensamento biológico* (Mayr, 1998), que serviram de material de apoio para a minha análise.

Nesse sentido, o texto de Martins (2007) propiciou-me um primeiro entendimento da teoria lamarckista e chamou-me a atenção sobre as quatro leis enunciadas por Lamarck, que compõem sua teoria. De forma semelhante, as informações no livro *Desenvolvimento do pensamento biológico* (Mayr, 1998), forneceram subsídios relativos às cinco teorias da Teoria de Darwin, bem como à própria história da ciência e particularmente da biologia. Outros livros desse autor, além de artigos, dissertações e outras fontes, que faziam referência às teorias de Darwin, Lamarck e à teoria da evolução, foram lidas, mas não fichadas.

Dessa forma, em relação à teoria lamarckista foram estudadas as quatro leis da progressão dos animais: A tendência para o aumento da complexidade; Surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e que

se mantêm; Desenvolvimento ou atrofia de órgãos como função de seu emprego; A herança do adquirido. Da mesma forma, procedemos ao estudo das cinco teorias existentes na Teoria de Darwin: A evolução propriamente dita; A teoria da ancestralidade comum; A teoria do gradualismo; A teoria da multiplicação das espécies; A teoria da seleção natural.

A análise e a interpretação dos dados desta pesquisa foram realizadas por meio da síntese integradora, de forma que se pôde compreender melhor como os autores dos livros didáticos manifestaram idéias e concepções.

2.2 A evolução e os documentos oficiais

Este é o momento oportuno para identificar nos documentos oficiais, a existência de informações sobre a importância da Teoria da Evolução. Desse modo, ao serem trabalhadas adequadamente, poderão servir de fio condutor para que o aprendiz desenvolva uma idéia mais adequada de como ocorre a construção do conhecimento científico e da evolução.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) define e normatiza o sistema educacional do Brasil, com base nos princípios constantes na Constituição. A Atual LDB (Lei nº. 9.394/96) estabelece diretrizes para o caminho pelo qual seguirá a educação brasileira. Assim, a partir dos artigos expostos pela LDB, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) “elaborou um novo perfil para o currículo, apoiado em competências básicas para a inserção de nossos jovens na vida adulta” (BRASIL, 1999, p. 4). E, no momento em que a LDB, em seu artigo 21, determina que o ensino médio faça parte da Educação Básica, assevera como essencial que o educando adquira formação que lhe forneça condições de exercer a cidadania, prosseguir nos estudos e obter progresso em sua atividade profissional.

Denominado Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), o documento tem por objetivo possibilitar que os estudantes desse nível de ensino desenvolvam competências e habilidades em três grandes áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (Língua Portuguesa, Língua Estrangeira Moderna, Educação Física, Arte e Informática); Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Biologia, Física, Química e

Matemática) e, Ciências Humanas e suas Tecnologias (História, Geografia, Sociologia, Antropologia e Política e Filosofia).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (2000), de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias confirmam a importância do estudo da evolução biológica e recomendam-na como eixo unificador de todas as diferentes áreas da Biologia. Além disso, os textos sugerem, por exemplo, que a abordagem em relação à diversidade de seres vivos não seja resumida a uma descrição dos diferentes grupos de animais e vegetais, uma vez que, ao se estudar a diversidade dos seres vivos (Zoologia e Botânica) é mais adequada à abordagem sob o ponto de vista evolutivo-ecológico, que auxiliará o estudante a compreender melhor os fatores que determinaram que a vida tivesse surgido se diversificado e fixado no ambiente aquático, com a posterior ocupação do ambiente terrestre, além de a diversificação dos seres vivos serem resultantes de um processo evolutivo.

Em se tratando do processo evolutivo, os PCNEM indicam componentes importantes que devem ser abordados para compreensão da teoria evolutiva:

Os conceitos de adaptação e seleção natural como mecanismos da evolução e a dimensão temporal, geológica do processo evolutivo. Para o aprendizado desses conceitos, bastante complicados, é conveniente criarem-se situações em que os alunos sejam solicitados a relacionar mecanismos de alterações no material genético, seleção natural e adaptação, nas explicações sobre o surgimento das diferentes espécies de seres vivos (BRASIL, 1999, p. 17).

Ainda em relação à evolução, o documento oficial considera importante que os estudantes compreendam que os seres vivos sofrem modificações e que estas originam uma grande variabilidade entre os organismos, sobre as quais atua a seleção natural. Também se enfatiza que o processo de formação de novas espécies requer a compreensão dos conceitos de adaptação, isolamento geográfico e isolamento reprodutivo. Dessa forma, o PNLEM considera relevante que o estudante tenha conhecimento para “compreender a diversificação das espécies como resultado de um processo evolutivo, que inclui dimensões temporais e espaciais” (BRASIL, 1999, p. 20).

O PNLEM certifica que, durante a abordagem da Teoria Sintética da Evolução, será possível aos estudantes reconhecer que diferentes áreas do

conhecimento, tais como, Paleontologia, Genética, Embriologia e Bioquímica, forneceram subsídios para sua elaboração (BRASIL, 1999).

No mesmo documento oficial, em suas considerações a respeito do conhecimento biológico, aborda a importância da história e da filosofia da Biologia, que permitirão aos alunos a compreensão dos aspectos teóricos e epistemológicos presentes na construção do conhecimento científico, além de entender que o fracasso ou sucesso de uma teoria científica está associado ao momento histórico.

Elementos da história e da filosofia da Biologia tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados ao seu momento histórico (BRASIL, 1999, p. 14).

Conforme o documento, a abordagem irá possibilitar aos estudantes reconhecer o conhecimento biológico como uma construção humana e histórica, um produto de sua época, influenciado por diversos fatores sociais. Simultaneamente, poderá contribuir para que se modifique a crença de que o saber científico seja estático e elaborado apenas por gênios.

Texto direcionado ao professor, o PCN+ fornece, inicialmente, a importância da contextualização sócio-cultural das ciências como uma competência que ultrapassa os limites de um determinado domínio científico:

As fases distintas das diferentes especialidades, em termos de história dos conceitos ou de sua interface tecnológica, não impedem que a história das ciências seja compreendida como um todo, dando realidade a uma compreensão mais ampla da cultura, da política, da economia, no contexto maior da vida humana (BRASIL, 2002, p. 25).

Assim, abre-se a possibilidade para que se estabeleça uma articulação com as diferentes disciplinas que compõem as Ciências Humanas. Em acréscimo, a contextualização no ensino de ciências alcança certas competências que incluem o reconhecimento das ciências e de suas tecnologias em um processo mais amplo, envolvendo o histórico, o cultural e o social, além de possibilitar discussões em relação a questões éticas. Para melhor entendimento, reproduzimos o quadro abaixo:

Quadro 3 - Contextualização no ensino de ciências

Contextualização sociocultural
Ciência e tecnologia na história Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.
Ciência e tecnologia na cultura contemporânea Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.
Ciência e tecnologia na atualidade Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.
Ciência e tecnologia, ética e sociedade Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Fonte: (PCN+, 2002, p. 39).

Os PCN+ também estabelecem a importância da aquisição do conhecimento desse componente curricular.

Dominar conhecimentos biológicos para compreender os debates contemporâneos e deles participar, no entanto, constitui apenas uma das finalidades do estudo dessa ciência no âmbito escolar. As ciências biológicas reúnem algumas das respostas às indagações que vêm sendo formuladas pelo ser humano ao longo de sua história, para compreender a origem, a reprodução, **a evolução da vida e da vida humana** em toda sua diversidade de organização e interação (BRASIL, 2000, p. 33). (grifo nosso).

Os PCN+ organizam o componente curricular em temas estruturadores e, a partir dele, as competências citadas no PCNEM podem ser abordadas. Em relação à Biologia, são elencados seis temas estruturadores: interação entre os seres vivos; qualidade de vida das populações humanas; identidade dos seres vivos; diversidade da vida, transmissão da vida, ética e manipulação gênica; origem e evolução da vida.

Os temas estruturadores apresentam unidades temáticas e a unidade **Idéias evolucionistas e evolução biológica**, inserida no tema: origem e evolução da vida, afirma que se deve, “comparar as idéias evolucionistas de C. Darwin (1809-1882) e J. B. Lamarck (1744-1829) apresentadas em textos científicos e históricos, identificando as semelhanças e diferenças” (BRASIL, 2002, p. 51).

Dessa forma, os documentos oficiais sinalizam a importância da evolução e, também, da adoção de elementos de História e Filosofia da Ciência, no ensino médio. Segundo Martins, Regner e Lorenzano (2006), essa visão é compartilhada por acadêmicos, que têm defendido a inclusão da História e Filosofia da Ciência (HFC) no currículo das Licenciaturas de Biologia, uma vez que:

A utilização da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências pode contribuir para a compreensão dos mecanismos pelos quais a ciência é elaborada. Esses mecanismos consistem tanto de uma coerência interna dentro da própria “lógica” da ciência, como dos fatores externos que influenciam uma pesquisa. A análise da construção científica permite a compreensão da constituição de uma comunidade científica, da relação entre ciência e sociedade e ainda, dos obstáculos epistemológicos superados pelos cientistas (MEGLIORATTI; BORTOLOZZI; CALDEIRA, 2005, p. 14).

A utilização da história da ciência e da biologia é fundamental para ampliar a compreensão de aspectos importantes no que se refere à Teoria da Evolução, uma vez que podem proporcionar uma formação mais abrangente, e que sua abordagem privilegia um contexto mais complexo, que alcança aspectos éticos, sociais, históricos e filosóficos.

2.3 A evolução e o contexto educacional

Contudo, na prática escolar, tal pretensão de trabalhar a Teoria da Evolução não encontra lastro muito favorável, pois segundo Piolli e Dias:

Pesquisadores apontam que, geralmente, a teoria evolutiva é trabalhada nas escolas como mais um tópico no rol dos conteúdos da biologia. Para alguns especialistas, essa é uma situação preocupante, em especial porque pesquisas recentes

apontam que a teoria evolutiva tem baixos índices de compreensão e pouca credibilidade fora do meio acadêmico (2004, p. 1).

Nesse sentido, a abordagem da Teoria Evolutiva é relegada ao final do ano letivo, ou ao último ano do ensino médio, desconectada das diferentes subáreas da Biologia, e de outros componentes curriculares (TIDON; LEWONTIN, 2004). E, ao ser apresentada como apenas mais um tópico para estudo, acrescenta uma contribuição negativa e um entendimento reduzido de temas importantes, tanto no interior da Biologia quanto na intersecção com outras disciplinas.

Sob esse prisma, entendo que, no contexto educacional, há sérios problemas com o ensino da evolução,

como a sua desarticulação com os demais temas das Ciências Biológicas, forte influência de concepções religiosas e a presença de equívocos conceituais, que comprometem, tanto para professores como alunos, o entendimento dos processos evolutivos biológicos. (LABARCE; CAETANO; BORTOLLOZI, 2008, p. 134).

Professores e alunos do ensino médio têm concepções equivocadas sobre aspectos importantes da Teoria Evolutiva. Pesquisa realizada por Santos (2002) aponta que os alunos apresentam uma propensão a entender a evolução como algo progressivo, um melhoramento e que os seres vivos sofrem mudanças por uma necessidade imposta pelo ambiente. Porto (2008), em sua tese de doutorado, relaciona diferentes autores como: Bishop e Anderson (1990), Bizzo (1994) e Nehm e Reilly (2007), que sugerem que os alunos têm dificuldades com a seleção natural.

O trabalho de Carneiro (2004), a partir de um curso de complementação para professores não licenciados da rede pública estadual da Bahia, com diferentes formações, inclusive bacharéis em Ciências Biológicas, mostra que diversos professores não têm clareza quanto ao objeto de estudo da evolução biológica. Falta-lhes noção do significado da seleção natural, da utilização da lei do uso e desuso para explicar a evolução biológica e a evolução como idéia de progresso e melhoramento.

Segundo Tidon e Lewontin (2004), em estudo realizado em escolas públicas de Brasília, os professores de Biologia têm concepções equivocadas ao admitirem a evolução como direcional, progressista, que ocorre em indivíduos e não em populações. Ainda de acordo com os autores, falhas na formação dos professores, más condições de trabalho e ausência de materiais de divulgação científica devem ser levados em consideração como fatores que propiciam o ensino da evolução com deficiências teóricas e históricas.

Meglioratti (2004) aponta que o ensino da evolução é compartimentalizado, apresentado em capítulos isolados e, geralmente, nos últimos capítulos do livro didático.

Bizzo e El-Hani (2009) criticam a situação ao salientarem que o aproveitamento do estudo da evolução na etapa final do ensino médio pode proporcionar resultados inexpressivos, em função de os responsáveis pela elaboração curricular darem como certa a necessidade de o conhecimento a respeito da diversidade biológica, da biologia molecular e da genética ser imprescindível para compreender a evolução. Ainda, de acordo com os autores, essa abordagem toma como ponto de partida uma visão cumulativa e seqüencial dos conhecimentos considerados relevantes para a compreensão da evolução.

Essa aproximação pode ser viável em referência à Teoria Sintética, que tem na genética, por exemplo, a explicação da fonte de variabilidade. No entanto, o próprio Darwin, que não possuía esse conhecimento, elaborou a teoria sem explicar a fonte de variação, mas fundamentando-a com outros argumentos. Além disso, a adoção da abordagem exposta pode limitar o papel integrador que da evolução na Biologia, quer em relação à diversidade biológica, quer, nas diferentes áreas da biologia.

Considero importante destacar que a produção de conflitos relacionados a crenças religiosas também pode interferir na compreensão da teoria da evolução. Para Carneiro, os professores não demonstram clareza em relação:

Ao objeto de estudo da Evolução Biológica. Com freqüência referiam-se à mesma como uma teoria que tenta explicar a origem da vida, reportando-se sempre às questões postas pelo Criacionismo, como se estas estivessem em conflito com a Evolução Biológica: *“Somente o Criador poderia ter criado tantas espécies diferentes e tão perfeitas.” “... outras pessoas*

voltadas mais para a ciência defendem a hipótese de uma origem do nosso planeta [...]” (CARNEIRO, 2004, p. 97).

Entretanto, como salienta Sene (2009), discussões sobre evolução e as idéias de Darwin e Wallace não questionavam a existência de um criador, mas o fixismo e a origem das espécies. Portanto, não haveria contraposição de idéias entre as explicações fornecidas pela Evolução Biológica e o Criacionismo. Contudo, Carneiro (2004), mostra que, pelo fato de alguns livros, didáticos e paradidáticos abordarem a Evolução Biológica a partir das explicações sobre a origem da vida, é como se houvesse uma indução sobre os leitores para que a Evolução Biológica fosse entendida a partir da origem da vida na Terra de modo que gerou a oposição entre as explicações evolutiva e criacionista.

Todavia, Carneiro (2004), assinala que, mesmo os professores, com um melhor entendimento em relação à Evolução Biológica, colocam que não há polêmica entre Evolucionismo e Criacionismo, talvez por ignorarem que a oposição vem ressurgindo, com força, como nos Estados Unidos.

Ainda em relação ao contexto escolar, um dos principais papéis de uma instituição educacional é transmitir o conhecimento construído pela humanidade, como o conhecimento científico por exemplo. Contudo, de acordo Alves Filho (2000, p. 176), “é inegável que entre o que é produzido e entendido como saber e o que é ensinado na sala de aula, existem diferenças significativas” uma vez que durante sua elaboração a linguagem utilizada é revestida por uma codificação específica da área científica. Nesse sentido, é necessário que o código científico passe por uma transformação para que possa haver um melhor entendimento do conhecimento que se quer transmitir.

Chevallard (1991) explora a questão e desenvolve a noção de que o conhecimento construído pelos cientistas, o saber dos sábios é modificado em um conhecimento que deverá ser apresentado aos estudantes na instituição escolar. Segundo o autor, a transposição do conhecimento científico passa por transformações até se tornar o conhecimento a ser ensinado, mas não como mera simplificação do saber científico e sim como um novo conhecimento, o escolar. Nesse contexto, existe a necessidade de que o conhecimento escolar esteja apoiado no conhecimento científico de referência e que seja aceito pela

sua comunidade científica. A partir de então, conceitos e teorias serão repassados para os programas escolares e aos diferentes materiais didáticos. Dessa forma, o saber construído pelos cientistas se converte em um novo saber:

O saber a ensinar é um produto organizado e hierarquizado em grau de dificuldade, resultante de um processo de total descontextualização e degradação do saber sábio. Enquanto o saber sábio apresenta-se ao público através das publicações científicas, o saber a ensinar faz-se por meio dos livros-textos e manuais de ensino. Os livros textos exibem o saber a ensinar, agora como conteúdo, em uma formatação organizada, dogmatizada, a-histórica (ALVES FILHO, 2000, p. 177).

Nessas circunstâncias, o livro didático de Biologia, para cumprir seu papel, necessita conter informações adequadas para ajudar o professor em sua tarefa de transpor o conhecimento científico aos seus aprendizes. Nesse sentido, a transposição do conhecimento científico sobre a Teoria da Evolução é uma tarefa complexa e de difícil abordagem, pois concentra obstáculos epistemológicos, além de poder suscitar noções ideológicas e teológicas (DIAS; BORTOLOZZI, 2009).

Dessa forma, a transposição desse conhecimento deve ser realizada de forma esclarecedora, e o livro didático, para conseguir estabelecer o elo entre o conhecimento construído pelo cientista e o aluno, precisa comunicar os conceitos pertinentes à Teoria da Evolução sem suprimir informações.

Embora a noção de transposição didática ocupe maior espaço no contexto educacional, existem autores que se opõem, em algum grau, a essa concepção. Marandino (2004, p. 101) cita que Caillot²⁹ “discute a validade e a amplitude da teoria da transposição didática” e considera que o domínio de sua validade estaria limitado à Matemática e, sua aplicação para outras disciplinas não seria, portanto, suficiente. Essa é uma discussão relevante, pois coloca em perspectiva que a construção do conhecimento em suas diferentes áreas tem características próprias, sendo impossível, logo, uma generalização para todas as áreas de conhecimento. Nesse contexto, é possível entender que a sua

²⁹ CAILLOT, M. (1996). La théorie de la transposition didactique est-elle transposable? In:RAISKY, C., CAILLOT,M. *Au-delà des didactique*. Débats autour de concepts fédérateurs. Paris/Bruxelas: De Boeck & Larcier, p. 19-35.

construção tem “diferentes perspectivas em conflito, sendo também influenciada em algumas áreas por elementos externos à produção do conhecimento *stricto sensu*.” (MARANDINO, 2004, p. 102).

Seguindo esse caminho, uma questão se apresenta: a de se entender a finalidade do ensino escolar. Chervel (1990, p. 187), assinala que a escola não se limita apenas à função de transmitir o conhecimento construído pelo homem, através do conteúdo de suas disciplinas, mas destina-se a atender, também, a finalidades diversas. “Em diferentes épocas, vêm-se aparecer finalidades de todas as ordens, que, ainda que não ocupem o mesmo nível nas prioridades da sociedade, são todas igualmente imperativas”, como, o são as finalidades de cunho religioso e as sócio-políticas. Sob esse prisma, é possível entender que uma instituição escolar, não importa a época, tem diferentes objetivos que não se limitam aos educacionais e, então, a educação escolar torna-se depositária de diferentes instruções que não se limitam àqueles programados pelo seu currículo.

Nesse sentido, o currículo escolar não se limita a uma série de compêndios com um conjunto de conhecimentos construídos histórica e socialmente, mas, também, “como veículo e portador de prioridades sociais” (GOODSON, 1997, p. 79).

3 A TEORIA DA EVOLUÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS

Neste capítulo procedo à análise dos livros didáticos, selecionados pelo PNLEM/2007, que podem ser reunidos em dois grupos: volume único ou de coleção (três volumes). Inicialmente apresento a distribuição do tema evolução, e das teorias evolutivas (lamarckismo e darwinismo) nos manuais em volume único e nos livros de coleção. Em seguida exponho, na mesma sequência, a descrição das avaliações das obras didáticas.

Nas obras em volume único (em número de cinco), é possível observar três organizações curriculares distintas: de Linhares e Gewandsznajder (2005) e, de Lopes e Rosso (2005) apresentam uma distribuição tradicional: visão geral da Biologia, estudo da célula e tecidos, estudo dos seres vivos, genética, evolução e ecologia. Já as obras de Laurence (2005) e, de Adolfo, Crozeta e Lago (2005) iniciam com ecologia e depois seguem a sequência anterior, com a obra de Adolfo, Crozeta e Lago (2005) abordando a fisiologia humana no final. A obra de Favaretto e Mercadante (2005), na Unidade I, aborda do que trata a biologia e a ecologia. Em seguida, com a unidade da vida trabalha com citologia, genética e evolução. E, na unidade “Diversidade da Vida” promove a abordagem sobre todos os grupos de seres vivos, incluindo fisiologia animal e vegetal.

Os livros do tipo coleção: Silva Junior e Sasson (2005), Amabis e Martho (2005) e de Paulino (2005) apresentam a evolução no volume três, após a genética e antes de ecologia. Entretanto, da obra de Frota-Pessoa (2005) constam apenas os assuntos pertinentes à genética e à evolução.

Independente de o manual didático ser em volume único ou de coleção, verifica-se que a Unidade Evolução, ou similar, está colocada no final da obra, embora no livro de Laurence (2005), seja abordada a Evolução Humana na unidade cinco, que trata de fisiologia humana. Dessa forma, há pouca variação na abordagem do tema.

Enquanto os livros de coleção apresentam uma maior quantidade de informações, de ilustrações e esquemas, os com volume único registram os conteúdos de forma sucinta, com sequência variável de assuntos.

Na tabela 1, a lista de livros de biologia selecionados pelo PNLEM/2007:

Tabela 1 - Relação dos livros selecionados pelo PNLEM/2007

Título	Autor (es)	Editora	Ano	Código
BIOLOGIA	Sérgio Linhares e Fernando Gewandsznajder	Ática	2005	BSF
BIOLOGIA	José Arnaldo Favaretto e Clarinda Mercadante	Moderna	2005	BFM
BIOLOGIA	J. Laurence	Nova Geração	2005	BJL
BIOLOGIA	Augusto Adolfo, Marcos Crozzetta e Samuel Lago	IBEP	2005	BACL
BIOLOGIA	César da Silva Júnior e Sezar Sasson	Saraiva	2005	BSJ
BIOLOGIA	José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho	Moderna	2005	BAM
BIOLOGIA	Wilson Roberto Paulino	Ática	2005	BWP
BIOLOGIA	Sônia Lopes e Sergio Rosso	Saraiva	2005	BLR
BIOLOGIA	Oswaldo Frota-Pessoa	Scipione	2005	BFP

Inicia-se a análise da teoria de Lamarck, no que se refere às suas quatro leis da transformação, levando-se em conta a presença ou ausência delas nos livros didáticos de biologia selecionados pelo PNLEM. Em seguida, será adotado o mesmo procedimento em relação às cinco teorias de Darwin.

3.1 Distribuição dos temas nas obras didáticas

O livro de Linhares e Gewandsznajder (2005), com quinhentos e cinquenta e duas (552) páginas e cinquenta e quatro (54) capítulos, aborda a evolução em dois capítulos: “teorias evolutivas” (44) e a “história dos seres vivos” (45).

A obra de Lopes e Rosso (2005), com seiscentos e oito (608) páginas, apresenta quarenta e um (41) capítulos, com apenas dois para a evolução: “Evolução - teorias e evidências” e “Genética de populações” e “especiação”.

Em um total de seiscentos e noventa e seis (696) páginas, Laurence (2005) apresenta o conteúdo de biologia em quarenta e um (41) capítulos, com

a evolução presente em apenas dois: “Evolução: conceito e evidências” e “Teoria sintética da evolução” e “Genética de populações”. E quatro (4) páginas sobre evolução humana no capítulo destinado à “Coordenação nervosa e locomoção”.

Adolfo, Crozeta e Lago (2005) abordam o conteúdo de Biologia em trezentos e quarenta e quatro (344) páginas e cinquenta e um (51) capítulos. O tema evolução é apresentado em quatro capítulos e com as teorias evolutivas em um deles.

Favaretto e Mercadante (2005), apresentam o conteúdo de Biologia em trinta e seis (36) capítulos, trezentos e sessenta (360) páginas e a evolução em apenas um capítulo.

Tabela 2 - Volume único e a quantidade de páginas para cada assunto.

AUTORES	Linhares e Gewandsznajder	Favaretto e Mercadante	Laurence	Adolfo Crozeta e Lago	Lopes e Rosso
Total	552	360	696	344	608
Evolução	30	13	19	18	28
Lamarckismo	1	Menos de uma página	1	1	1
Darwinismo	Uma página e meia	1	4	2	3
Teoria Sintética	4	3	4	2	4

Fonte: Autor, 2011.

Os livros do tipo coleção apresentam o assunto Evolução no volume três, sem exceção.

A obra de Silva Júnior e Sasson (2005), com quatrocentos e oitenta (480) páginas apresenta o assunto em seis (6) capítulos e, em apenas em um capítulo, aborda as teorias da evolução: Lamarck, Darwin e o neodarwinismo.

Em quatrocentos e trinta e oito (438) páginas e dezoito (18) capítulos, divididos em três partes, os autores Amabis e Martho (2004) apresentam a evolução em quatro capítulos, mas em apenas um são abordadas as teorias de Lamarck e Darwin, enquanto em outro, abordam a teoria moderna da evolução.

A obra de Frota-Pessoa (2005) apresenta em trezentos e quatro (304) páginas, vinte e quatro (24) capítulos, seis reservados para a evolução.

Contudo, apenas no capítulo quinze se aborda as teorias de Lamarck, Darwin e Neodarwinismo.

Paulino (2005), em duzentos e noventa e quatro (294) páginas, e vinte (20) capítulos, destinou dois deles para a evolução, sendo que um deles aborda as diferentes teorias evolutivas.

Na tabela 3, das obras em coleção, apresento o número de páginas dedicadas a cada teoria, com o acréscimo do total de páginas no volume em que é abordada a Evolução.

Tabela 3 - Relação entre o número de páginas, em cada tema, com o total na obra e no volume

Livros	Nº de páginas na obra	Nº de páginas no volume	Nº de páginas: Evolução	Nº de páginas: Teoria de Lamarck	Nº de páginas: Teoria de Darwin	Nº de páginas: Teoria Sintética
BJS	1007	480	101	Uma página e meia	2	Meia página ³⁰
BAM	1512	438	102	1	4	Todo o capítulo 10
BWP	937	294	34	2	2	Menos de uma página
BFP	968	304	131	1	1	1

Nos livros do tipo coleção, os números das páginas aumentam consideravelmente, em função de haver apenas o conteúdo de três subáreas: genética, evolução e ecologia, e não todo o conteúdo do componente curricular. No entanto, como mostram as tabelas 2 e 3, o número de páginas destinadas às teorias de Lamarck e Darwin não mudam de maneira substancial. De maneira similar, encontra-se, no máximo, 0,7% do total do volume destinado à teoria de Lamarck. Em relação à teoria de Darwin, esse valor não ultrapassa 0,9%, aproximadamente.

A Tabela 2 mostra que a quantidade de páginas destinadas ao tema Evolução não ultrapassa trinta (30), no volume único. Isso corresponde a,

³⁰ Os fatores da variação, mutação e recombinação, são apresentados em um capítulo (13) a parte.

aproximadamente 0,5% do total da obra. Além disso, há um maior espaço para a teoria darwinista em relação à teoria lamarckista. Nesse contexto, a realização do mesmo procedimento usado para o tema Evolução mostra que o lamarckismo corresponde a aproximadamente 0,18% e, em relação o darwinismo, 0,36% aproximadamente.

Esses valores mostram que o tema Evolução Biológica não ocupa um lugar de destaque nas obras didáticas, como seria de esperar de um tema caracterizado como unificador da Biologia e, como recomendam os Parâmetros Curriculares Nacionais, “que todas as ciências biológicas sejam conectadas transversalmente por um eixo ecológico-evolutivo” (TIDON; VIEIRA, 2009, p. 2). Acrescente-se a essas questões, o fato de esse tema ser relegado ao terceiro e último ano do ensino médio, o que, na prática, pode impedir a abordagem por falta de tempo. E, também que, a Evolução Biológica é apresentada nas obras didáticas, sem exceção, no final do livro em volume único e como último assunto no terceiro e último volume das obras concebidas em três volumes.

Verificamos que há ausência de sugestões sobre atividade prática relacionada com o tema Evolução, exceto na obra de Frota-Pessoa (2005), com uma sugestão. Esse reduzidíssimo número de atividades com o tema parece estar em acordo com o espaço ocupado nas obras didáticas, ao contrário do que ocorre com outros temas (GOLDBACH et al, 2009), como evidência a tabela 4:

Tabela 4 - Distribuição das atividades por temas biológicos principais

Livros	BFP	BAM	BACL	BFM	BLR	BWP	BJL	BSF	BJS	Total
Origem da Vida	2	1	1	-	-	-	-	-	-	4
Ecologia	1	0	4	3	2	-	3	-	-	13
Bioquímica	12	-	1	1	-	4	1	-	1	20
Biologia Celular	5	12	4	4	3	4	1	1	1	34
Histo e Embrio	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Seres Vivos	24	28	8	1	3	2	-	4	1	71
Fisiologia	7	5	5	3	2	2	1	1	-	26
Met. Científica	9	-	1	-	4	-	-	1	-	15
Fisio. Vegetal	3	3	4	3	1	4	4	2	-	24
Genética	6	2	-	2	-	-	-	-	1	11
Evolução	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	70	51	28	17	16	16	10	9	3	220

Fonte: Adaptado de Goldbach et al, 2009.

3.2. Avaliação do tema evolução segundo a resenha dos pareceristas

O catálogo para os livros de Biologia referente ao PNLEM/2007 exibe, na sua resenha, entre outros tópicos, a análise de cada obra em que se abordam: aspectos de correção conceitual, aspectos pedagógico-metodológico, construção do conhecimento científico, construção da cidadania, características do Manual do Professor e aspectos gráfico-editoriais. Dessa forma, faz-se importante realizar uma breve descrição sobre a avaliação apresentada para cada obra didática, pelos pareceristas, em relação ao tema em estudo, para se ter uma idéia mais clara de sua abrangência.

A consulta às resenhas das obras em volume único, permitiu constatar que não houve qualquer comentário em relação às teorias de Lamarck e Darwin em três delas: Linhares e Gewandsznajder (2005); Laurence (2005) e Adolfo, Crozeta e Lago, (2005). Em outras duas, Favaretto e Mercadante (2005) e Lopes e Rosso (2005) há comentários relacionados à teoria de Lamarck. Segundo os pareceristas, a teoria foi abordada impropriamente, quando os autores, ao dedicaram à lei do uso e desuso e à lei da herança dos caracteres adquiridos papel central, ressaltando que se trata, na verdade, da teoria neolamarckista (BRASIL, 2006). No que se refere à teoria de Darwin, não há qualquer comentário.

Em relação aos livros didáticos concebidos em coleção de três volumes, os de Silva Junior e Sasson (2005), de Paulino (2005) e de Frota-Pessoa (2005), as resenhas dos pareceristas não mencionam as teorias, lamarckista e darwinista. E na resenha referente à obra de Amabis e Martho (2004), a abordagem da teoria de Lamarck é adequada, mas imprecisa em função de os autores sustentarem que a lei de uso e desuso e a lei da herança dos caracteres adquiridos desempenham um papel central na teoria dele. Assim como nas obras em volume único, as resenhas das obras em coleção não apresentam qualquer comentário relacionado à teoria de Darwin.

3.3 O livro de Biologia e sua importância no processo de ensino

O século XX foi marcado por intensa produção científica e tecnológica, modificando o mundo, o homem e suas relações. Com essas mudanças, surgiram questionamentos relacionados à valorização da vida, à ética nas relações humanas e à qualidade de vida em relação ao desenvolvimento tecnológico e sua aplicação. O avanço da ciência produz considerável quantidade de pesquisas e informações veiculadas por diversos canais de divulgação científica ou não. Entre essas informações, encontram-se aquelas que afetam diretamente a vida humana. Aliado a esse complexo informativo, estão às decisões que o indivíduo e a coletividade precisam tomar e que, muitas vezes, se apóiam em conhecimentos cuja origem e compreensão fogem de suas possibilidades. (ALVES; CALDEIRA, 2005, p. 59).

A afirmação contida na citação acima demonstra a importância da aquisição do conhecimento proveniente das diversas áreas da ciência. No

âmbito da instituição escolar, o livro didático, com a intervenção do professor pode atuar como mediador entre esse conhecimento científico e os alunos que em contato com o conhecimento atualizado podem desenvolver o olhar crítico em relação às informações recebidas e, assim, participar de forma mais ativa da construção da cidadania.

O papel dos livros didáticos de Biologia não está restrito à importante função citada acima, uma vez que a sua produção em “diferentes momentos históricos expressam também as influências múltiplas que a disciplina escolar Biologia vem sofrendo” (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 81). Dessa forma, o estudo do livro didático de Biologia pode fornecer subsídios para que possamos entender o ensino deste componente curricular.

Nesse cenário, é necessário ressaltar que, embora a disciplina Biologia mantenha certa proximidade com a área científica denominada Ciências Biológicas, os conteúdos da disciplina são constituídos, também, por assuntos mais próximos das condições sociais dos alunos (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Nessa direção as autoras citam o trabalho de Dorothy Rosenthal (1990),³¹ que aponta que, nos Estados Unidos, durante os anos 1920, os livros passaram a ser produzidos pelos docentes e, com isso, os conteúdos desatualizados e distantes da produção científica.

Entretanto, nas décadas de 1950 e 1960, a Biologia alcançou progressos expressivos na área científica e, como os conteúdos da disciplina Biologia, têm grande proximidade com o conhecimento construído pelas Ciências Biológicas, o vínculo gerou o início de uma articulação por parte da comunidade acadêmica norte-americana, com apoio governamental e da Fundação Nacional de Ciências, para uma renovação no ensino das Ciências. A coleção de livros, em diferentes versões, do *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) fez parte de uma reforma educacional que se expandiu a diversos países (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

No Brasil a renovação foi protagonizada por alguns cientistas da USP, nas décadas de 1960 e 1970, ligados ao Instituto de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), que ficou responsável pela tradução e adaptação das obras

³¹ What's past is prologue: lessons from the history of Biology education. *The American Biology Teacher*, Reston, v. 52, n. 3, p. 151-155, Mar. 1990.

do BSCS e, através de um convênio com a Universidade de Brasília, foi possível a publicação (KRASILCHIK, 1996).

Esse esforço foi viabilizado, em primeiro lugar, pela Fundação Ford - que financiou o trabalho do instituto - e, em segundo lugar, pela United State Agency for International Development - USAID - que de acordo com Vilma Barra e Karl Lorenz (1986), se comprometeu a financiar os primeiros 36.000 exemplares publicados (FERREIRA, 2007, p. 133).

Durante as décadas seguintes (1970 a 1990) houve grande expansão da indústria editorial brasileira no que se refere às obras didáticas. A criação do PNLEM em 2004 providencia a extensão da política governamental, de compra e distribuição de livros didáticos, ao ensino médio. E a partir de 2007 ocorre a inclusão do livro-texto de Biologia nesse programa.

Uma vez que o manual didático de Biologia foi avaliado pelo PNLEM somente a partir de 2007, anteriormente era o professor que, muitas vezes, indicava ao aluno a compra de algum livro didático, a maioria produzidos em volume único, com todo o conteúdo do ensino médio condensado à vezes, também, eram feitas cópias dos livros para serem usadas como apostila (XAVIER; FREIRE; MORAES, 2005).

A passagem do conhecimento científico para o livro didático constitui-se árdua tarefa, que pode registrar concepções distorcidas de determinados conceitos, o que compromete o processo de aprendizagem do aluno, contribuindo, em muitos casos, para reforçar conceitos e idéias já existentes, como a idéia de que a evolução é progressiva, principalmente se o professor de Biologia não possuir formação sólida e consistente sobre o tema. “O problema de distorções conceituais nos manuais de ensino é preocupante se considerarmos que os livros didáticos são a ferramenta básica do ensino” (GOULD, 1992, p. 153).

Para Scaff (2000, p. 1), realizar uma análise desse instrumento pedagógico também é importante, visto que “o livro didático tem sido considerado um dos insumos mais utilizados nas escolas” e, também, porque há um entendimento, histórico de que os livros didáticos, ao serem utilizados de maneira determinante na elaboração curricular, limitam a contribuição do conhecimento (VASCONCELOS; SOUTO, 2003).

Nesse contexto, o manual didático é fundamental no processo de ensino e aprendizagem dos jovens e na atividade profissional dos professores, uma vez que atua como um importante instrumento para a transmissão e aquisição do conhecimento. E, também, utilizado pela grande maioria dos professores como a principal ferramenta de sua prática, na elaboração e organização dos assuntos e temas a serem abordados pelo componente curricular. E em muitos casos assume uma posição de modelo único e padronizado, transformando-se em “um elemento de interferência no processo de ensino-aprendizagem, em níveis distintos, mas significativos” (BORGES, 2000, p. 183).

Assim, é inegável que o instrumento usado de forma adequada pelo professor torna-se um componente útil no processo de ensino e aprendizagem e “pode ser adaptado aos diferentes perfis das turmas e, ao mesmo tempo, ser uma forma de manter os ritmos individualizados de cada grupo” (BARRETO; MONTEIRO, 2008, p. 3).

Além de ter-se tornado importante para o professor, também o é para os jovens estudantes, uma vez que se constitui um instrumento que permite o acesso a uma série de conhecimentos sistematizados em diversos campos da investigação humana, possibilitando o contato com informações úteis, tanto na sequência dos estudos, como num curso universitário, por exemplo, e na formação social e política, contribuindo com a construção da cidadania.

Por outro lado, o livro didático reproduz os valores da sociedade de sua época, apresentando a visão dominante a respeito da Ciência, da História e das Artes, por exemplo, exercendo, assim, enorme influência no processo de transmissão do conhecimento.

Apesar de toda importância adquirida junto aos professores e alunos, há muitas vozes contrárias ao uso do manual escolar visto que:

O livro didático tem sido apontado como o grande vilão do ensino no Brasil. Diante dos grandes problemas educacionais, dos Parâmetros Curriculares Nacionais e do baixo desempenho dos alunos em testes padronizados, muitos educadores apontam o livro didático como o grande obstáculo a impedir mudanças significativas nas salas de aula. Alguns chegam a afirmar que ele deve ser simplesmente retirado do alcance do professor para que as mudanças possam de fato ocorrer (BIZZO, 1998, p. 65).

Contudo, atitudes radicais como a exclusão do livro didático do processo de ensino e aprendizagem podem, em face da diversidade educacional e cultural brasileira, conduzir a uma situação de insucesso, já que impede a utilização de estratégias corretivas para melhor aproveitamento, melhor uso do material. E abrir mão, em definitivo, do manual escolar não fornece qualquer garantia de melhor desempenho dos docentes, “como se um professor sem livro didático fosse sinônimo de profissional erudito, mais bem qualificado, mais empenhado em seu trabalho, etc.” (BIZZO, 1998, p. 69).

A preocupação com a qualidade do livro didático não se restringe aos meios acadêmicos, uma vez que o governo federal, através do Ministério da Educação e Cultura (MEC), cumprindo uma determinação da Constituição de 1988 em seu artigo 208, elaborou o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) com intenção de exercer um controle de qualidade sobre a obra didática, auxiliando o professor na sua escolha e, posteriormente, financiar a aquisição, do produto, pelas escolas públicas do país. Constituiu-se um programa que envolve enorme quantidade de recursos técnicos e financeiros, subsidiados pelo governo federal, com o objetivo de proporcionar aos estudantes das instituições públicas do ensino básico de todo o país acesso ao conhecimento sistematizado nos diversos campos do conhecimento humano.

Em 2004, dando continuidade ao PNLD, o governo federal estabeleceu o Plano Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM), um programa de análise e distribuição de livros didáticos aos alunos desse nível de ensino para todo o Brasil. O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) atesta que:

inicialmente atendeu 1,3 milhões de alunos da 1ª série do ensino médio de 5.392 escolas da região Norte e Nordeste, que receberam, até o início de 2005, 2,7 milhões de livros das disciplinas de português e matemática. Em 2005, as demais séries e regiões brasileiras também foram atendidas com livros de português e matemática (FNDE, 2004, p. 1).

As ações do PNLD e do PNLEM são semelhantes e seguem os mesmos procedimentos de execução (BRASIL), que consistem em doze passos, conforme disposto na Resolução nº 38/2003 em anexo.

O PNLEM, ao avaliar os manuais didáticos, objetiva fornecer auxílio aos “professores na busca por caminhos possíveis para sua prática pedagógica” (BRASIL, 2006, p. 9). O mesmo documento informa ser necessário que o livro didático possua características que atendam,

em sua proposta científico-pedagógica, o perfil do aluno e dos professores visados, as características gerais da escola pública e as situações mais típicas e frequentes de interação professor-aluno, especialmente em sala de aula. Além disso, nos conteúdos e procedimentos que mobiliza, deve apresentar-se como compatível e atualizada, seja em relação aos conhecimentos correspondentes nas ciências e saberes de referência, seja no que diz respeito às orientações curriculares oficiais (BRASIL, 2005, p. 33).

A análise e a avaliação das obras didáticas são realizadas por especialistas (pareceristas), a partir de critérios publicados em edital, selecionados pelas universidades públicas, convidadas pela Secretaria da Educação Básica (SEB) do MEC. Ao término do processo de análise, os especialistas elaboram uma resenha de cada obra que fará parte do catálogo de livros didáticos que são distribuídos nas escolas para auxiliarem os professores na escolha do manual didático que irá utilizar pelo prazo de três anos, quando é feita nova escolha pelos docentes. Resultante de um processo com diversas etapas, o catálogo apresenta resenhas de cada manual didático selecionado e analisado nos aspectos conceituais, metodológicos e éticos.

Ao criar o PNLEM o governo procurou instituir uma política educacional que, por um lado, possibilitou, através da distribuição gratuita, a universalização do acesso ao livro didático a todos os estudantes desse nível de ensino. E, por outro lado, procurou estabelecer um aumento qualitativo das obras didáticas, fornecidas pelas editoras, por intermédio de critérios mínimos de qualificação.

A partir desse panorama, o PNLEM submete os livros didáticos de todos os componentes curriculares do Ensino Médio a constantes avaliações. Em se tratando dos livros de Biologia, as avaliações são realizadas de maneira articulada com as abordagens teórico-metodológicas direcionadas ao ensino de Biologia propostas em recentes documentos oficiais (BRASIL, 1998, 1999, 2002, 2006) e realizadas dois anos antes de os livros serem adquiridos.

Em relação ao PNLEM/2007, que este trabalho se refere, um total de vinte obras foram examinadas e nove, aprovadas pelos pareceristas do programa a partir de critérios comuns, de duas naturezas: eliminatórios e de qualificação (BRASIL, 2006).

No que se refere aos critérios de qualificação, consideram-se questões referentes a diferentes aspectos pedagógico-metodológicos, que possibilitem a construção de uma sociedade baseada na cidadania, que apresente correção gramatical e conceitual, além da observância da construção do conhecimento científico. Também se levaram em consideração aspectos relacionados ao livro do professor e a gráfico-editoriais.

Os critérios eliminatórios, por sua vez, avaliaram questões relacionadas a aspectos de correção e adequação conceituais e informações básicas; a orientações metodológicas; à construção do conhecimento científico e dos preceitos éticos.

Entretanto, de acordo com Leão e Megid Neto (2006) e Megid Neto e Fracalanza (2003), é possível a presença de dificuldades, limitações e até mesmo contradições nas avaliações da equipe de pareceristas do PNLD. Megid Neto e Fracalanza (2003) indicam que, em acréscimo, os procedimentos utilizados, a formação das equipes avaliativas e mudanças de seus participantes podem refletir-se nos critérios escolhidos que, por sua vez, podem interferir na aprovação, ou não, da obra.

Nesse sentido, apesar de os pesquisadores se reportarem às avaliações do PNLD, é factível pensar que algo semelhante possa ocorrer na avaliação das obras didáticas pelo PNLEM.

As considerações feitas mostram ser significativa a realização de um trabalho de pesquisa para analisar a apropriação das teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLEM. Nesse sentido, propomos as seguintes questões para direcionar a pesquisa. Como os livros didáticos se apropriam das teorias de Lamarck e Darwin? Essa apropriação provoca distorções e/ou omissões em relação às teorias elaboradas pelos naturalistas citados?

3.4 As leis da transformação de Lamarck nos livros de Biologia

Lamarck, considerado o primeiro a elaborar uma teoria evolutiva, é também lembrado como um estudioso cuja teoria estava errada, por ter concebido uma explicação na qual pressupõe que a evolução é “o resultado de efeitos herdados do uso (ou desuso)” (JABLONKA; LAMB, 2010, p. 28). Contudo, como já explicitado, a teoria lamarckista é bem mais ampla, uma vez que não depende apenas das leis do uso e desuso e da herança do adquirido. Ele pretendia propor os princípios da Zoologia (MARTINS, 1993). Importante não esquecer que, as duas leis mencionadas já tinham ampla aceitação e foi apenas incorporada por Lamarck.

Outro quesito importante é que, assim como Darwin (nas primeiras edições da *Origem das Espécies*), o naturalista francês não fez uso do termo evolução, que por aquela época tinha o significado de ontogenia, conforme o uso atual do termo, mas usou de diversos termos que, transmitiam a idéia de progresso e aumento de complexidade. Finalmente, não devem ser deixadas de lado as inúmeras contribuições do naturalista, inclusive o fato de ter sido o primeiro a utilizar o termo Biologia.

Nesse sentido, minha análise dos livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLEM tem o propósito de verificar como a teoria elaborada por Lamarck é abordada, com o fito de determinar possíveis distanciamentos conceituais e epistemológicos em relação a ela.

Neste estudo pude observar que é notória, na totalidade das obras didáticas, a afirmação de que Lamarck tenha sido o autor de uma teoria evolucionista, constituída por duas leis: Lei do uso e desuso e Lei da herança das características adquiridas. Como exemplo, apresentamos trechos, de duas obras, para evidenciar a situação:

Segundo Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), as transformações das espécies dependeriam de dois fatores, enunciados por ele como leis do mecanismo da evolução: a **lei do uso e desuso dos órgãos** e a **lei da herança dos caracteres adquiridos** (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2005, p. 420). (Grifo dos autores).

Com base na observação de que certos órgãos corporais se desenvolvem quando solicitados, Lamarck elaborou a **lei do uso e do desuso**. Ele supôs, então, que características adquiridas pelo uso intenso ou pela falta de uso dos órgãos poderiam ser transmitidas à descendência; idéia que ficou conhecida como **lei da transmissão de caracteres adquiridos**. Essas duas leis constituem a essência do **lamarckismo** (AMABIS; MARTHO, 2005, p. 186). (Grifo dos autores).

Uma possibilidade para que sejam mencionadas apenas as leis do uso e desuso e a lei da herança dos caracteres adquiridos deve-se, provavelmente, de acordo com Martins (1997), à utilização de uma única obra, *Philosophie zoologique*, como fonte informacional e desconhecimento de outras, como a última versão de *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, onde aparecem as quatro leis. A autora salienta, ainda, que até mesmo historiadores da ciência incorrem nesse equívoco.

Destacamos, no capítulo anterior, que Lamarck elaborou uma teoria para explicar a transformação dos animais e que suas idéias não se restringiam a essas duas leis, pois apresentava outras duas: “A tendência para o aumento da complexidade” e “Surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e que se mantêm”. Dessa forma, fica evidente que a teoria proposta pelo autor francês é apresentada de maneira incompleta no livro didático, o que impede a compreensão clara do pensamento do pesquisador francês.

Uma questão que merece destaque é a presença, no livro-texto de Laurence (2005), da idéia de que a lei da herança dos caracteres adquiridos é original em Lamarck. Também na obra de Amabis e Martho (2004) constata-se que, tanto essa lei como a do uso e desuso foram elaboradas originalmente por Lamarck. Os excertos abaixo evidenciam essa afirmação:

Antigamente, acreditava-se que as características adquiridas pelo uso e desuso fossem transmitidas aos descendentes. Quem propôs essa teoria segundo a qual as características adquiridas seriam transmitidas aos descendentes foi um naturalista francês de nome Jean-Baptiste Lamarck, que viveu entre 1744 e 1829 (LAURENCE, 2005, p. 668).

Com base na observação de que certos órgãos corporais se desenvolvem quando são muito utilizados e atrofiam-se quando pouco solicitados, Lamarck elaborou a **lei do uso e do desuso**. Ele supôs, então, que características adquiridas pelo uso intenso ou pela falta de uso dos órgãos poderiam ser transmitidas à descendência; idéia que ficou conhecida como **lei da transmissão de caracteres adquiridos**. Essas duas leis constituem a essência do **lamarckismo** (AMABIS; MARTHO, 2005, p. 186).

Entretanto, as duas leis já existiam em épocas anteriores a Lamarck para explicar a transmissão das características dos seres vivos às futuras gerações. As concepções aceitas naquela época como também o foram por Darwin, posteriormente (MARTINS, 1997).

Outro aspecto em relação ao lamarckismo observado em determinados livros didáticos, (Paulino (2005); Laurence (2005); Linhares e Gewandszajder (2005)), foi a contraposição entre a teoria lamarckista x fundamento científico, como evidenciam os excertos abaixo:

O lamarckismo constitui uma idéia destituída de fundamento científico. Em primeiro lugar, com exceção de certos órgãos de natureza muscular, as demais partes do organismo não estão sujeitas a sofrer hipertrofia ou atrofia como resposta ao uso ou desuso freqüente. Em segundo lugar, as eventuais características que porventura fossem adquiridas pelo uso ou perdidas pelo desuso não podem ser transmitidas aos descendentes. Uma geração transmite para outra, genes que estão contidos nos cromossomos das células de reprodução. Assim, apenas alterações processadas no código genético e nas células de reprodução podem afetar a descendência (PAULINO, 2005, p. 134).

A transmissão de caracteres adquiridos, proposta por Lamarck, não está de acordo com as leis da hereditariedade: apenas características determinadas no genótipo de um indivíduo são hereditárias, pois os genes estarão presentes nos gametas e as características poderão estar presentes nos descendentes (LAURENCE, 2005, p. 668).

Por tudo que sabemos hoje, apenas uma modificação nos genes (mutação) pode ser transmitida às gerações seguintes, e mesmo assim se esses genes estiverem nas células germinativas (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2005, p. 420).

Hoje sabe-se que as informações codificadas contidas nos genes são transmitidas às futuras gerações através das células gaméticas. Mas, na época de Lamarck, nada se conhecia a respeito de genes e informações em código. Entendemos que afirmações como as feitas acima, podem contribuir para um falso entendimento a respeito da construção do conhecimento científico, e da própria ciência, pois não levam em consideração os conhecimentos existentes na época e realizam uma comparação com os saberes hoje aceitos.

Sabemos que a teoria desenvolvida por Lamarck não é aceita atualmente e que a teoria evolucionista atual é baseada principalmente no trabalho de Darwin. No entanto, uma obra científica não deve ser avaliada anacronicamente, tomando-se como base o que a ciência atual aceita ou não. Ela deve ser analisada em seu próprio contexto histórico, procurando verificar se, de acordo com os conhecimentos e a metodologia na época, era bem fundamentada e representava um importante avanço, ou não (MARTINS; MARTINS, 1996, p. 116).

Além disso, é preciso ressaltar a inadequação de se considerar a idéia lamarckista como desprovida de fundamento científico tendo em vista os conhecimentos atuais, já que um estudo recente com camundongos mostrou a possibilidade da transmissão de caracteres adquiridos em alguns casos, como o da metilação de bases nitrogenadas do DNA (PENA, 2006). No mesmo artigo, o autor cita outro exemplo, agora em humanos, como um provável caso de herança de característica adquirida, ocorrido durante a Segunda Guerra Mundial (1944-1945) na Holanda, em que mulheres grávidas e subnutridas deram à luz crianças com peso abaixo do normal e, anos mais tarde, os filhos dessas crianças também nasceram com peso abaixo da média, embora as mães tenham tido uma dieta adequada durante a gravidez.

Também foi possível observar, que alguns autores, Favaretto e Mercadante (2005); Silva Júnior e Sasson (2005) e Paulino (2005), utilizaram a história do pescoço da girafa para contraporem as explicações da teoria lamarckista em relação às enunciadas pela teoria darwinista, conforme exemplo abaixo:

Na visão desses dois estudiosos, como explicar o tamanho atual do pescoço das girafas?

[...] (a) Explicação lamarckista: para alcançar alimento no alto das árvores, as girafas precisavam esticar o pescoço, que cresceu ao longo do tempo (lei do uso e desuso). Essa característica foi sendo passada para a descendência, geração após geração (lei da transmissão das características adquiridas). (b) Explicação darwinista: entre as girafas, havia diversidade, que podia ser transmitida para a prole. Animais de pescoços longos tinham mais condição de conseguir alimento no alto das árvores, o que favorecia a sobrevivência e a reprodução (seleção natural). Em consequência, passaram a predominar na população (FAVARETTO; MERCADANTE, 2005, p. 161).

Almeida e Falcão (2010) salientam que esse exemplo foi utilizado pela primeira vez na obra do BSCS (1965), tanto em relação ao texto quanto em relação à figura, e tem sido aproveitado desde aquele momento até a atualidade tendo se transformado em uma espécie de ícone em relação ao confronto entre as teorias de Lamarck e Darwin.

É necessário, contudo, fazer duas ressalvas: enquanto na obra de Laurence (2005), o “exemplo” de seleção natural é apresentado no final do capítulo sobre evolução, na seção “Vamos criticar o que aprendemos?”, em um texto que evidencia o uso inadequado do comprimento do pescoço da girafa para contrapor as duas teorias já citadas, na edição de 2005 do livro de Linhares e Gewandsznajder, no Box “Para saber mais”, um pequeno texto explica que, segundo a hipótese dos pesquisadores Robert Simmons e Lue Scheepers, o longo pescoço da girafa pode representar uma vantagem ao macho na disputa por uma fêmea.

O exemplo do pescoço das girafas, hoje já tradicional, parece, em uma primeira leitura, um modo didático de comparar as teorias de Lamarck e Darwin. Contudo, há alguns inconvenientes. O primeiro deles se refere ao fato de a teoria lamarckista não estar restrita às duas leis citadas, embora o erudito tenha realmente usado o pescoço da girafa como exemplo de uso, mas o fez acompanhado de diversos outros exemplos. Contudo, segundo Martins (1993), Wallace pode ter contribuído para isso ao interpretar erroneamente o naturalista francês. Lamarck, em sua obra *Philosophie zoologique*, escreve que esse animal:

vive na África, e em lugares onde a terra, quase sempre seca e sem erva, o obriga a pastar a folhagem das árvores, e lutam

continuamente para alcançá-lo. O resultado deste hábito, sustentado, por longo tempo, em todos os indivíduos de sua raça, suas patas dianteiras tornaram-se mais longas do que as traseiras, e que o seu pescoço foi esticado para que a girafa sem se colocar sobre as patas traseiras levanta a cabeça e chega a seis metros (cerca de dois pés) (LAMARCK, 1809, p. 256).

Roque (2003), explica que um indício da origem dessa polêmica pode estar no ensaio³² de Stephen Jay Gould, quando ele considera que o exemplo do pescoço da girafa obteve essa distinção em função da crítica (*The Genesis of species*) realizada por Saint George Mivart (1827-1900), que utilizou o exemplo em sua argumentação contra o darwinismo. Em sua sexta e última edição (1872) de *A Origem das Espécies*, Darwin escreveu um capítulo em que aborda o assunto.

Em relação à questão do pescoço da girafa, Regner, cita que a partir da contestação de Mivart, que

se o longo pescoço resultou da seleção natural da clara vantagem de se alimentar de folhagens mais altas, por que outras espécies similares à girafa não sofreram a mesma modificação? Não seriam desvantajosas outras modificações de estrutura, como um volume de corpo maior requerido pelo longo pescoço? (REGNER, 2006, p. 67).

Darwin argumenta que:

O grande número de girafas existente na África do Sul indica que as condições foram favoráveis a animais com longos pescoços na região. Os maiores antílopes do mundo também lá habitam e pode-se pensar que gradações intermediárias existiram, sujeitas, como agora, a secas severas. Certamente ser capaz de pastar folhagens mais altas, não alcançadas por outros quadrúpedes da região foi vantajoso à nascente girafa, bem como seu largo peito servia de proteção e o longo pescoço, como sugerido por Wright, como uma torre de vigia, além de lhe servir para defesa e ataque (REGNER, 2006, p. 77).

Em relação à questão dos outros ungulados, Regner (2006), expõe a resposta fornecida por Darwin na sexta edição da *Origin* (1875, pp. 178-179):

³² The tallest tale publicado na Natural History Magazine em 1996. (ROQUE, 2003).

Em qualquer distrito, algum tipo de animal quase certamente será capaz de pastar mais alto que outros; e é quase igualmente certo que apenas esse tipo terá seu pescoço alongado para esse propósito, através da seleção natural e dois efeitos do uso crescente. Na África do Sul a competição [...] deve ter sido entre girafas e não com outros animais unguados (REGNER, 2006, p. 77).

Nesta análise, observei, também, que as obras de volume único destinavam ao tema Evolução entre 13 e 30 páginas do total, já consideradas as páginas dedicadas aos exercícios. Nas obras em três volumes, considerei apenas o número de páginas do volume três, onde aparece o tema Evolução. Assim, há aumento do número de páginas (de 101 a 131), exceto em uma obra, (PAULINO, 2005), que conta com 34 páginas dedicadas ao assunto, também já incluídas as páginas com exercícios, como mostra a Tabela 3.

Em relação às Teorias Evolutivas elaboradas por Lamarck e Darwin, tanto as obras em volume único quanto as em três volumes dedicam um espaço que não ultrapassa duas páginas ao lamarckismo e ao darwinismo, mas com mais espaço para o naturalista inglês exceção feita nas obras de Amabis e Martho (2005) e Laurence, (2005) em que são dedicadas quatro páginas à teoria elaborada por Darwin.

Dessa forma, na maioria (sete) dos livros há um maior espaço reservado à teoria darwinista, enquanto em cada uma das obras (Paulino, 2005; Linhares e Gewandsznajder, 2005) o espaço é próximo ao do semelhante para ambas as propostas, o que corrobora os dados encontrados por Almeida e Falcão (2010, p. 659)³³, com “a média da teoria de Darwin de 721, 32 cm² e a de Lamarck de 292, 62 cm²”.

Para finalizar esta parte, o conceito de adaptação, que se constituiu uma das maiores contribuições de Lamarck para a Teoria da Evolução, deixa de ser citada por três livros. (SILVA JÚNIOR; SASSON, 2005; LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2005; ADOLFO; CROZETA; LAGO, 2005) das nove aprovadas pelo PNLEM.

A Tabela 5 apresenta um resumo de cada uma das leis de Lamarck, de acordo com sua distribuição nos diferentes livros didáticos examinados.

³³ Os autores avaliaram a extensão dos conteúdos das teorias de Lamarck e de Darwin a partir da metodologia utilizada por Bizzo (1991, p. 240-243).

Tabela 5 - As quatro leis da teoria de Lamarck

	Tendência para o aumento da complexidade	Surgimento de órgãos em função das necessidades sentidas e que se mantêm	Desenvolvimento ou atrofia de órgãos como função de seu emprego	Herança dos caracteres Adquiridos
BSF	Ausente	Ausente	Presente	Presente
BFM	Ausente	Ausente	Presente	Presente
BJL	Ausente	Ausente	Presente	Presente
BACL	Ausente	Ausente	Presente	Presente
BJS	Ausente	Ausente	Presente	Presente
BAM	Presente	Ausente	Presente	Presente
BWP	Ausente	Ausente	Presente	Presente
BLR	Presente	Ausente	Presente	Presente
BFP	Presente	Ausente	Presente	Presente

3.4.1 A tendência para o aumento da complexidade

Minha análise, mostra que somente as obras de (AMABIS e MARTHO (2005); LOPES e ROSSO (2005) e de FROTA-PESSOA, (2005)) fazem referência a um aumento de complexidade ao mencionarem a crença de Lamarck na progressão dos seres vivos mais simples aos mais complexos, como demonstram os excertos abaixo:

Para Lamarck, assim como um ovo se desenvolve e evolui para um organismo adulto, o mundo orgânico também evoluiria de organismos mais simples para os mais complexos, culminando com a espécie humana (AMABIS; MARTHO, 2005, p. 185).

Ele dizia que formas de vida mais simples surgem a partir da matéria inanimada por geração espontânea e progridem a um estágio de maior complexidade e perfeição (LOPES; ROSSO, 2005, p. 513).

Ele propunha que todas as espécies, desde as mais ínfimas até o próprio homem, surgiram da transformação de outras espécies, ao longo da história da Terra (FROTA-PESSOA, 2005, p. 160).

Considero digno de nota o fato de seis obras, entre as nove selecionadas, não apresentarem qualquer menção à idéia de Lamarck, que atribuía o aumento de complexidade não apenas aos indivíduos, mas também às espécies.

3.4.2 Surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e que se mantêm

A segunda lei proposta por Lamarck argumenta sobre o surgimento de novos órgãos. Nenhuma das obras contempla a lei. No entanto, os autores Paulino (2005), Adolfo, Crozeta e Lago (2005), e Silva Junior e Sasson (2005) fazem referência a uma necessidade, mas com uma diferença na abordagem conforme se pode observar nos excertos das referidas obras:

Ele supunha que eventuais alterações ambientais desencadeariam numa espécie uma **necessidade** de modificação, que propiciaria sua adaptação às novas condições vigentes (PAULINO, 2005, p. 133). (Grifo nosso).

A teoria de Lamarck se fundamentava em três princípios básicos. Toda alteração no ambiente leva a uma alteração nos organismos e esses para se adaptarem modificam-se de acordo com as **necessidades** do ambiente. [...] (ADOLFO; CROZETA; LAGO, 2005, p. 286).

Lamarck chegou até mesmo a admitir que a **necessidade** de uma característica determinaria seu aparecimento e sua inutilidade a faria desaparecer (SILVA JÚNIOR; SASSON, 2005, p. 219).

Os trechos acima expostos mostram que, as obras de Paulino (2005) e Adolfo *et al* (2005) apontam para uma relação entre adaptação e necessidade

de modificação. Contudo, uma leitura mais atenta permite verificar que no enunciado da obra do primeiro autor é a circunstância do ambiente que provoca uma necessidade de modificação para adaptação. Já Adolfo, Crozeta e Lago (2005) afirmam que é possível entender que existe uma necessidade do ambiente. E, no excerto de Silva Júnior e Sasson (2005), fica transparente a evocação à lei do uso e desuso.

Com relação ao fragmento citado por Silva Júnior e Sasson (2005), o segmento da frase “a necessidade de uma característica determinaria seu aparecimento”, parece referir-se à segunda lei, que aborda o surgimento de novos órgãos; mas, na sequência da frase: “e sua inutilidade a faria desaparecer”, os autores do livro-texto abordam a lei do uso e desuso: “o desenvolvimento dos órgãos e sua força de ação estão em relação direta com o uso constante desses órgãos” (LAMARCK, 1815, p. 189). Nesse sentido, enquanto a segunda lei aborda o surgimento de um novo órgão, na terceira está contida a idéia de desenvolvimento de um órgão que já existe.

Em continuidade é necessário destacar que na obra de Frota-Pessoa (2005) foram verificadas informações que podem estar transmitindo, de forma involuntária, uma noção diferente da apresentada pela teoria de Lamarck. O trecho selecionado abaixo mostra como está colocada a questão do “impulso interior” nessa obra didática:

A principal causa do sucesso de Lamarck foi que ele, além de afirmar que as espécies se transformam, tentou explicar como isso acontecia. Ele achava que os organismos têm um “impulso interior” que faz seus órgãos adquirirem, ao se adaptarem ao ambiente, características que passam para a prole (FROTA-PESSOA, 2005, p. 160).

A noção transmitida ao leitor é a de que os organismos têm algo interno, (impulso interior), que faz seus órgãos conseguirem características ao se adaptarem ao ambiente. Além disso, a idéia de adaptação está confusa. Quem está se adaptando? O organismo ou o órgão?

Nesse momento é oportuna a lembrança do perigo do uso inadequado da linguagem ao se descreverem certos eventos, pois pode-se conduzir o leitor a um entendimento equivocado. Então, é pertinente um retorno ao enunciado da segunda lei lamarckista para evitar distorções;

“A produção de um novo órgão no corpo animal resulta de uma nova necessidade que surgiu e que continua a ser sentida, e de um novo movimento que essa necessidade faz nascer e mantém” (LAMARCK, 1815, p. 185).

Conforme Lamarck (1815), são as condições de vida, os hábitos, e o modo de vida dos animais que criam a necessidade de um novo órgão, porque ela estimula os fluidos internos do corpo para que se movimentem e originem novos órgãos. Dessa maneira, o naturalista estabelece uma relação entre as condições ambientais, os movimentos internos no corpo e surgimento de novos órgãos, mas não há a menção a um órgão que origine outro, ou que esse órgão adquira uma nova característica. O segmento abaixo pode ser esclarecedor:

Eu concebo, por exemplo, um molusco gastrópode que, por arrastamento, sente a necessidade de apalpar os corpos que estão diante dele, faz esforços para tocar estes corpos com alguns dos pontos anteriores de sua cabeça, e envia a qualquer momento massas de fluido nervoso e outros fluidos; eu concebo, eu digo, ele deve resultar destas repetidas afluências para os pontos em questão, que eles estendem pouco a pouco os nervos levando a estes pontos. No entanto, como em circunstâncias semelhantes, outros fluidos do animal também migram para os mesmos lugares e, especialmente, entre eles, líquidos de nutrição, deve seguir que dois ou quatro tentáculos vão surgir e se desenvolver gradualmente nestas circunstâncias, sobre os pontos de que se trata. Isso provavelmente aconteceu com todas as raças de caracóis, cujas necessidades se acostumaram a apalpar o corpo com peças de suas cabeças (LAMARCK, 1815, p. 188-189).

Em sua obra, Lamarck expõe que uma força peculiar à própria vida possibilita o surgimento de novos órgãos. E uma característica nova não é, necessariamente, um novo órgão. Além disso, o naturalista francês propôs que tudo o que fora adquirido seria transmitido aos descendentes apenas no caso de estarem nos dois sexos. (LAMARCK, 1815).

Outra questão a destacar, refere ao fato de os autores Adolfo, Crozeta e Lago (2005); Paulino (2005); Amabis e Martho (2005); Lopes e Rosso (2005) e Laurence (2005) citarem que o naturalista francês foi importante por ter sido o primeiro a elaborar uma teoria evolucionista e por chamar a atenção para a adaptação dos seres vivos. Citamos dois excertos como exemplos:

O grande mérito de Lamarck foi ter sido o pioneiro nas questões da evolução e de despertar a atenção dos naturalistas da época (século XVIII) para o fenômeno da formação de novas espécies (ADOLFO; CROZETA; LAGO, 2005, p. 286).

Mesmo estando enganado quanto às suas interpretações, Lamarck merece ser respeitado, pois foi o primeiro cientista a questionar o fixismo e defender idéias sobre evolução. Ele introduziu também o conceito da **adaptação** dos organismos ao meio, muito importante para o entendimento da evolução (LOPES; ROSSO, 2005, p. 513).

Porém, não fazem qualquer menção a outras contribuições de Lamarck, embora sua obra e sua importância sejam imensas, como destaca Martins:

As pessoas em geral sabem que houve um dia um indivíduo chamado Lamarck, mas têm uma idéia muito pálida e por vezes distorcida de sua teoria da evolução ou mesmo de suas contribuições em outras áreas (como a Sistemática e a Botânica, por exemplo). Poucos sabem que os termos, “vertebrado” e “invertebrado”, utilizados na classificação dos animais até hoje, foram introduzidos por Lamarck; ou que ele foi o primeiro a distinguir os aracnídeos dos insetos (antes de Lamarck, a classe dos insetos continha os animais atualmente chamados Aracnídeos) (1993, p. XXIV).

A partir do que foi abordado, é possível entender que, se por um lado, a maioria dos autores das obras didáticas, não estabelecem um antagonismo entre as teorias formuladas por Lamarck e Darwin, por outro, ainda restringem o papel do naturalista francês a um mero precursor de uma teoria evolucionista, mas que contém idéias que não se sustentam atualmente.

Também é perceptível que a teoria lamarckista apresentada pelos manuais didáticos é incompleta, uma vez que, ao não mencionarem a lei que trabalha a noção de aumento da complexidade, não fica evidente que a teoria transformista de Lamarck conceba a idéia de aumento progressivo. De forma semelhante, a ausência de sua segunda lei transformista impede o entendimento de que novos órgãos surgem em função das condições impostas pelo ambiente.

Nesse sentido, é preciso entender que, para o naturalista francês, pela geração espontânea a matéria inanimada se transforma em organismos simples, cuja complexidade aumenta de maneira progressiva rumo à perfeição.

Concomitante a essa direcionalidade, Lamarck considerava que mudanças ambientais originavam novas necessidades nos organismos, cujos movimentos de fluidos internos induziam o surgimento de novos órgãos com características adquiridas que seriam transmitidas aos descendentes.

3.5 A teoria evolutiva de Darwin nos livros de biologia do PNLEM

Quando se fala de evolução sabe-se que se trata da transformação das espécies ao longo do tempo. É comum, ao se fazer referência à teoria darwinista, chamá-la de “Teoria da Evolução por Seleção Natural” e, pensar-se que se trata de apenas uma única teoria. Entretanto, Mayr (1998, 2005, 2009) destaca que a Teoria darwinista compõem-se de cinco teorias independentes, a saber: o fato de a evolução ocorrer, a ancestralidade comum, a multiplicação das espécies, o gradualismo e a seleção natural. Cada uma delas teorias “remetem a diferentes aspectos do processo evolutivo, dos quais alguns são ainda hoje focos de pesquisa e discussão entre cientistas” (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 34).

É importante não esquecer que, como afirmei no capítulo um, Darwin utilizou, ao descrever sua teoria, descendência com modificação em vez de evolução, para se afastar do significado de progresso que a palavra tinha naquele momento. O sentido de progresso não era confortável ao naturalista britânico, uma vez que, segundo ele, as modificações orgânicas possibilitavam ao organismo, menos ou mais complexo, adaptação ao ambiente, graças ao processo de seleção natural.

Em vista do acima exposto, a análise dos livros didáticos de Biologia selecionados pelo PNLEM objetivou verificar como a teoria darwinista é abordada para que se possa estabelecer a presença de possíveis distanciamentos conceituais e epistemológicos em relação à Teoria de Darwin.

Na Tabela 6, contém um resumo de cada uma das teorias de Darwin, de acordo com sua distribuição nos diferentes livros didáticos examinados.

Tabela 6 - As cinco teorias da Darwin

Livros	Evolução propriamente dita	Ancestralidade comum	Gradualismo	Multiplicação das espécies	Seleção natural
BSF	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Presente
BFM	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
BJL	Presente	Presente	Ausente	Presente	Presente
BACL	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
BJS	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
BAM	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
BWP	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
BLR	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
BFP	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente

Antes de abordar especificamente cada uma das cinco teorias, parece pertinente ressaltar que a teoria da seleção natural é o principal conceito a que os autores dos didáticos, em sua totalidade, fazem referência. Também é notável que em todas as coleções esteja relatada a viagem de Charles Darwin a bordo do *Beagle*. Entre as nove obras, duas, a de Adolfo, Crozeta e Lago (2005) e Amabis e Martho (2005) fazem a menção a que Darwin embarcou como naturalista do navio *Beagle*. No livro de Silva Júnior e Sasson (2005) relata-se que Darwin embarcara como biólogo do navio, como se pode verificar pelo excerto abaixo:

Darwin foi escolhido por força do acaso ou por ser membro da igreja anglicana ou talvez por ser filho de uma família extremamente abastada na época para ser o naturalista de bordo de uma expedição científica organizada pela igreja que queria confirmar a idéia do fixismo (ADOLFO; CROZETA; LAGO, 2005, p. 287).

Muitas das observações que levaram Charles Darwin a elaborar a teoria evolucionista ocorreram durante sua viagem ao redor do mundo, como naturalista do navio inglês *H. M. S. Beagle* (AMABIS; MARTHO, 2005, p. 187).

O inglês Charles Darwin, aos 22 anos de idade, embarcou como biólogo no navio *Beagle*, que iria empreender uma

expedição ao redor do mundo (SILVA JUNIOR; SASSON, 2005, p. 219).

Pode parecer pouco relevante, mas Darwin não embarcou como naturalista de bordo, uma vez que a Marinha não os empregava, e a função era desempenhada pelo médico do navio que, no caso do *Beagle*, tratava-se do cirurgião Robert McCormick. Portanto, Darwin não tinha nenhum cargo oficial a bordo, mas como naturalista civil poderia ser admitido se financiasse suas despesas. Além disso, o capitão FitzRoy queria um companheiro de viagem (STEFFOFF, 2007).

Outra questão merecedora de destaque é a menção, na obra de Laurence (2005), que a teoria darwinista teria sido elaborada durante a viagem, como mostra o excerto abaixo.

“Darwin iniciou a formulação da teoria da seleção natural durante uma memorável viagem de volta ao mundo, realizada no navio inglês *H. M. S. Beagle*, mais conhecido simplesmente por *Beagle*” (LAURENCE, 2005, p. 669).

Darwin, ao embarcar no *Beagle*, não era adepto de pensamento evolucionista. Contudo, segundo diferentes autores, Mayr (1998), Futuyma (1992) e Lenay (2004), sua concepção a respeito da imutabilidade das espécies modifica-se em seu posterior retorno à Inglaterra, mais precisamente, quando obteve do ornitólogo John Gould a explicação de que os tentilhões que coletara em diferentes ilhas das Galápagos eram de espécies distintas, mas semelhantes às aves do continente, e que a diferença na forma dos bicos consistia em uma adaptação a diferentes modos alimentares. Assim, o naturalista parece ter obtido uma evidência da formação das diferentes espécies.

Há 26 aves terrestres, das quais 25 foram classificadas por Mr. Gould como espécies distintas, supostamente originárias destas ilhas; entretanto, a afinidade da maioria destas aves com as espécies continentais americanas, no que se refere a todas as suas características, a seus hábitos, atitudes e tons de voz, era manifesta (DARWIN, 1985, p. 308).

Contudo a adesão se torna aparentemente completa, ao entrar em contato com a obra, *Ensaio sobre o princípio das populações*, de Thomas

Robert Malthus (1766-1834), que lhe fornece subsídios para explicar a transformação das espécies.

3.5.1 O fato da evolução

Inicialmente, ao proceder à verificação de como as obras didáticas de Biologia selecionadas pelo PNLEM apresentam a teoria darwinista, pude constatar que todas qualificam-na como evolucionista. Contudo, não fazem menção ao fato de Darwin ter arregimentado evidências³⁴ de que ela ocorre. Apenas na obra de Lopes e Rosso (2005), há referência a que o naturalista conseguiu evidências do processo, como aparece no trecho abaixo:

O livro *A origem das espécies* apresenta duas idéias centrais: todos os organismos descendem, com modificações, de ancestrais comuns; [...]. Na primeira idéia Darwin contestava a imutabilidade das espécies, reunindo argumentos com base em estudos de fósseis, da distribuição geográfica das espécies, da anatomia e da embriologia comparadas e da modificação dos organismos domesticados (LOPES; ROSSO, 2005, p. 515).

Nas outras obras selecionadas pelo PNLEM, as evidências estão em um capítulo posterior em Frota-Pessoa (2005); Adolfo, Crozeta e Lago (2005) e Paulino (2005), em capítulo anterior em Silva Júnior e Sasson (2005) ou em seção do mesmo capítulo em Laurence (2005); Linhares e Gewandsznajder (2005); Favaretto e Mercadante (2005) e Amabis e Martho (2005); mas, em todos os casos sem apresentá-las como evidências que Darwin obteve para ocorrência da evolução. Essa falta de conexão pode passar ao leitor, inadvertidamente, a idéia de que Darwin não adquiriu provas de que a evolução biológica ocorre. Apresentadas antes das diferentes teorias evolutivas³⁵, as evidências são consideradas provas de que a evolução ocorre, mas não que Darwin as tenha utilizado como argumento em favor da ocorrência do processo evolutivo. Por outro lado, a apresentação das evidências após as teorias evolutivas pode passar a idéia de que as provas de evolução foram obtidas após a elaboração das teorias. E, novamente, não há correlação com o fato de Darwin as ter utilizado em seu argumento do processo evolutivo. Ele explorou

³⁴ Fósseis, distribuição geográfica das espécies, anatomia e embriologia comparadas.

³⁵ As teorias de Lamarck, de Darwin e a Teoria Sintética da Evolução.

informações de diversas áreas, como a Paleontologia, a Embriologia e a Anatomia. “Ainda hoje, ao sustentar a realidade da evolução, usamos muitos dos argumentos levantados por Darwin” (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 27).

Dessa forma, as evidências dão conta de que ocorre a evolução, mas a forma como são apresentadas nos livros didáticos, não apontam as evidências que *Darwin* encontrou para a ocorrência do processo. Para corroborar, a afirmação transcrevemos excertos, das obras Silva Júnior e Sasson (2005); Amabis e Martho (2005), pois nas outras são encontradas referências semelhantes.

Há um número muito grande de fatos acumulados que mostra que a evolução realmente ocorreu e continua ocorrendo. Neste capítulo, discutiremos três tipos de evidências importantes: os estudos da **anatomia** e de **desenvolvimento embrionário** comparados; o estudo dos **fósseis**; os estudos da **bioquímica comparada**, ou seja, a comparação entre as moléculas que compõem os organismos (SILVA JÚNIOR; SASSON, 2005, p. 200). (grifo dos autores).

Pesquisas em diferentes áreas da Biologia fornecem farta evidência da evolução biológica; entre as principais destacam-se: a) o documentário fóssil; b) a adaptação dos seres vivos a seus ambientes; c) as semelhanças anatômicas, fisiológicas e bioquímicas entre as espécies (AMABIS; MARTHO, 2005, p. 191).

3.5.2 A ancestralidade comum e a multiplicação das espécies

A abordagem, em um mesmo subitem, das duas teorias, a da ancestralidade comum e da multiplicação das espécies, se justifica se por um lado, cremos que as espécies atuais descendem de um ancestral comum, o que permitiria entender, também que, a partir dessa espécie ancestral originaram-se todas as espécies atuais. Por outro lado, neste estudo, verifiquei que os autores que mencionaram a ancestralidade comum, também o fizeram em relação à multiplicação das espécies. Dessa forma, em primeiro lugar verificou-se a questão da ancestralidade para, em seguida, abordar-se a multiplicação das espécies.

Importante como o mecanismo da seleção natural, a ancestralidade comum questiona a idéia aceita, naquele momento, de que as espécies não

sofrem alterações, e patenteia a noção de que todos os organismos, vivos e extintos, possuem algum grau de parentesco, como nos informa o próprio Darwin na introdução de *A Origem das Espécies*:

Analisando-se o problema da origem das espécies, é perfeitamente concebível que o naturalista, refletindo sobre as afinidades mútuas dos seres vivos, suas relações embriológicas, sua distribuição geográfica, a sucessão geológica e outros fatos que tais, chegue à conclusão de que as espécies não devam ter sido criadas independentemente, mas que, assim como as variedades, descendam de outras espécies (DARWIN, 1985, p. 44).

No entanto, em apenas três manuais, os de Amabis e Martho (2005); Lopes e Rosso (2005) e Laurence (2005) é mencionada a ancestralidade entre os seres vivos, como atestam os excertos abaixo:

Darwin concluiu que a flora e a fauna de ilhas vizinhas são semelhantes porque se originaram de espécies ancestrais comuns, provenientes dos continentes próximos. [...]. Por exemplo, as diversas espécies de pássaros fringílideos de Galápagos provavelmente se originaram de uma única espécie ancestral, oriunda do continente sul-americano (AMABIS; MARTHO, 2005, p. 189).

[...] A semelhança entre essas espécies levou Darwin a supor que todas elas se diferenciaram a partir de um grupo ancestral comum, que teria migrado, há muito tempo, do continente para essas ilhas e que, por seleção natural, teriam se adaptado a diferentes modos de vida, dando origem às diferentes espécies (LOPES; ROSSO, 2005, p. 514).

Um grupo de aves que chamou a atenção de Darwin em Galápagos foi o de tentilhões. Existem 13 espécies que vivem no arquipélago, e Darwin propôs que todas elas tiveram sua origem a partir de um ancestral comum proveniente da América do Sul, provavelmente há cerca de 500 000 anos (LAURENCE, 2005, p. 671).

Em relação à teoria da multiplicação das espécies, ela procura explicar a origem da diversidade biológica que ocorre em nosso planeta, e como, a partir de uma espécie ancestral, foram originadas as diferentes espécies atuais. As afirmações contidas nos trechos, a seguir, expõem essa idéia:

“A diversificação da espécie original, de que teriam derivado as diferentes espécies atuais, deu-se como resultado da adaptação às condições das diferentes ilhas do arquipélago” (AMABIS; MARTHO, 2005, p. 189).

“As aves de Galápagos foram de grande importância para o desenvolvimento da teoria de Darwin sobre a atuação da seleção natural na especiação” (LOPES; ROSSO, 2005, p. 514).

Os seres vivos que chegaram a Galápagos encontravam um ambiente diferente daquele em que viviam e ao qual estavam adaptados. Começou, então, o processo de seleção natural, que foi tornando viáveis determinadas formas de vida, em detrimento de outras. Assim, aos poucos, foi surgindo uma comunidade formada por populações, muitas das quais são até hoje encontradas somente em Galápagos (LAURENCE, 2005, p. 672).

3.5.3 A teoria do gradualismo

Darwin concebeu a evolução como um processo lento, gradual, que não ocorre através de saltos. Através do gradualismo é possível entender que as espécies mantêm a adaptação em cada estágio do processo evolutivo. Na análise aqui feita pude observar algumas variações, em três das obras, na abordagem do gradualismo. Assim, na obra de Amabis e Martho (2005, p. 191) e na de Lopes e Rosso (2005, p. 525) há uma referência explícita à gradualidade do processo. Os excertos a seguir esclarecem a questão:

Darwin pensava que a evolução ocorria de modo lento e contínuo, com os seres vivos adaptando-se gradualmente aos ambientes. Essa idéia, conhecida como **gradualismo filético**, ou apenas gradualismo, dominou o pensamento evolutivo por muitas décadas (AMABIS; MARTHO, 2005, p. 242), (grifo dos autores).

Nas teorias de evolução, desde Darwin, em 1859, até 1972, propunha-se basicamente que a especiação fosse um processo lento e gradual que ocorre pelo acúmulo de pequenas mudanças ao longo do tempo, falando-se em **gradualismo** (LOPES; ROSSO, 2005, p. 525), (grifo dos autores).

Contudo, na obra dos autores, Linhares e Gewandszajder (2005 p. 422, grifo nosso), foi observada uma referência indireta, e que pode gerar dúvida ao leitor: **“Pelo constante e lento processo de seleção ao longo das gerações,**

as espécies podem se diversificar e tornarem-se mais adaptadas ao ambiente em que vivem”. A dúvida pode ocorrer já que os termos, lento e gradual, podem assumir o significado de efeito progressivo permitindo entender que o avanço é gradual e constante. Contudo, para Darwin o processo evolutivo pode conter períodos de rápidas transformações, mas, também, apresentar um período de estabilidade, sem a ocorrência de qualquer tipo de mudança. Darwin evidencia esse fato no diagrama (página 44), presente em sua obra *A Origem das Espécies*, onde a espécie (F) sem sofrer alteração por quatorze mil gerações.

3.5.4 A teoria da seleção natural

Na totalidade dos livros didáticos examinados, a seleção natural é apontada como um processo, e descrito em alguns passos ou etapas. E, de forma simplificada, é apresentada como a sobrevivência do mais apto. Embora não seja incorreto, a afirmativa “sobrevivência do mais apto”, deslocada de contexto, pode levar a interpretações não condizentes com a idéia do autor de *A Origem das Espécies*. A esse respeito, vejamos o que dizem, por exemplo, Mayr e Sene nos excertos abaixo:

O que Darwin chamou de seleção natural é, na verdade, um processo de eliminação. Os genitores da geração seguinte serão os indivíduos que sobreviverem por sorte ou por possuírem características que os tornam bem adaptados às condições ambientais vigentes; todos os outros membros daquela mesma prole são eliminados pelo processo de seleção natural (MAYR, 2009, p. 147-148).

A seleção natural é a eliminação, em cada geração, de indivíduos mal adaptados ao ambiente. O complementar dessa idéia é que a seleção natural é a maior probabilidade de sobrevivência, em cada geração, de indivíduos melhores adaptados ao ambiente. Seja qual for a razão da melhor adaptação, ela só tem consequência adaptativa/evolutiva se, em decorrência dela, o indivíduo apresentar maior capacidade reprodutiva (SENE, 2009, p. 24).

A partir dos fragmentos citados pelos dois autores, a sobrevivência, dos “mais aptos”, é consequência da eliminação dos “menos aptos”, o que significa que os sobreviventes escaparam da eliminação, e não que entre todos os

indivíduos de uma população houve uma escolha preferencial. Nesse contexto, a totalidade das obras didáticas apresentam a idéia de que há uma escolha da natureza:

A falta de recursos disponíveis para todos levaria a disputas entre os organismos, e apenas aqueles com características mais vantajosas teriam condições de sobreviver e deixar descendentes. Assim, o meio atuaria selecionando naturalmente os organismos mais adaptados a ele (LOPES; ROSSO, 2005, p. 515).

Nos manuais de Silva Júnior e Sasson (2005); Paulino (2005); Favaretto e Mercadante (2005); Frota-Pessoa (2005) e Adolfo, Crozeta e Lago (2005), pude observar que não há menção ao fato de que *Charles Darwin* fez uso de uma analogia com a seleção realizada pelo homem. Contudo, nas obras de: Lopes e Rosso (2005); Linhares e Gewandsznajder (2005); Laurence (2005); Amabis e Martho (2005) a abordagem está de acordo com a teoria darwinista.

É válido registrar que na obra de Silva Júnior e Sasson (2005) a menção à seleção artificial está isolada do contexto da explicação darwiniana e sem qualquer menção ao fato de o naturalista inglês ter realizado uma analogia da seleção empreendida pelo homem e passar ao mundo natural a idéia de que ocorre semelhante seleção. Isso decorre de o subitem “Seleção Artificial”, na obra didática, ser abordada após dois exemplos da ação da seleção natural (anemia falciforme e resistência de bactérias a antibióticos) e explicar o que seja esse processo, embora não estabeleça uma relação com a seleção natural.

Para Darwin, o ambiente tem um papel fundamental: **selecionar**, escolher dentro de um grupo de organismos que têm as variações mais “interessantes” ao ambiente. Já que essas variações são hereditárias, os “escolhidos” têm maior chance de sobreviver e de se reproduzir, e, desse modo, transmitirão suas características favoráveis a seus descendentes, o que torna a população cada vez mais adaptada (SILVA JÚNIOR; SASSON, 2005, p. 225).

Entretanto, essa relação pode ser feita indiretamente, em função de a explicação sobre seleção artificial vir antes da comparação, como feita pelos

autores didáticos sobre a importância do ambiente nas teorias de Lamarck e de Darwin.

Do mesmo modo, na obra de Paulino (2005) não há relação entre os dois modelos de seleção. Nesse livro didático, após uma comparação da ação do ambiente, sob a ótica dos dois naturalistas um quadro fornece uma pequena explicação do que seja seleção artificial e estabelece relações com a revolução verde e alguns problemas ambientais.

Nesse sentido, parece relevante destacar a relação estabelecida pelo próprio Charles Darwin entre a seleção realizada pelo homem e a seleção natural.

Se o homem é capaz de obter - como efetivamente tem obtido - consideráveis resultados através de seus processos metódicos, ainda que aleatórios, de seleção, que não poderia a natureza realizar nesse campo? O homem pode agir apenas sobre os caracteres externos e visíveis, enquanto que a natureza não cuida das aparências, salvo naqueles aspectos que se possam revelar úteis a cada ser vivo. [...] A seleção dirigida pelo homem visa apenas seu próprio bem; a da natureza se volta exclusivamente para o bem do indivíduo modificado (DARWIN, 1985, p. 101).

Os referidos autores, ao não estabelecerem essa vinculação direta, não transmitem a idéia da importância da seleção artificial no desenvolvimento da teoria darwinista. Afinal, e apenas como um exemplo, para confirmar a importância, o primeiro capítulo de *Origem das Espécies* é dedicado à seleção artificial sob o título de “Variação no estado doméstico”.

Em sua obra, Laurence (2005) não faz referência à influência dos princípios de Malthus no pensamento darwiniano, embora tenha sido fundamental para o processo de seleção natural, como expõe o próprio naturalista:

Esta luta resulta inevitavelmente da maior ou menor velocidade de reprodução dos organismos. Os seres vivos que durante sua vida normal produzem diversos ovos ou sementes devem ser destruídos durante algum período de sua existência, durante determinada estação, durante um certo ano. Caso contrário, com base no princípio de progressão geométrica, seu número acabaria por tornar-se tão absurdo que nenhum local teria capacidade para contê-los. Portanto, como nascem mais indivíduos do que o número dos que poderiam sobreviver,

sempre haverá uma luta pela existência, seja entre os da mesma espécie, seja entre eles e os de outras espécies distintas, ou seja, os indivíduos e as condições de vida existentes em seu habitat. “Trata-se da doutrina de *Malthus* aplicada com redobrada força a todo o reino vegetal e animal, [...]” (DARWIN, 1985, p. 87).

Em todos os livros examinados, foi observado que, com algumas variações, a variabilidade entre indivíduos de uma população é citada como componente do processo de seleção natural e responsável pela adaptação ao ambiente. No entanto, nenhuma das outras obras didáticas fazem referência ao processo de multiplicação das espécies, com exceção das obras de Amabis e Martho (2005) e Lopes e Rosso (2005).

“A diversificação da espécie original, de que teriam derivado as diferentes espécies atuais, deu-se como resultado da adaptação às condições particulares das diferentes ilhas do arquipélago” (AMABIS; MARTHO, 2005, p. 189).

A semelhança entre essas espécies levou Darwin a supor que todas elas se diferenciaram a partir de um grupo ancestral comum, que teria migrado, há muito tempo, do continente para essas ilhas e que, por seleção natural, teriam se adaptado a diferentes modos de vida, dando origem às diferentes espécies (LOPES; ROSSO, 2005, p. 514).

A partir do acúmulo das variações durante longo tempo serão originadas modificações maiores com a conseqüente origem da enorme biodiversidade existente.

Para Darwin, esse processo explica não só a origem de diferenças entre populações, mas também a de diferenças entre espécies. Para tanto, basta que se acumulem ainda mais diferenças entre as populações. A evolução seria, então, um processo cumulativo: as diferenças que tornam populações distintas, operando por escalas de tempo mais longas, terminariam por gerar espécies diferentes e, numa escala de tempo ainda maior, explicariam a grande diversidade de forma que vemos no planeta (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 36).

Finalmente, merece registro o fato de que em apenas uma das nove obras didáticas é feita menção a que Darwin era adepto da herança dos caracteres adquiridos, mas dessas obras não há qualquer lembrança de que o

naturalista inglês também utilizou o conceito do uso e desuso (FROTA PESSOA, 2005).

Esse esquecimento é outra evidência de que o darwinismo é apresentado de forma incompleta, pois são conceitos que foram utilizados por Darwin. A citação a seguir ilustra a afirmação:

Com base nos fatos mencionados no primeiro capítulo, acho que deve ter restado pouca dúvida quanto à idéia de que, entre os animais domésticos, o uso reforça e desenvolve certas partes de seus corpos, enquanto que o desuso as atrofia, e que tais modificações são hereditárias. Entre os animais em estado nativo, não temos padrões de comparação que nos permitam julgar os efeitos de um longo uso ou desuso, pois não conhecemos seus ancestrais. Todavia, muitos animais possuem estruturas que podem ser explicadas pelos efeitos do desuso (DARWIN, 1985, p. 137).

Dessa forma, foi possível constatar que os livros didáticos limitam a descrição da teoria darwinista ao processo da seleção natural e às informações sobre a ancestralidade comum, que mostra o parentesco evolutivo, o caráter gradual da evolução, que garante a adaptação em cada momento, quando mencionadas, não estão conectadas entre si, como se fossem assuntos isolados e, assim, não contribuem para o entendimento do processo evolutivo concebido por Darwin.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um longo caminho foi percorrido. O percurso iniciou-se no momento em que houve o assombro do graduando ao tomar conhecimento de que Darwin possuía algumas concepções semelhantes às de Lamarck, até a elaboração deste trabalho que, apesar de ter chegado ao seu termo, está longe de ser conclusivo, já que novas portas podem ser abertas, o que levará a novos caminhos e a novas investigações, como é do feitio da ciência de um modo geral e, em particular com os estudos dos fenômenos evolutivos.

Ao longo do percurso desta pesquisa, procurei indicar a importância da Teoria da Evolução para a Biologia e, de modo que, no contexto de seu campo de domínio a relevância se faz sentir de diversas maneiras; como afirmam Meyer e El-Hani (2005). A teoria igualmente, alcança, também, certa profundidade em outros campos do conhecimento como a inteligência artificial e a Sociologia, apenas para citar dois exemplos.

Considero importante, também, a teoria elaborada por Jean Baptiste Antoine de Monet de Lamarck pois teve a ousadia de propor que os seres vivos evoluem, explicando a mudança evolutiva através de dois mecanismos: a tendência a uma maior complexidade e a capacidade de reação frente às condições ambientais (MAYR, 1998). Ele fornece, igualmente, a imagem de um mundo natural mais dinâmico, em que todos os seus elementos permanecem em equilíbrio, em constante movimento. Além dessas questões, é pertinente lembrar que o naturalista francês foi o introdutor do termo Biologia.

Em relação a Charles Robert Darwin, até parece redundante mencionar a importância de sua teoria para a evolução. Contudo, a análise dos livros didáticos de Biologia evidencia que poucos autores se lembram de registrar, a favor do naturalista inglês, as noções de parentesco evolutivo e da forma lenta e gradual como evolução ocorre. Essas são questões importantes, já que, se por um lado associada à idéia de parentesco evolutivo, está a noção de que por mais diferente que sejam dois organismos, eles guardam alguma semelhança; por outro, o gradualismo associa-se ao pensamento populacional.

Em relação ao livro didático, este ainda é o principal recurso utilizado pelos professores para o ensino de Biologia. Nesse contexto, é possível destacar que, concernente as teorias de Lamarck e Darwin, esse importante

instrumento de trabalho ainda apresenta algumas omissões e, então, contribui para a limitação do entendimento das teorias elaboradas pelos dois naturalistas.

Em relação à teoria lamarckista, a insistência em apresentá-la como constituída apenas por duas leis simplifica uma proposta de maior complexidade e de maior sofisticação ao mesmo tempo que sugere que Lamarck foi o autor de uma teoria considerada errada, o que, em acréscimo, pode fazer crer que conhecimentos científicos são certos ou errados.

Em relação ao lamarckismo, é pertinente que os autores dos livros didáticos considerem a herança dos caracteres adquiridos além de amplamente aceita na época de Lamarck, era secundária em sua explicação; também a lei sobre o aumento de complexidade era transformista e com a lei sobre o surgimento de novos órgãos, o naturalista considerava o papel fundamental do ambiente sobre as transformações. Adicionalmente, é preciso estar atento que:

A teoria de Lamarck não foi rejeitada em sua época por causa da herança dos caracteres adquiridos, mas porque os principais naturalistas não aceitavam, então, a própria idéia de evolução. [...]. Talvez seja mais importante lembrar que Lamarck propôs uma teoria evolutiva numa época em que a maior parte das pessoas acreditava na imutabilidade das espécies (MEYER; EL-HANI, 2000, p. 159).

A teoria proposta por Darwin é referida nas obras didáticas como a teoria da seleção natural. Embora se tratasse de um mecanismo que explicava a mudança evolutiva, não era a única idéia e concepção presente em *Origin*. Nessa obra, também estavam presentes as teorias do gradualismo, da ancestralidade comum e da multiplicação das espécies. Contudo, em apenas três dos manuais didáticos analisados é que são feitas menções para cada uma dessas idéias. Como visto no capítulo sobre a análise dessas obras, outra ausência sentida foi a menção a que Darwin considerou as idéias de uso e desuso e de herança dos caracteres adquiridos. Essas considerações permitem afirmar que a teoria de Darwin apresenta-se incompleta.

Assim, como fizemos em relação à teoria elaborada por Lamarck, queremos apontar a ausência da teoria darwinista nos manuais didáticos, já

que não mencionam a questão da ancestralidade comum, que para Darwin evidencia o parentesco evolutivo entre os seres vivos; que através de um processo gradual e lento as espécies mantêm a adaptação a cada momento ao seu ambiente; e que a teoria da multiplicação das espécies procura explicar a biodiversidade existente.

Saliento, então, que as avaliações a que os livros de Biologia são submetidos pelo PNLEM assumem grande importância, uma vez que fornecem condições para o estabelecimento de padrões mínimos de qualidade para os manuais didáticos, a partir de critérios significantes, utilizados na aprovação ou eliminação das obras didáticas.

Como o ensino da evolução tem por objetivo possibilitar que os alunos do ensino médio obtenham uma melhor compreensão de que todos os organismos, extintos e atuais, em algum momento compartilham um ancestral comum e, por isso, estão unidos, como os diversos galhos de uma árvore, por parentesco evolutivo, é necessário que os autores de livros didáticos tratem criteriosamente o tema.

As afinidades existentes entre todos os seres de uma única classe por vezes têm sido representadas na figura de uma árvore gigantesca, que me parece simbolizar muito bem esse fato. Os ramos verdes em desenvolvimento podem representar as espécies existentes, enquanto que os produzidos nos anos precedentes podem representar a longa sucessão das espécies extintas (DARWIN, 1985, p. 131).

Além disso, a evolução também fornece a visão de que todos os organismos, do mais simples ao mais complexo, estão adaptados ao ambiente, a partir de mecanismos naturais e compreensíveis, que prescindem de uma explicação sobrenatural.

Embora esteja bem estabelecido atualmente, a evolução dos organismos ocorre, no século XIX a idéia não era tão bem aceita quando, Lamarck, primeiro e Darwin, depois, propuseram suas teorias evolutivas. Rechaçadas em parte, ou na totalidade, as supracitadas teorias também não foram completamente compreendidas.

Dessa forma, no que se refere à questão do ensino é tão importante que os estudantes do ensino médio possam ter acesso às informações que lhes

possibilitem um melhor entendimento da evolução, como também, é fundamental que os professores disponham de um instrumento, o livro didático, que os auxiliem no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, seria relevante a adoção da alfabetização científica no ensino secundário, “como parte de uma educação geral para todos os futuros cidadãos” (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 31). Ela possibilitará aos cidadãos condições de participar de decisões em questões atuais e controversas, permitindo àqueles que desejarem seguir uma carreira científica.

Em continuidade ao processo de alfabetização científica, acadêmicos têm defendido a inclusão da História e Filosofia da Ciência (HFC) no currículo das Licenciaturas de Biologia. (MARTINS; REGNER; LORENZANO, 2006). Esse conhecimento poderá oferecer subsídios para aprimorar a fundamentação teórica no ensino de Biologia.

Martins (2006) salienta que a ciência, a tecnologia e a sociedade caminham juntas, influenciam-se mutuamente e, também, que a história das ciências pode mostrar que a ciência pertence a um momento histórico e a uma cultura. Contudo, segundo o autor, é necessário cuidado, uma vez que o seu uso inadequado como a redução da história da ciência a nomes, datas e anedotas, concepções errôneas sobre o método científico e uso de argumentos de autoridade, que trazem dificuldades ao ensino das ciências.

É necessário que se introduza na formação de professores de Biologia as disciplinas complementares citadas, uma vez que o livro didático ainda se constitui no principal recurso utilizado e, em alguns casos, contribui para o entendimento distorcido da Teoria Evolutiva.

É preciso, então, assumir uma postura mais crítica em relação ao uso desse importante instrumento de trabalho. Nesse sentido, a formação acadêmica do licenciando em Biologia exige que ele entenda mais claramente os mecanismos evolutivos, o significado de termos importantes e fundamentais da concepção evolutiva e o modo como ocorre à construção do conhecimento científico acontece para que possa evitar a perpetuação de idéias distorcidas e concepções equivocadas. Além disto, apresentada de forma isolada, a evolução biológica deixa de ser interativa com as diversas áreas desse componente curricular e restringe o significado da diversidade dos seres vivos, tornando-se uma sequência de teorias, elaboradas por cientistas geniais, e

isolados de um contexto histórico. Contudo, ressalto que a tarefa não é simples haja vista as controvérsias em torno da temática.

Além das dificuldades apontadas acima, outra se apresenta, envolvendo o espaço que o conhecimento construído socialmente ocupa no ambiente escolar. Segundo Chervel (1990), uma escola não está limitada a transmitir apenas o conteúdo das diversas disciplinas constantes do currículo, mas, também, certas prioridades para satisfazer outras finalidades, variáveis de acordo com determinada época.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOLFO, A.; CROZETA, M.; LAGO, S. **Biologia**. 2. ed. São Paulo: IBEP, 2005. 344p.

ALMEIDA, A. V.; FALCÃO, J. T. R. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de biologia no Brasil. **Ciência e Educação**, v. 16, n. 3, p. 649-665, 2010.

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 2; p. 174-182, ago. 2000.

ALVES, S. B. F.; CALDEIRA, A. M. A. Biologia e ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do Ensino Médio frente ao tema genoma/DNA. In: CALDEIRA, A. M. A.; CALUZI, J. J. (Org.). **Filosofia e história da ciência**: contribuições para o ensino das ciências. Ribeirão Preto: Kayrós, 2005. p. 59-77.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2005. 438p.

BARRETO, B. C.; MONTEIRO, M. C. G. G. Professor, livro didático e contemporaneidade. **Ensaio da Revista Pesquisas em Discurso Pedagógico**, PUC/RIO, n. 1, Fascículo n. 4, 2008.

BIZZO, N. **Ciências**: fácil ou difícil? São Paulo: Ática, 1998. 144p.

BIZZO, N.; EL-HANI, C. N. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 235-257, 2009.

BORGES, G. L. A. **Formação de professores de biologia, material didático e conhecimento escolar**. 2000. 440f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. Campinas, 2000.

BORNHEIM, G. A. **Os filósofos pré-socráticos**. São Paulo: Cultrix, 1993.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve história da ciência moderna: A belle-époque da ciência**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008. v. 4.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. Ministério da Educação. **Biologia**: catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM/2007/ Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2006. 105 p.

_____. **Parâmetros curriculares nacionais**: Ensino Médio. Brasília: Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 2000. 109p.

_____. **PCN**: Ensino médio. Brasília: Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

_____. **PCN+ Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002. 144p.

BUICAN, D. **Darwin e o darwinismo**. Tradução de Lucy Magalhães. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1990.

CACHAPUZ, A. *et al.* (Org.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. 263p.

CALOR, A. R.; SANTOS, C. M. D. Filosofia e ensino de ciências: uma convergência necessária. **Ciência Hoje**, v. 35, n. 210, p. 59-61, 2004.

CARMO, V. A.; BIZZO, N.; MARTINS, L. A. C. P. Alfred Russel Wallace e o princípio de seleção natural. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 209-233, 2009.

CARNEIRO, A. P. N. **A evolução biológica aos olhos de professores não-licenciados**. 2004. 137f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

CHAVES, S. N. **Evolução de idéias e idéias de evolução**: a evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de Biologia do ensino secundário. 1993, 119f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. Campinas, 1993.

CHERVEL, A. História das disciplinas escolares: reflexão sobre um campo de pesquisa. **Teoria e Educação**, Porto Alegre, n. 2, p. 177-229, 1990.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**. Del saber sábio al saber ensenãdo. Argentina: Aique, 1991.

CICILINI, G. A. A história da ciência e o ensino de biologia. **Ensino em Revista**, v. 1, p. 7-17, 1992.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. Tradução Eugênio Amado, São Paulo: Universidade de São Paulo, 1985. 366p.

DESMOND A.; MOORE, J. **Darwin, a vida de um evolucionista atormentado**. Tradução: Gustavo Pereira, Hamilton dos Santos e Maria Alice Gelman. São Paulo: Geração Editorial, 1995. 742p.

DI MARE, R. A. **A concepção da teoria evolutiva desde os gregos**: Idéias, controvérsias e filosofias. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. 179p.

DIAS, F. M. G.; BORTOLOZZI, J. Como a evolução biológica é tratada nos livros didáticos do ensino médio. **VII Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://www.faeufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/670.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

FAVARETTO, J. A.; MERCADANTE, C. **Biologia**. São Paulo: Moderna, 2005. 360p.

FERRAZ, D. F. **O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio**. Cascavel: Edunioeste, 2006. 190p.

FERREIRA, M. S. Investigando os rumos da disciplina escolar Ciências no Colégio Pedro II. **Educação em Revista, Belo Horizonte**, v. 45, p. 127-144, jun. 2007.

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **PNLD e PNLEM**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12371&Itemid=582>. Acesso em: 20 jul. 2011.

FROTA-PESSOA. O. **Biologia**. São Paulo, Scipione, 2005. 304p.

FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. Tradução: Mario de Vivo. 2. ed. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992. 646p.

_____. **Evolução, ciência e sociedade: biologia evolutiva, e o Programa nacional de pesquisa.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002. 46p.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1994. 206p.

GOEDART, L. A formação do professor de biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica. 2004. 122f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

GOLDBACH, T.; et al. Atividades práticas em livros didáticos atuais de biologia: investigações e reflexões. **Revista Perspectiva da Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 63-74, jan./jun., 2009.

GOODSON, I. F. A construção social do currículo. Lisboa: Educa, 1997.

GOTTSCHALL, C. A. M. **Do mito ao pensamento científico.** A busca da realidade, de Tales a Einstein. São Paulo: Atheneu, 2003.

GOULD, S. J. **Darwin e os grandes enigmas da vida.** São Paulo: Martins Fontes, 1987. 274p.

_____. **Viva o brontossauro.** São Paulo: Companhia das Letras, 1992.

JABLONKA, E.; LAMB, M. J. **Evolução em quatro dimensões:** DNA, comportamento e a história da vida. Trad. Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. 511p.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** São Paulo: Harbra, 1996. 267p.

LABARCE, E. C.; CAETANO, R. S.; BORTOLOZZI, J. A ficção científica como estratégia interdisciplinar: aproximando as ciências e a arte. In: ARAUJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. **Práticas integradas para o ensino de biologia.** São Paulo: Escrituras, 2008. p. 123-146.

LAMARCK, J. B. M. **Histoire naturelle des animaux sans vertebres.** 1815. Disponível em: <http://www.lamarck.cnrs.fr/ice/ice_book_detail-fr-text-lamarck-ouvrages_lamarck-38-1.html>. Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. **Philosophie zoologique**, v. 1. 1809. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5675762f.r=Philosophie+zoologique.langPT>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

LAURENCE, J. **Biologia**. São Paulo: Nova Geração, 2005. 696 p.

LEÃO, F. B. F.; MEGID NETO, J. Avaliações oficiais sobre o livro didático de ciências. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006. p. 35-80.

LENAY, C. **Darwin**. Tradução: José Oscar de Almeida Marques. São Paulo: Estação Liberdade, 2004. 188p.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista katálysis**, Florianópolis, v.10, n. esp., p. 37- 45, 2007.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia**. São Paulo: Ática, 2005. 572p.

LOPES, S., ROSSO, S. **Biologia**. São Paulo: Saraiva, 2005. 608p.

MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. **Revista Brasileira de Educação**, n. 26, mai./ago., 2004.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009. 215p.

MARTINS, L. A. P.; A teoria da progressão dos animais de Lamarck. 1993. 403f. Dissertação (Mestrado em Genética). Universidade de Campinas, Campinas, 1993.

MARTINS, L. A. P.; MARTINS, R. de A. A metodologia de Lamarck. **Trans/Formação**, v. 19, p. 115-138, 1996.

MARTINS, L. A. C. P.; Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. Episteme. **Filosofia e História da Ciência em Revista**, v. 2, n. 3, p. 33-54, 1997.

MARTINS, L. A. C. P.; REGNER, C. K. P.; LORENZANO, P. (Eds.). **Ciências da vida: estudos filosóficos e históricos**. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC), 2006.

MARTINS, R. A. Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In: CIBELLE, C. S. (Eds.). **Estudos de história e filosofia das ciências: Subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. XVII-XXX.

MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. Tradução: Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. 266p.

_____. **Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Tradução: Ivo Martinazzo. Brasília: UNB, 1998. 1107p.

_____. **O que é evolução**. Tradução: Ronaldo Sergio de Biasi e Sergio Coutinho de Biasi. Rio de Janeiro: Rocco, 2009. 342p.

_____. **Populações, espécies e evolução**. Tradução: Hans Reichardt. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977. 485 p.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MEGLHIORATTI, F. A. **História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia**. 2004. 272f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Bauru, 2004.

MEGLHIORATTI, F. A.; BORTOLOZZI, J.; CALDEIRA, A. M. A. História da biologia: aproximações possíveis entre as categorias históricas e as concepções sobre ciência e evolução apresentadas pelos professores de biologia. In: CALDEIRA, A. M. A.; CALUZZI, J. J. (Org.). **Filosofia e história da ciência: contribuições para o ensino de ciências**. Bauru: Cá entre nós, 2005. p 11-28.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. Evolução. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. (Orgs.). **O que é vida? Para entender a biologia do século XXI**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.

_____. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: UNESP, 2005. 132p.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5. 2º sem./1996.

PAPAVERO, N.; BALSÀ, J. **Introdução histórica e epistemológica à biologia comparada, com especial referência à biogeografia**. I. Do Gênesis ao fim do Império Romano do Ocidente. Porto Alegre: Associação Macrobiótica, 1986. 168p.

PAULINO, W. R. **Biologia**. São Paulo: Ática, 2005. 294p.

PENA, S. D. Viva Lamarck (!?). **Instituto de Ciência Hoje**. 14/07/2006. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/deriva-genetica/viva-lamarck>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

PIOLLI, A; DIAS, S. Escolas não dão destaque à evolução biológica. **Com Ciência**. 10/07/2004. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/200407/reportagens/05.shtml>>. Acesso em: 20 jul. 2011

PORTO, F. C. S. **O tema comportamento no ensino de biologia**. Tese (Doutorado). Instituto Oswaldo Cruz, Ensino em Biociências e Saúde. Rio de Janeiro, 2008.

REGNER, A. C. K. P. A polêmica Mivart versus Darwin: uma lição em refutar objeções. **Filosofia e História da Biologia**, v. 1, p. 55-89, 2006.

ROQUE, I. R. Girafas, mariposas e anacronismos didáticos. **Ciência Hoje**, v. 34, n. 200, p. 64-67, dez/2003.

SALVADOR. A. D. **Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica**. Porto Alegre: Sulina, 1986. 254p.

SANTOS, C. M. D. Desconstruindo Darwin. **Bios feras**, Rio Claro, p.14-15, 2009.

SANTOS, S. **Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula**. São Paulo: Annablume: Fapesp: Pró-Reitoria de Pesquisa, 2002. 130p.

SCAFF, E. A. S. Guia dos Livros Didáticos e sua (in) utilização no Brasil e no estado de Mato Grosso do Sul (MS). **Revista de Educação Pública**, v. 00, n. 15, jun./dez., 2000.

SENE, F. M. **Cada caso, um caso... puro acaso**: Os processos de evolução biológica dos seres vivos. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2009. 252p.

SILVA JÚNIOR, C.; SASSON, S. **Biologia**. 7. Ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 480p.

SONCINI, M. I. I. A evolução das idéias evolucionistas. **Revista de Ensino de Ciências**, n. 24, p. 4-12, mar., 1993.

STEFFOFF, R. **Charles Darwin**: a revolução da evolução. Tradução: Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. 127p.

TIDON, R.; LEWONTIN, R.C. Teaching evolutionary biology. **Genetic and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004.

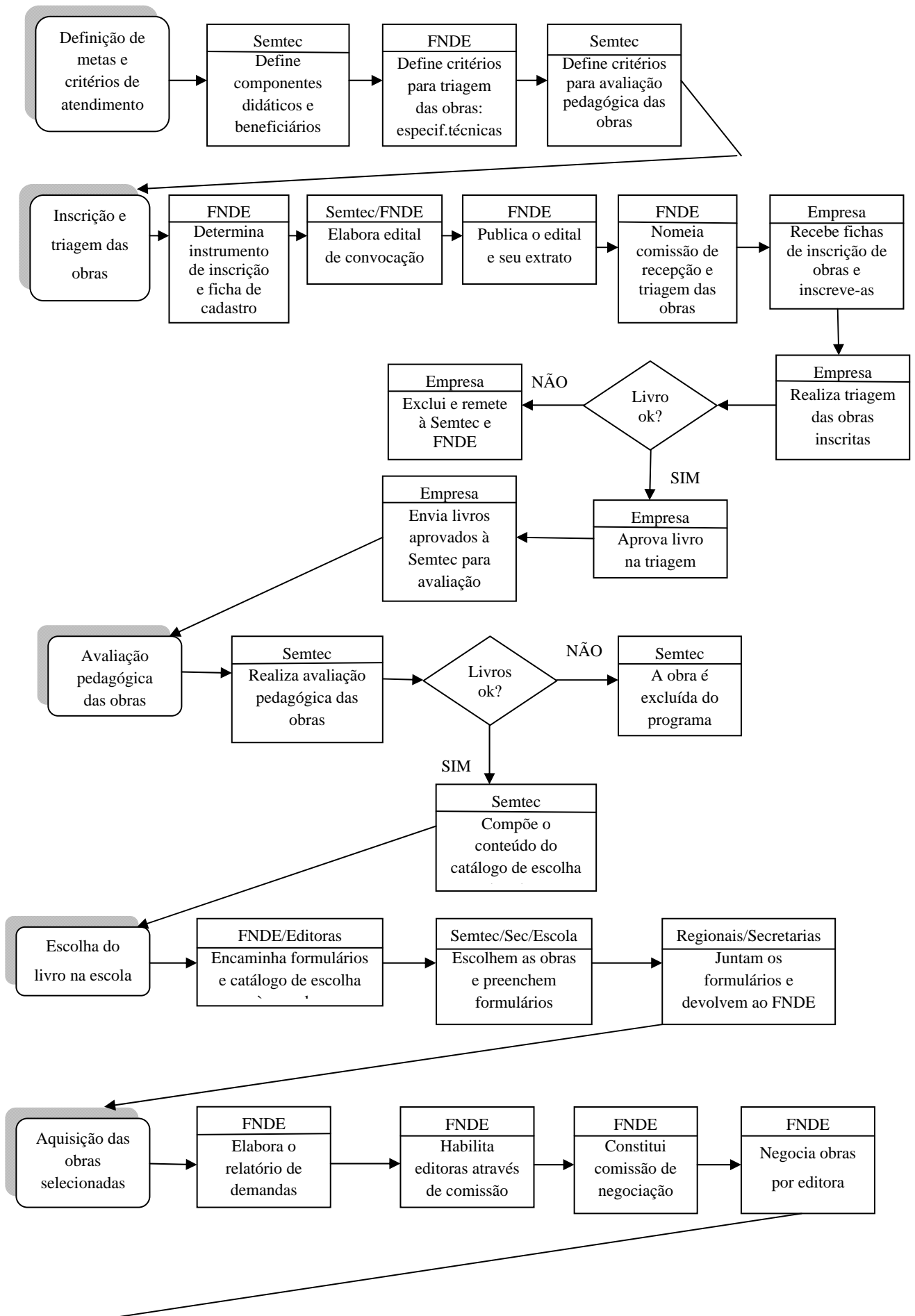
TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. **Com Ciência. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**. 10/04/2009. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=45&id=535>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

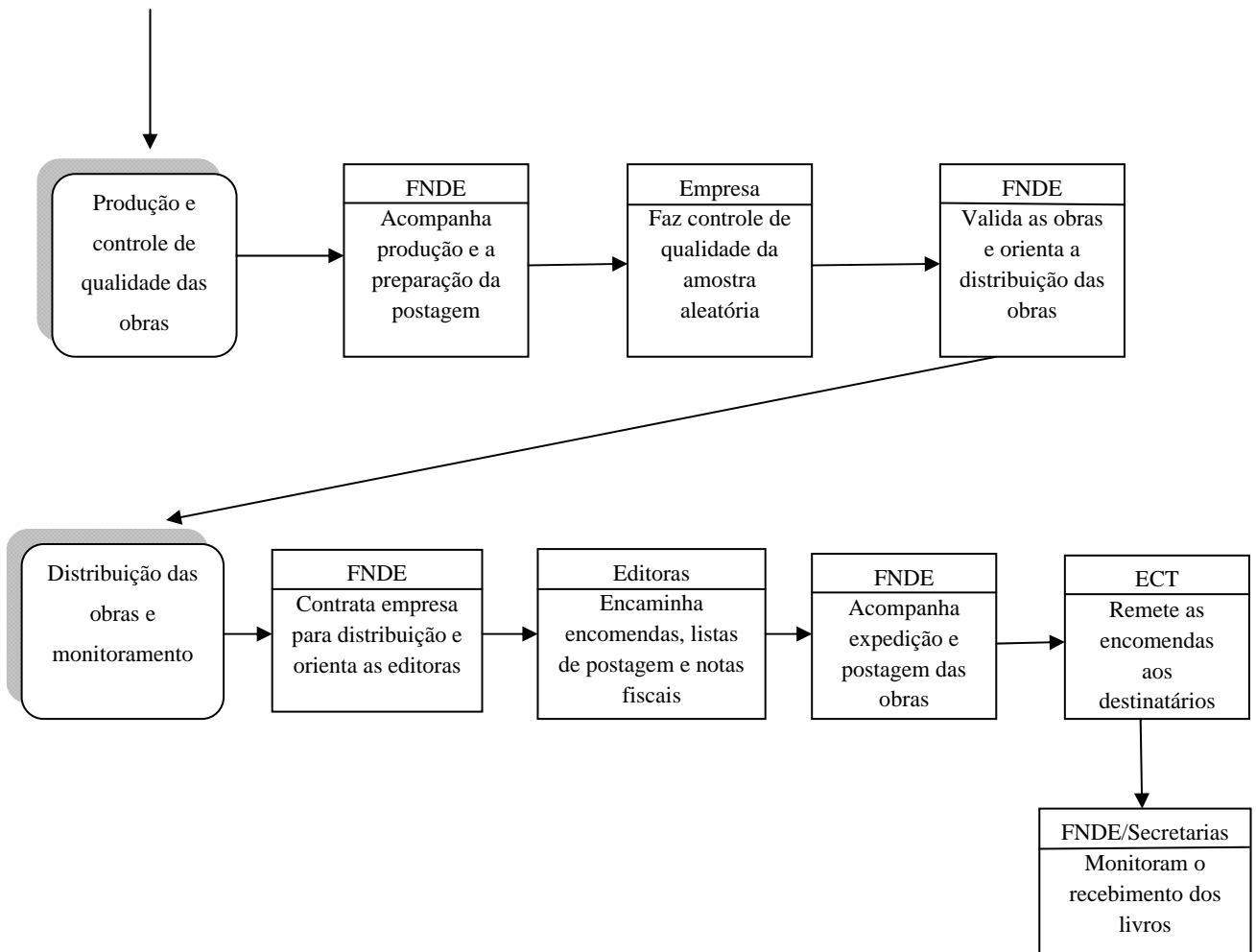
VASCONCELOS, S. D; SOUTO, E. O livro didático de Ciências no ensino fundamental - proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S. MORAES, M. O. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos no ensino médio. **Ciência e Educação**, v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006.

ANEXO

Fluxograma operacional das atividades do PNLEM





Fonte: BRASIL. Programa nacional do livro do ensino médio (PNLEM).

Resolução nº 38 de 15 de outubro de 2003. Brasília: MEC, 2003.