

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Aline de Castilhos Mello

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA:
CONCEPÇÕES DE ALUNOS E REFLEXÕES DIDÁTICAS.**

Porto Alegre

2008

ALINE DE CASTILHOS MELLO

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA:
CONCEPÇÕES DE ALUNOS E REFLEXÕES DIDÁTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dr. REGINA MARIA RABELLO BORGES

**PORTO ALEGRE
2008**

CIP - BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Vanessa I. Souza CRB - 10/1468

M527c Mello, Aline de Castilhos
Evolução biológica: concepções de alunos e reflexões didáticas. /
Aline de Castilhos Mello. – 2008.
114 f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio
Grande do Sul. Faculdade de Física. Programa de Pós-Graduação em
Educação em Ciências e Matemática, Porto Alegre, BR-RS, 2008.
Orientadora: Borges, Regina Maria Rabello.

1. Biologia: ensino. 2. Biologia: evolução. 3. Origem da vida. I.
Borges, Regina Maria Rabello. II. Título.

CDU 573:37

ALINE DE CASTILHOS MELLO

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA:
CONCEPÇÕES DE ALUNOS E REFLEXÕES DIDÁTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em ____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Regina Maria Rabello Borges (PUCRS)

Dra. Anamaria Gonçalves dos Santos Feijó (PUCRS)

Dr. Edson Roberto Oaigen (ULBRA)

*Dedico este trabalho a todas as pessoas
que lutam por uma educação de mais qualidade.*

AGRADECIMENTOS

à minha família...

Ao meu marido Igor, por todo amor, dedicação, carinho e pelas sábias palavras que sempre chegam na hora certa.

À minha mãe, Marília, e aos meus avós, Marlene e José Ciro, por suas presenças confortadoras e por sempre terem me incentivado a acreditar nos meus sonhos.

À minha sogra Janete, meu sogro Ingo e minha cunhada Juliana, por todo apoio, incentivo e pelos conselhos fundamentais durante a minha caminhada.

Aos meus tios Leonel e Aline, pelo incentivo e amizade.

A duas pessoas que sempre vibraram muito a cada objetivo que eu ia atingindo: Tia Nina e tio Pedro (em memória). Obrigada mesmo, sei que vocês estão felizes por mais essa etapa alcançada!

AGRADECIMENTOS

À minha querida orientadora, Dr^a Regina Maria Rabello Borges, pela intensa dedicação e por sempre ter uma palavra de carinho e motivação.

Aos alunos participantes da pesquisa, à Diretora e à professora de Biologia da escola em que a pesquisa foi realizada por terem me aberto as portas e se mostrado colaborativos/as e interessados/as em meu trabalho.

Aos meus queridos alunos, por serem minha motivação a estar procurando sempre aprimorar minha prática docente.

A todos meus amigos pelo apoio e, principalmente, por entenderem minha ausência em suas vidas em momentos importantes.

À minha amiga Josiane, pelas tardes de domingo nas quais dividimos nossas alegrias a cada momento de vitória, e nossas angústias pela incerteza do amanhã.

A todas essas pessoas vai o meu muito obrigada por existirem em minha vida!!!

*Há quem diga que todas as noites são de sonhos.
Mas há também quem garanta que nem todas, só as de verão.
Mas no fundo isso não tem muita importância.
O que interessa mesmo não são as noites em si, são os sonhos.
Sonhos que o homem sonha sempre.
Em todos os lugares, em todas as épocas do ano, dormindo ou acordado.*

Shakespeare

RESUMO

Questões que envolvem a origem da vida e a evolução biológica parecem não estar recebendo a devida atenção no ensino. Por se tratar de um tema complexo, a evolução biológica merece uma posição de destaque no ensino e precisa ser trabalhada de forma integrada com os demais conteúdos da disciplina. As Diretrizes Curriculares para o curso de Ciências Biológicas do MEC, inclusive, enfatizam que o ensino de evolução biológica deve servir como um eixo integrador na Biologia (BRASIL, 2001). Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo analisar possíveis problemas relacionados às concepções de estudantes que podem estar servindo como obstáculos à construção do conhecimento sobre o tema evolução biológica. Para isso foi realizado um estudo de caso, sendo solicitado aos estudantes de uma turma de 3º ano do ensino médio de uma escola pública que respondessem um questionário contendo perguntas sobre a importância da Biologia e do estudo da evolução biológica. A pesquisa apresenta uma abordagem naturalística-construtiva. Segundo Moraes (2006), esta abordagem caracteriza-se por uma impregnação intensa dos fenômenos pesquisados para, a partir daí, obter-se descrições e interpretações dos mesmos. As respostas dos alunos foram submetidas a uma Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007). A partir das respostas analisadas foi possível identificar problemas que interferem na aprendizagem da Biologia. As respostas dos alunos ao questionário indicaram que muitos conceitos importantes parecem não estar no discurso deles, e talvez isto possa estar relacionado com a falta de integração da evolução com as demais partes da Biologia. Também foi possível perceber que muitas concepções estão presentes de maneira equivocada ou são apresentadas de forma superficial. O trabalho apresenta considerações e sugestões que podem ajudar a minimizar os problemas encontrados, contribuindo, desta forma, para o aperfeiçoamento do ensino de um tema fundamental para o entendimento da Biologia.

Palavras-chave: ensino de biologia. evolução biológica. origem da vida.

ABSTRACT

Questions concerning the origin of life and the biological evolution seem not receive the proper attention in the learning process. Because it is a complex theme, biological evolution deserves a remarkable position in the learning process and needs to be worked in an integrative way along with other contents. Diretrizes Curriculares from MEC to Biological Science teaching emphasize that teaching biological evolution should work as an integrative axis in Biology (BRASIL, 2001). So, the present paper aims to analyze possible problems related to students' conceptions that can work as obstacles in building knowledge about biological evolution. To do it, a study case has been done – senior students were asked to answer a questionnaire about the importance of Biology and the study of biological evolution. The research presents a constructive-naturalistic approach. According to Moraes (2006), this approach is characterized by an intense impregnation of the searched phenomena in order to obtain descriptions and interpretations of themselves. Students' answers were submitted to a Discursive Textual Analysis (MORAES; GALIAZZI, 2007). From the analyzed answers it was possible to identify problems that interfere in Biology learning. These answers showed that many important concepts seem not to be part of the students' speech, and it can be related to a lack of integration between evolution and the other parts of Biology. It was also clear that many conceptions are wrongly present or presented in a superficial way. This work shows considerations and suggestions that can help to diminish some problems, contributing to the learning improvement of such a fundamental theme to Biology understanding.

Keywords: biology teaching. biological evolution. origin of life.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829) p. 20
- Figura 2** – As girafas de Lamarck p. 21
- Figura 3** – Folha de rosto da primeira edição de *A origem das espécies* (1859), de Charles Darwin p. 23
- Figura 4** – Beagle p. 24
- Figura 5** – Charles Darwin (1809-1882) p. 26
- Figura 6** – Alfred Russel Wallace (1823 – 1913) p. 27
- Figura 7** – Equilíbrio pontuado nos quadrinhos p. 32
- Figura 8** – Caricaturas retratando a ancestralidade comum entre homens e outros animais p. 62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PORQUE FALAR DE EVOLUÇÃO?	16
3 UM POUCO DA HISTÓRIA EVOLUTIVA.....	20
3.1 LAMARCK E O PESCOÇO DA GIRAFA	20
3.2 DARWIN E SUA HISTÓRIA EVOLUTIVA.....	23
3.3 A IMPORTÂNCIA DA CONTRIBUIÇÃO DE WALLACE	27
3.4 A VOLTA DE LAMARCK	28
3.5 MUTAÇÃO E SELEÇÃO NATURAL COMO DETERMINANTES DA EVOLUÇÃO	29
3.6 TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO	31
3.7 O EQUILÍBRIO PONTUADO	31
4 CRIACIONISMO X EVOLUCIONISMO: UMA BATALHA QUE PARECE ESTAR LONGE DO FINAL.	34
5 O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA	40
5.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS.....	46
5.1.1 A importância dos conhecimentos prévios	47
5.1.2 Principais obstáculos epistemológicos encontrados no ensino da Evolução Biológica.....	49
6 METODOLOGIA.....	53
6.1 SUJEITOS DA PESQUISA	53
6.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE INFORMAÇÕES	53
6.3 TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES	55
7 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES	56
7.1 CATEGORIZAÇÃO.....	56
7.1.1 Importância dos conhecimentos de Ciências e de Biologia para a vida.....	58
7.1.2 Idéias sobre o surgimento dos seres vivos	66
7.1.3 Causas da diversidade dos seres vivos	72
7.1.4 Explicações sobre semelhanças entre os embriões de vertebrados.....	77

7.1.5 Lembranças do Ensino da Evolução Biológica	80
7.1.6 Importância do Estudo da Evolução para o entendimento da Biologia	82
7.2 A CAIXA PRETA DO ENSINO DA EVOLUÇÃO	86
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERÊNCIAS	103
APÊNDICE A – Instrumento de Pesquisa: Questionário destinado aos alunos	108
APÊNDICE B – Documento referente à autorização da professora de Biologia e ao aval da Diretora da escola para a realização do trabalho	109
APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido fornecido aos estudantes	110
ANEXO A - Respostas dos alunos que dizem ter começado a estudar Evolução durante o Ensino Fundamental	110
ANEXO B - Respostas dos alunos que dizem ter começado a estudar Evolução durante o Ensino Médio.....	114

1 INTRODUÇÃO

O ensino da evolução biológica sempre foi um assunto de meu interesse. O entendimento de questões sobre a origem da vida e as transformações ocorridas desde então, que levaram à grande diversidade de seres vivos hoje existentes no planeta, são essenciais para uma efetiva compreensão da Biologia. Entretanto, este assunto não tem recebido a merecida atenção no ensino, considerando a dimensão de sua abrangência.

Durante a graduação, nas aulas que observei durante a disciplina de Prática de Ensino de Biologia, foi possível perceber que muitas questões que permeiam o ensino da evolução e que são trabalhadas nas escolas não eram bem entendidas pelos alunos e, talvez, nem pelos professores. Mais tarde, já no exercício da atividade docente, observando os currículos das escolas onde trabalhei, reparei que o ensino de evolução era trabalhado de maneira fragmentada e sem relação com as demais áreas da Biologia. Tive a impressão de que os alunos acabavam enxergando a evolução como uma parte qualquer dentro do universo biológico, e não como um fio condutor presente em todas as partes, interligando os assuntos e tornando-os significativos. Essa foi minha motivação para aprofundar os estudos e realizar uma pesquisa sobre o tema.

Quando ingressei no mestrado em Educação em Ciências e Matemática, já tinha minha proposta de dissertação em construção, e ela teve sua origem na vontade de entender quais seriam as possíveis falhas no ensino que tornam um assunto tão importante para o entendimento da vida, como a evolução biológica, um campo cercado de problemas. Aos poucos, essa proposta foi ganhando contornos com o movimento de investigação sobre a temática a partir do problema:

Quais as concepções de alunos concluintes do ensino médio sobre os mecanismos evolutivos e que obstáculos eles encontraram para a compreensão desse tema em aulas de Biologia?

Esse problema abrange duas questões de pesquisa:

1. Quais são as principais concepções dos alunos de uma turma do 3º ano do ensino médio sobre os mecanismos evolutivos?
2. Quais os principais obstáculos (didáticos, epistemológicos e religiosos) enfrentados por esses alunos para compreenderem o tema evolução nas aulas de Biologia?

Considerando o problema e as questões de pesquisa, o objetivo geral deste trabalho foi analisar concepções de estudantes que estão terminando o ensino médio e possíveis obstáculos que encontraram na construção do conhecimento sobre o tema evolução biológica. Isso envolve os seguintes objetivos específicos:

1. Investigar concepções de alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio sobre a Evolução Biológica, analisando possíveis confusões conceituais e dificuldades de compreensão.
2. Identificar obstáculos (didáticos, epistemológicos e religiosos) que permeiam o entendimento do tema Evolução Biológica pelos alunos envolvidos na pesquisa.

Após esta etapa foi possível refletir sobre estratégias para superar concepções equivocadas, buscando, desta forma, contribuir para o aperfeiçoamento do ensino de um assunto muito importante como é a evolução biológica.

O trabalho também buscou refletir sobre as concepções dos alunos a respeito dos mecanismos evolutivos e analisar quais aspectos estão envolvidos na formação dessas concepções.

Foram investigadas concepções de jovens que, pelo fato de estarem na última etapa do ensino formal, ao longo de suas trajetórias escolares tiveram contato com conhecimentos sobre a evolução biológica e, provavelmente, já formularam um pensamento sobre o tema. Partindo deste princípio, analisei aspectos relacionados às suas concepções prévias, observando também se o ensino de evolução está servindo como eixo unificador na Biologia. Desta forma, a intenção foi contribuir para um maior

esclarecimento de questões que dificultam a compreensão dos mecanismos evolutivos. Com a finalidade de apresentar a pesquisa desenvolvida, organizei a dissertação nos seguintes capítulos, após esta introdução:

No segundo capítulo discuto a importância da evolução biológica e apresento definições de evolução segundo importantes pesquisadores sobre o tema.

No terceiro capítulo apresento um apanhado histórico sobre os principais aspectos envolvendo a evolução, um assunto ainda muito polêmico, mas respeitado pela comunidade científica, tendo sua importância reconhecida, assim como todos os cientistas que contribuíram de alguma forma para o conhecimento que temos hoje. Também apresento uma breve história dos passos da evolução biológica e de alguns dos principais cientistas que ajudaram a construir importantes partes do conhecimento biológico.

O quarto capítulo trata da polêmica entre Criacionismo e Evolucionismo e o reflexo desta “luta” no ensino. É crescente o movimento criacionista que luta para que haja a exclusão do ensino da evolução biológica em alguns países. Na discussão sobre este assunto, ainda no contexto dos fundamentos teóricos, há ênfase nos prejuízos que terá o ensino de Biologia se aspectos evolutivos, fundamentais para o entendimento dos processos que regem a vida, forem omitidos do ensino.

O capítulo seguinte aprofunda a fundamentação ao abordar questões relativas ao ensino da evolução biológica, fazendo um registro sobre as dificuldades enfrentadas por professores e alunos para trabalhar este tema. Aspectos como falhas na formação de professores, materiais didáticos inadequados, concepções religiosas fundamentalistas e outros problemas relacionados ao ensino são destacados e discutidos com o intuito de refletir sobre possíveis alternativas de tornar o ensino deste tema mais efetivo.

No capítulo seis apresento a metodologia da pesquisa utilizada no desenvolvimento do trabalho, descrevendo o público alvo participante da pesquisa, os procedimentos utilizados na coleta das informações e o tratamento dessas informações.

Apresento no capítulo sete uma análise das informações obtidas, ressaltando aspectos que podem estar contribuindo para as dificuldades de se trabalhar evolução

biológica nas escolas. Ao final faço uma análise reunindo e relacionando as informações obtidas a partir das respostas apresentadas pelos estudantes.

O capítulo oito traz as considerações finais sobre os principais aspectos observados durante o desenvolvimento da pesquisa que influenciam no ensino da evolução biológica. Reforço discussões que foram estabelecidas ao longo do trabalho e sugiro possibilidades de contribuir com um ensino que reforce a evolução biológica como tendo um papel unificador na Biologia.

É interessante destacar que o momento atual é favorável a debates para (re) construir propostas que visem à reestruturação do currículo de Biologia. Durante a Assembléia Geral de fundação da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB), no dia 17 de agosto de 2006, foi aprovada uma moção de apoio à proposta de dispensar todos os esforços possíveis para transformar o ano de 2009 no “Ano da Biologia”, devido ao bicentenário de Darwin, como aconteceu em 2005, que foi considerado pela UNESCO como o “Ano Mundial da Física”, em comemoração aos trabalhos de Albert Einstein publicados em 1905.

Parece que agora será a vez de Darwin ganhar um especial reconhecimento por toda sua contribuição para o desenvolvimento da ciência. Serão comemorados os 200 anos do nascimento de Darwin e os 150 anos da publicação de sua mais conhecida obra: *A origem das espécies*. Esta é uma oportunidade para destacar a importância deste tema, fazendo com que a biologia evolutiva possa ser entendida de forma adequada como parte do conhecimento científico da atualidade.

2 PORQUE FALAR DE EVOLUÇÃO?

O conceito de evolução biológica ainda é motivo de debates e discussões nos dias atuais. Por mais que exista uma infinidade de pesquisas tentando entender mais sobre este processo, muitas questões relacionadas à evolução não são bem compreendidas nem por cientistas especializados no assunto.

De que depende a evolução? Qual a sua importância? É um processo que acontece ao acaso? Existe uma finalidade específica ou um tempo determinado nesse processo? Essas são perguntas freqüentes relacionadas a um tema ainda bastante polêmico. Segundo Margulis (2002, p. 174) a evolução pode resultar dos atos dos próprios organismos:

A evolução não é uma lei mecânica, mas um complexo de processos sensíveis e simbiogênicos que resultam, em parte, das escolhas e dos atos dos próprios seres orgânicos em Evolução. Muitas vezes se diz que a seleção natural “favorece” esse ou aquele traço. Mas a natureza que seleciona está predominantemente viva. Ela não é uma caixa preta, mas uma espécie de sinfonia senciente.

O estudo da evolução biológica procura entender como ocorrem as transformações que, ao longo do tempo, podem ser observadas nos organismos, de modo a facilitar-lhes a sobrevivência, assim como mostrar os caminhos percorridos pelos seres vivos até chegar à diversidade atual. Apesar do tema evolução biológica ser alvo de muitas pesquisas em desenvolvimento no Brasil e em todo o mundo, ainda existem dúvidas e incertezas sobre os mecanismos que atuam nos organismos e que ocasionam este processo.

Três importantes naturalistas tiveram um papel fundamental na história da biologia evolutiva e contribuíram para que a evolução se tornasse uma das principais teorias da Biologia. Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829), Charles Robert Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913) propuseram teorias que auxiliaram a ciência na construção de idéias para tentar explicar como os organismos vão sofrendo alterações ao longo das gerações e quais os motivos de acontecerem essas modificações. No entanto, é importante destacar que eles não foram os únicos

cientistas a deixarem contribuições para a Biologia, havendo muitos outros estudiosos com papéis relevantes no que se refere à pesquisa sobre evolução. Entretanto, os três pesquisadores citados anteriormente se destacaram. Seus nomes são presença garantida nas páginas de qualquer livro didático de Biologia, bem como em qualquer estudo sobre o assunto.

No século XIX, duas teorias revolucionaram a história do pensamento científico na Biologia: a herança dos caracteres adquiridos, proposta por Lamarck, e a seleção natural, desenvolvida por Darwin. Essas teorias provocaram grandes debates sobre como os seres vivos conseguiam sobreviver na Terra e garantir o sucesso biológico da sua espécie.

Antes de comentar questões sobre a evolução biológica, é importante começar descrevendo as definições existentes sobre este assunto. A evolução biológica pode ser definida como mudança das características genéticas das populações ao longo das gerações. Segundo Futuyma (2002, p. 3), numa perspectiva a longo prazo, “a evolução é a descendência, com modificações, de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns”. Ridley (2006, p. 28) também define a evolução como mudança:

Evolução significa mudança, mudança na forma e no comportamento dos organismos ao longo das gerações. As formas dos organismos, em todos os níveis, desde seqüências de DNA até a morfologia macroscópica e o comportamento social, podem ser modificadas a partir daquelas dos seus ancestrais durante a evolução.

Como já mencionei anteriormente, o conceito de evolução biológica ainda não é muito compreendido por estudantes de Biologia e é confuso até mesmo para alguns professores e estudiosos do assunto. Quando se trata de evolução, ainda hoje, com muitos estudos elaborados sobre o tema, muitas perguntas acabam ficando sem respostas.

É importante que as pessoas conheçam um pouco mais sobre a evolução e, para isso, o nosso papel como professores de Biologia precisa ir além de saber o conteúdo e entender os diversos fenômenos que ocorrem na natureza, difundindo o papel da evolução biológica e desconstruindo mitos que se criaram sobre essa teoria.

Apesar da complexidade que envolve as questões relativas à origem e diversidade dos organismos, é possível transformar o ensino em algo interessante e

atrativo para os alunos. Se o ensino da evolução passar a ser desenvolvido de maneira integrada com as outras áreas da Biologia, sendo contextualizada a sua importância nos dias atuais, não será difícil despertar o interesse dos estudantes por questões que envolvam este tema.

Mas, de modo geral, os alunos chegam ao ensino médio conhecendo muito pouco sobre a evolução e, na maioria das vezes, não conseguem enxergar a importância que ela representa.

O ensino poderia priorizar uma maior participação dos alunos nas reflexões e discussões das temáticas envolvendo a evolução. Talvez os professores evitem este tipo de trabalho por medo de não conseguirem responder aos questionamentos dos alunos, mas a omissão se caracteriza como um dos piores inimigos do ensino. Possivelmente este seja um dos fatores que dificultam o desenvolvimento eficiente do ensino da evolução biológica.

O objetivo do ensino da evolução não é responder todas as perguntas, pois nem os especialistas em evolução conseguiram isto, mas, sim, construir com os alunos a idéia de que todas as espécies existentes são igualmente evoluídas, e que são resultados de muitas adaptações em relação ao ambiente. Ao contrário de muitos discursos que escutamos nas escolas, em programas vinculados à mídia e nas manifestações de alguns alunos em sala de aula, não somos melhores nem piores do que os outros seres vivos. Todos os organismos, desde as bactérias até os mamíferos, evoluíram de um antigo ancestral comum e, com o desenvolvimento das tecnologias que permitem a manipulação do DNA, isso se tornou mais evidente. Uma bactéria que compartilha da nossa companhia atualmente pode ter uma história de bilhões de anos, enquanto nós, humanos, não vamos além de alguns milhares. Ou seja, se hoje ela ainda se faz presente, isso se deve a sua capacidade adaptativa. Dessa forma, fica difícil dizer que ela seja menos evoluída do que os seres humanos.

Para Freire-Maia (1986, p. 52):

A teoria da evolução é hoje tão aceita como a “teoria atômica”, a “teoria heliocêntrica” ou a “teoria celular”; é neste sentido que se diz que a evolução é hoje aceita como um *fato* e, não, como uma *teoria*. Isto significa que se encontra tão bem e cabalmente demonstrada que negá-la seria cometer ato de ignorância. Isto não significa que não haja divergências *dentro* da teoria; o que não há são divergências *sobre* a teoria.

Por ser considerada por muitos cientistas como um fato, a evolução biológica merece um espaço muito maior do que o atual quando tratamos do ensino de Biologia. Neste sentido, é importante pensar em estratégias para melhor abordar os conceitos relacionados à evolução, nas escolas, no intuito de desenvolver um ensino que estabeleça relações entre as várias partes da Biologia.

3 UM POUCO DA HISTÓRIA EVOLUTIVA...

Este capítulo trata dos principais acontecimentos e dos grandes “personagens” que, por meio de suas extensas pesquisas e incansável dedicação à ciência, construíram uma parte importante do conhecimento sobre a biologia evolutiva. Os cientistas citados neste capítulo e ao longo do trabalho marcaram o estudo da evolução e são responsáveis por muitos conhecimentos aos quais temos acesso hoje.

3.1 LAMARCK E O PESCOÇO DA GIRAFA

Lamarck ficou conhecido por ter difundido a herança dos caracteres adquiridos, sendo o primeiro cientista a propor uma teoria sobre evolução biológica. Ele enfatizava que certas características que os organismos iam desenvolvendo ao longo de suas vidas poderiam passar para as gerações futuras. Esta idéia, hoje, é considerada equivocada, considerando que as características só podem se manifestar nas gerações futuras se ocorrerem alterações nas células reprodutivas dos indivíduos.



Figura 1 – Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829)

Fonte: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/l/fotos/lamarck.jpg>

Lamarck geralmente é associado com o exemplo que ficou popularmente conhecido nos livros, quando se referem à herança dos caracteres adquiridos: o do pescoço da girafa. Ele acreditava que, quando não havia mais alimentos no solo, as girafas precisavam fazer um esforço e se esticar para alcançar frutas nas copas das árvores. Esse hábito então teria sido desenvolvido, fazendo com que o pescoço desses animais fosse se esticando. Segundo ele, essa característica teria sido passada para as gerações seguintes ao longo do tempo, fazendo com que todas as girafas que nascessem com o pescoço longo sobrevivessem pelo fato de conseguirem se alimentar. As que não possuísem tal característica não conseguiriam se alimentar e acabariam morrendo. Essa teoria foi refutada e hoje se aceita que nasciam tanto girafas de pescoço longo como de pescoço curto, no entanto, as girafas de pescoço longo levavam vantagem por terem mais facilidade de alcançar o alimento.

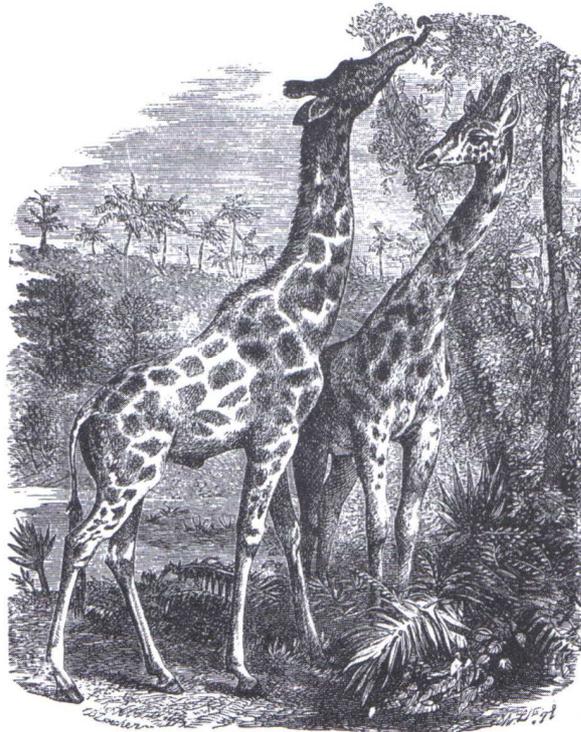


Figura 2 – As girafas de Lamarck
Fonte: DARWIN, 2004, p. 88.

O que muitas pessoas não sabem é que a contribuição de Lamarck foi além do que a maioria dos livros revela. Lamarck teria mencionado quatro “leis” para explicar a variação das espécies, e não apenas as duas que foram bem divulgadas: “uso e desuso”, e “herança dos caracteres adquiridos”. Segundo Martins (1997), as quatro leis consideradas por Lamarck são:

1ª) Tendência para o aumento da complexidade: Lamarck constatou, a partir de comparações entre os organismos atuais com outros que surgiram antes, que havia um aumento da complexidade dos organismos, o que caracterizou como um certo aperfeiçoamento.

2ª) Surgimento de órgãos em função de necessidades e que acabam se mantendo: “A produção de um novo órgão em um corpo animal resulta de uma nova necessidade que surgiu e que continua a se fazer sentir e de um novo movimento que essa necessidade faz nascer e mantém”. (LAMARCK¹, 1835-1845 citado por MARTINS, 1997, p. 37).

3ª) Lei do Uso e do Desuso: Para Lamarck, o uso freqüente de um órgão aumenta sua capacidade, seu desenvolvimento, e órgãos pouco utilizados podem atrofiar e perder suas funções. Cabe aqui o exemplo da girafa, que, segundo o autor, de tanto forçar a musculatura, acabava por alongar o pescoço.

4ª) Herança dos Caracteres Adquiridos: Lamarck afirmava que algumas características adquiridas durante a vida dos organismos eram transmitidas para as próximas gerações, mas não conseguiu explicar ou exemplificar o mecanismo dessa transmissão.

Lamarck considerava que o processo da evolução acontece devido à vontade dos organismos, que até fazem determinados esforços para as mudanças ocorrerem. Ele entendia a evolução como sendo um mecanismo de aumento de complexidade que leva ao aperfeiçoamento, e atribuía isso ao uso e desuso de partes do corpo, que resultava na adaptação ao meio (MARTINS, 1997).

¹ LAMARCK, Jean Baptiste. **Histoire naturelle des animaux sans vertèbres**. 2. ed. revue et augmentée de notes présentant les faits nouveaux dont la science s'est enrichie jusqu'à ce jour, par M. M. G. H. Deshayes et H. Milne-Edwards. 11 vols. Paris: Baillière, 1835-1845.

Apesar de não conseguir explicar de maneira convincente os fenômenos evolutivos, a contribuição de Lamarck para o desenvolvimento da ciência foi muito importante, pois suas idéias sobre adaptação, apesar de diferirem das aceitas atualmente, deram início ao desenvolvimento de diversos estudos sobre o tema. Por não conseguir fundamentar e esclarecer algumas de suas idéias, Lamarck foi desacreditado por cientistas da época e hoje, infelizmente, é lembrado apenas como um pesquisador que teve suas teorias refutadas.

3.2 DARWIN E SUA HISTÓRIA EVOLUTIVA

Em 1859, Darwin publicou sua maior obra, *A Origem das Espécies*, que expressa suas idéias formuladas durante uma viagem que marcou sua vida e a história da Biologia. A obra apresenta reflexões acerca da evolução biológica, tratando de conceitos como a adaptação e seleção natural.

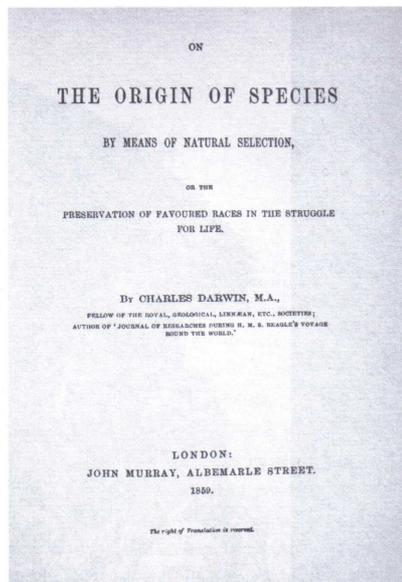


Figura 3 – Folha de rosto da primeira edição de *A origem das espécies* (1859), de Charles Darwin
Fonte: DARWIN, 2004, p. 15.

Darwin viajou a bordo do *HMS Beagle*, da Marinha Real Britânica. Foram cinco anos dedicados a observações da natureza pelo mundo todo. Por meio desta viagem Darwin pode observar diversos fatores que o ajudaram a construir sua teoria sobre evolução.

A princípio, a viagem deveria durar no máximo dois anos, mas Darwin acabou explorando durante cinco anos a paisagem, admirando a diversidade de organismos que encontrava. Com esta viagem ele também teve a oportunidade de conhecer o Brasil, maravilhando-se com a beleza e diversidade de espécies existentes em nosso país.



Figura 4 – Beagle
Fonte: DARWIN, 2004, p. 382.

O nome de Charles Darwin é tão relacionado ao tema evolução biológica, que pode parecer que a evolução surgiu a partir de seus estudos. Porém, é importante lembrar que, antes de Darwin, diversos pesquisadores, como o geólogo britânico Charles Lyell (1797-1875), também se interessavam e se dedicavam a observar os

fenômenos da natureza. Lyell chegou bastante perto da idéia de seleção natural e parecia entender muito bem sobre a competição das espécies por comida e território. Desta luta, reconhecia também que alguns organismos sairiam beneficiados e outros, derrotados. Lyell chegou a escrever em um de seus trabalhos a seguinte frase: “o direito do mais forte finalmente prevalece, e a força e durabilidade da raça depende principalmente de sua proliferação”. (LYELL², 1831 citado por HORVITZ, 2003, p. 159).

Não atendendo ao desejo de seu pai, que gostaria que ele se tornasse médico, Darwin ingressou, em 1828, no curso de Teologia, em Cambridge, onde conheceu o clérigo e botânico John Stevens Henslow (1796-1861). Henslow acabou indicando Darwin como naturalista voluntário no *H.M.S. Beagle*. O objetivo da expedição era estudar as costas Leste e Oeste da América do Sul. Apesar das dificuldades enfrentadas por Darwin, pois seu pai não concordava com a viagem, com apenas 22 anos, em 27 de dezembro de 1831, embarcou na viagem que seria uma experiência marcante em sua vida e no desenvolvimento da biologia evolutiva (HORVITZ, 2003).

Quando o *Beagle* chegou a Galápagos, um arquipélago vulcânico perto da costa do Chile, Darwin surpreendeu-se com a diversidade de organismos que encontrou. Essa ilha proporcionou subsídios para que ele pudesse fundamentar sua teoria da seleção natural.

Quando retornou de sua longa viagem, Darwin estava com 27 anos, com muitas idéias e bastante entusiasmado com o conhecimento que havia construído durante os anos que passou a bordo do navio. Uma questão que surgiu de suas observações e que o estava intrigando era a de como algumas espécies tão próximas geograficamente poderiam ser tão diferentes, enquanto outras, que ele havia encontrado em regiões muito distantes, eram tão parecidas.

Questões como essa fizeram com que Darwin iniciasse a busca de uma teoria para explicar esses fenômenos, chegando à teoria conhecida posteriormente como “teoria da seleção natural”, segundo a qual os organismos melhor adaptados ao seu ambiente conseguem sobreviver e passar para sua prole suas características genéticas, esta teoria também é conhecida como “a sobrevivência dos mais aptos”.

² Citação presente na obra *Princípios da Geologia* do Geólogo britânico Charles Lyell (1797-1875) publicada em 1831.

Darwin acreditava que a adaptação é o processo chave: determina quem evolui e quem vai desaparecer. Também afirmava que a seleção natural é um processo que age constantemente nos organismos. Quando ocorre alguma mudança no ambiente, os organismos que estão adaptados a esse determinado ambiente são submetidos a uma nova seleção, podendo ou não suportar as novas condições impostas pelo meio. Se não puderem suportar, sua população vai diminuir enormemente, correndo o risco de ser extinta, mas se suportarem e se adaptarem às novas condições, sua população vai aumentar e atingir o sucesso evolutivo (HORVITZ, 2003).

Após o impacto que essa teoria ocasionou na comunidade científica da época, um estudo viria proporcionar mais sentido às explicações de Darwin sobre a diversidade e a sobrevivência dos seres vivos. As “descobertas” do trabalho de Mendel, em 1900, ajudaram a responder inúmeras perguntas que Darwin, por desconhecimento da Genética, não conseguiu responder.

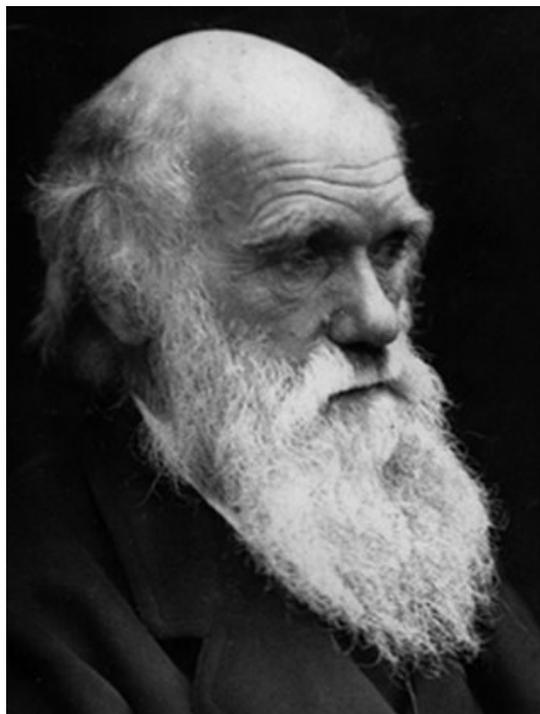


Figura 5 – Charles Darwin (1809-1882)

Fonte: http://professorquevedo.googlepages.com/darwin_beard.gif/darwin_beard-large.jpg

3.3 A IMPORTÂNCIA DA CONTRIBUIÇÃO DE WALLACE

Quando se fala em evolução, especificamente na teoria da seleção natural, Darwin, geralmente, aparece como figura principal. Talvez isso se deva à publicação de sua principal obra, *A origem das espécies*, e por toda a repercussão que esta publicação teve na época. Porém, outro personagem “contribuiu” de maneira importante para a divulgação dos resultados de Darwin: o naturalista inglês Alfred Russel Wallace.



Figura 6 – Alfred Russel Wallace (1823 – 1913)
Fonte: DARWIN, 2004, p. 230.

Nas escolas, é comum a omissão do papel desempenhado por Wallace na história do surgimento da teoria darwiniana. Mas, apesar da teoria da seleção natural ter ficado conhecida por meio da publicação do livro de Darwin, Wallace também chegou a resultados semelhantes.

O que os registros bibliográficos indicam é que, de maneira independente, Darwin e Wallace formularam, em 1858, a teoria da seleção natural. Neste mesmo ano

Wallace teria enviado a Darwin uma carta comentando sobre suas descobertas, que eram muito parecidas com as de Darwin. Wallace, assim como Darwin, havia lido o ensaio do economista inglês Malthus (1766-1834), que também teria servido de fonte de inspiração para a formulação da sua idéia de seleção natural. Eles chegaram a apresentar uma prévia conjunta de seus ensaios em um evento em Londres, porém a notícia de que Darwin não era mais o único proprietário da idéia o fez adiantar a publicação de sua obra antes do que pretendia. Em *A origem das espécies*, Darwin admite que, com todas as suas descobertas durante a viagem, seu trabalho poderia levar mais cinco anos para ser publicado, no entanto as circunstâncias ocasionaram o adiantamento da publicação (HORVITZ, 2003).

Por estes motivos, Wallace deveria ser lembrado com maior freqüência nas aulas de Biologia quando os estudos sobre seleção natural são abordados. Apesar de não ter escrito uma obra com tanta repercussão, seu papel é importante na história evolutiva.

3.4 A VOLTA DE LAMARCK

Nos últimos anos alguns acontecimentos fizeram com que as teorias de Lamarck fossem retomadas no meio científico. A herança dos caracteres adquiridos, proposta por Lamarck, parece ocorrer em algumas situações especiais. Nada que ameace a hegemonia das idéias de Darwin, no entanto, deixa os estudos dos mecanismos evolutivos ainda mais interessantes e complexos.

O que tem sido mostrado é que alguns fenômenos de variações genéticas não se devem aos mecanismos de mutação e seleção natural, mas dependem de modificações em bases nitrogenadas do DNA ou em proteínas associadas a ele. Essas modificações recebem o nome de metilações, e fazem parte de um conjunto de mecanismos conhecidos como epigenéticos.

Um estudo recente com camundongos envolvendo metilações de bases nitrogenadas trouxe de volta a desacreditada teoria da herança dos caracteres adquiridos proposta por Lamarck. Nesta pesquisa os cientistas chegaram a resultados

surpreendentes: camundongos que adquiriram determinadas características durante suas vidas podem transmiti-las a seus descendentes. (PENA, 2006).

Outro indício demonstrando a possibilidade da herança dos caracteres adquiridos ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial (1944-1945). Na Holanda, durante o inverno, houve um período de intensa fome, e muitas mulheres grávidas nessa época sofreram de desnutrição. Seus filhos nasceram com o peso bem abaixo do normal. Mais tarde, nas próximas gerações, mesmo com uma alimentação adequada, as mulheres que haviam nascido desnutridas também geraram crianças com peso abaixo da média esperada. Então, provavelmente a subnutrição dessas mulheres durante a guerra, além de ter afetado a saúde de seus filhos, também se manifestou em seus netos (PENA, 2006).

A partir dos resultados obtidos nestas pesquisas é importante retomar as idéias de Lamarck e incluir esses novos conhecimentos no ensino da evolução. Desta forma, é possível estabelecer ligações entre os estudos recentes e as teorias desenvolvidas em outras épocas, demonstrando o caráter dinâmico da ciência e contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

3.5 MUTAÇÃO E SELEÇÃO NATURAL COMO DETERMINANTES DA EVOLUÇÃO

Muitos fatores influenciam na velocidade dos processos evolutivos, sendo as mutações um determinante da evolução das espécies. As mudanças ambientais também podem alterar o modo de vida e o comportamento dos seres vivos.

Segundo Freire- Maia (1986, p. 47):

A mutação é a matéria- prima da evolução. Ocorre ao acaso, no sentido de que seu aparecimento não responde a necessidades adaptativas, mas não ocorrem ao acaso no sentido de que não tenham limitações de frequência, de tipo e de amplitude. A constituição da matéria determina, pois, o espectro das mutações possíveis, sendo, desta forma, um fator limitante e, até certo ponto, dirigente da evolução.

A seleção natural acontece devido a variações que ocorrem nas populações devido ao surgimento de mutações. Ridley (2006) cita como exemplo a evolução rápida da resistência viral a drogas contra o HIV. Para o autor, isto acontece não somente devido à força seletiva exercida pelas drogas empregadas no tratamento da doença, mas também porque as populações virais são muito grandes. Há uma rápida multiplicação dos vírus e uma taxa de mutação bastante elevada.

Portanto, mutação e seleção natural estão diretamente relacionadas, pois uma se dá em decorrência da outra. Se um organismo sofre uma mutação que favoreça sua sobrevivência em determinado ambiente, ele será selecionado e esta nova característica será passada às futuras gerações.

Passaglia (1996, p. 116) define mutação como: “[...] a fonte básica de toda variabilidade genética, fornecendo a matéria prima para a evolução”. É importante destacar que existem mutações que são incompatíveis com a sobrevivência do indivíduo. Esse tipo de mutação pode ocasionar a eliminação do indivíduo por seleção natural.

Em *A origem das espécies*, Darwin (2004, p. 91) aborda a exposição dos organismos à seleção natural:

[...] os seres orgânicos se empenham incessantemente em se multiplicar seguindo uma progressão geométrica; cada indivíduo, em algumas fases da vida, durante determinadas estações do ano, no decurso de cada geração ou em certos intervalos, deve lutar pela sobrevivência e permanecer exposto à destruição. Quando refletimos sobre esta luta universal, podemos consolar-nos com a certeza de que a luta não é incessante na natureza, de que o medo é desconhecido, de que a morte está geralmente pronta, e de que os seres vigorosos, sadios e afortunados sobreviverão e se multiplicarão.

A expressão *seleção natural* foi em sua origem e ainda é mal interpretada por algumas pessoas. Um exemplo é a interpretação equivocada da seleção natural como sendo um processo consciente por parte dos animais que sofrem transformações ou ainda um entendimento de que se refere a uma potência divina.

A seleção natural e as mutações andam juntas, sendo processos intimamente relacionados e desconhecidos pelos organismos. Estes mecanismos agem de maneira silenciosa e influenciam decisivamente na batalha pela sobrevivência dos seres vivos.

3.6 TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO

Darwin só não teve maior sucesso na época em que divulgou suas idéias sobre evolução e seleção natural porque não possuía conhecimentos sobre Genética para poder explicar os mecanismos que atuavam nesses processos. Mais tarde, quando a comunidade científica tomou conhecimento dos estudos realizados por Mendel, a teoria de Darwin passou a fazer mais sentido.

A fusão entre as idéias de Darwin e a genética mendeliana, que ocorreu durante a década de 30 do século passado, é conhecida como *teoria sintética da evolução* ou *neodarwinismo*, e chegou para explicar e relacionar aspectos que, na época de Darwin, não ficaram bem explicadas devido à falta de um maior conhecimento sobre Genética (RIDLEY, 2006).

A teoria sintética envolve fatores relacionados aos processos de deriva genética, migração e recombinações gênicas, ampliando as explicações darwinistas. Atualmente, os conceitos evolutivos não ficam restritos as idéias de Darwin e Lamarck, pois os conhecimentos sobre Genética, Biologia Molecular e Bioquímica são fortemente relacionados. É impossível pensar em evolução sem vincular as áreas citadas acima.

3.7 O EQUILÍBRIO PONTUADO

Stephen Jay Gould (1941-2002) e Niles Eldredge (1943-), na década de 1970, propuseram uma teoria que denominaram de equilíbrio pontuado. Esta teoria teve origem na observação desses pesquisadores sobre a falta de registros fósseis que mostrassem as mudanças graduais de determinados organismos. Parecia haver súbitas aparições de espécies fósseis, seguidas de períodos longos sem sofrerem transformações. Os biólogos justificavam essa falta de informações de formas intermediárias pelo fato dos registros fósseis serem incompletos e falhos. Gould e Eldredge não concordavam com esta visão. Para eles, a aparição repentina de

espécies e os longos períodos em que não havia mudanças nos organismos são processos naturais da evolução e não são decorrentes de falhas nos registros fósseis (RIDLEY, 2006).

Gould e Eldredge deram os primeiros passos na construção de uma nova teoria, argumentando que as espécies possuem taxas diferentes de mudanças. Essas alterações seriam rápidas em períodos de especiação, sendo separadas por períodos de equilíbrio em que as mudanças ocorreriam de forma mais lenta. Essa teoria recebeu o nome de *equilíbrio pontuado*.

Segundo Ridley (2006, p. 621-622), a teoria do equilíbrio pontuado estimulou muitas controvérsias, e dois fatores principais teriam contribuído para isto:

Um é que às vezes se dizia que o equilíbrio pontuado afronta o “gradualismo” da teoria de evolução de Darwin. [...] A segunda fonte de controvérsia é que a teoria do equilíbrio pontuado foi esboçada em conjunto com idéias menos aceitas sobre especiação e associadas a elas.

No entanto, a teoria do equilíbrio pontuado não possui a intenção de “ser mais correta” que a teoria que propõem uma taxa de evolução lenta e gradual. Essas teorias representariam extremos de um intervalo contínuo de modificações que pode ser ocupado pelos organismos. A teoria do equilíbrio pontuado surgiu como mais uma alternativa para tentar explicar como ocorrem as modificações nos seres vivos (RIDLEY, 2006).



Figura 7 – Equilíbrio pontuado nos quadrinhos
Fonte: “E de extinção”, edição especial de *Novos X-Men* (out/2007)

Apesar das incertezas e da complexidade que envolve o ensino da evolução biológica, é importante proporcionar aos estudantes o conhecimento das diversas pesquisas existentes para tentar explicar questões que ainda não são bem compreendidas. A figura 7 é uma prova de que esses conhecimentos estão em todas as partes, e de que todas as faixas etárias têm acesso a eles. Portanto, discutir estas questões em sala de aula é fundamental para ampliar a visão dos alunos sobre questões envolvendo o tema.

4 CRIACIONISMO X EVOLUCIONISMO: UMA BATALHA QUE PARECE ESTAR LONGE DO FINAL.

A diversidade de organismos existentes na Terra é tão grande que é difícil acreditar que todos esses organismos tenham se originado a partir de seres bem mais simples. Para muitos é mais fácil acreditar que os seres vivos tenham sido criados e se mantido iguais desde sua criação.

O criacionismo é a teoria que defende a “criação” de todos os organismos por meio de um ser ou entidade superior, indo de encontro à teoria da evolução por negar que esses organismos sofrem transformações com o passar do tempo.

A teoria criacionista é baseada em convicções religiosas e tem como idéia central a criação das espécies, tendo origens separadas e não sofrendo modificações desde então.

Conforme Sepulveda (2004, p. 5): “Os criacionistas representam um grupo de pessoas ligadas a diferentes religiões teístas, como o cristianismo, o judaísmo, o islamismo e o hinduísmo, que consideram o evolucionismo uma forte ameaça à fé num Deus criador e providencial.”

A questão religiosa torna-se preocupante quando relacionada ao ensino da evolução, pois pode influenciar nas concepções sobre a origem da vida e sobre os mecanismos evolutivos. Um ensino religioso ministrado de forma dogmática pode causar confusões significativas na aprendizagem da Biologia.

Tanto a ciência como a religião representam visões sobre o mundo, ambas com seus pressupostos. Porém, elas fazem parte de universos distintos que não precisam se contrapor.

O criacionismo ou fixismo passou a ser fortemente questionado a partir do século XVIII, com o desenvolvimento de estudos nas diferentes áreas da Biologia, como, por exemplo, Paleontologia, Anatomia, Embriologia, entre outras. Segundo Meyer e El-Hani (2001, p. 155):

Os achados fósseis suscitam inúmeras perguntas: como explicar o desaparecimento de tantas espécies na fauna atual? Qual a relação entre espécies fósseis e vivas? [...] Como explicar o fato de espécies presentes numa localidade serem semelhantes aos fósseis que as antecederam? Por que há semelhanças entre fósseis encontrados em sucessivos estratos geológicos, numa mesma região? Parecia mais fácil explicar essas observações supondo-se que novas espécies surgem das preexistentes.

Esses questionamentos contribuíram para que muitas pessoas repensassem as idéias criacionistas. Mesmo pertencendo a mundos distintos, essas duas visões tendem a ser confrontadas. O ensino da evolução possui também o papel de desfazer esse conflito, ressaltando e esclarecendo os objetivos tanto da religião como da ciência.

O estudo da evolução visa à explicação dos processos que levam a diversidade dos seres vivos por meio de pesquisas científicas, sem, no entanto, buscar elementos sobrenaturais para solucionar essa questão. Sendo uma área de grande abrangência, a evolução pode ser tratada como um fio condutor no estudo da Biologia. Ainda segundo Meyer e El- Hani (2001, p. 157):

Sem a idéia de evolução, o mundo natural se torna um confuso emaranhado de formas vivas. Com a evolução, inúmeras observações podem ser facilmente explicadas, como o resultado da transformação dos seres vivos ao longo do tempo. A evolução tem um papel central e unificador na Biologia, organizando as diversas disciplinas que a compõem em torno de um eixo comum.

Entretanto, em 1999, o estado de Kansas, nos EUA, resolveu tirar das provas de Biologia das escolas públicas a teoria da seleção natural de Darwin. Desde então, tem sido observado um crescimento do movimento criacionista em vários lugares do mundo. Em alguns países a teoria da evolução chega até mesmo a ser excluída do currículo das escolas (CUNHA, 2004).

As discussões envolvendo o criacionismo e o evolucionismo têm se tornado cada vez mais polêmicas, e são reforçadas por visões político-administrativo-religiosas de governos que tomam decisões a favor da omissão de informações, como, por exemplo, é o caso dos estados que proibiram o ensino da teoria evolucionista nas escolas públicas americanas (VOGT, 2004). Os próximos parágrafos apresentam um apanhado histórico sobre a antiga disputa entre criacionistas e evolucionistas.

Bruce Alberts, presidente da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, manifestou preocupação quanto ao movimento criacionista no território norte-

americano. Em aproximadamente 40 estados ou distritos escolares o ensino da evolução é questionado. Dentre as propostas criacionistas que tentam enfraquecer o ensino da evolução está a utilização de adesivos nos livros didáticos de Biologia do ensino médio, com exigências ou recomendações sobre inclusão do criacionismo nos cursos escolares. Além disso, também há um incentivo para que os estudantes analisem os pontos fracos da teoria da evolução, bem como a adoção de novas avaliações dos métodos de ensino sobre evolução (SALZANO, 2005).

Embora a concentração das polêmicas envolvendo as teorias criacionistas e evolucionistas se manifestem nas escolas dos Estados Unidos, este problema também ganhou importância no Brasil ao ser estabelecido um ensino confessional nos estados do Rio de Janeiro e da Bahia.

Em 2004, uma grande polêmica foi originada no estado do Rio de Janeiro, quando a então governadora Rosinha Matheus declarou ao Jornal *O Globo* não acreditar na teoria da evolução. Essa declaração fez com que alguns professores de religião do Norte Fluminense, terra da governadora, resolvessem incluir a teoria criacionista nos currículos escolares (MENEZES, 2004).

Conforme Gazir (2004), este fato gerou indignação por parte da comunidade científica. Segundo ele, Ennio Candotti, presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, não gostou dessa situação e declarou que alguns grupos políticos evangélicos estavam se aproveitando deste momento para ganharem destaque e não para transformar em uma boa oportunidade de discutir fé e ciência.

Devido a essas discussões, há a necessidade de uma reflexão sobre aspectos legais e aspectos pedagógicos relacionados a essa situação, para que não se repita o que houve em alguns estados norte-americanos.

Desde a década de 1920, o ensino da evolução vem sendo fortemente perseguido por correntes religiosas extremistas. Gould (2002) relembra o episódio ocorrido em julho de 1925 (primeiro ano que se tem registro da adoção do ensino acadêmico da teoria evolucionista) na cidade de Dayton, Tennessee, onde o professor de Biologia, John Scopes, foi acusado de ensinar evolução em uma escola deste município. O professor foi condenado e, depois de alguns anos, absolvido sob justificativa de erro na condução do processo. A cada debate existente entre ciência e

religião, este episódio ressurgiu como um fato onde a teoria da evolução teria colocado em xeque as crenças religiosas estabelecidas.

Para Gould (2002, p.101):

A saga das tentativas por parte dos criacionistas de banir o ensino da evolução, ou de forçar sua própria versão fundamentalista da história da vida a entrar no currículo das escolas públicas, representa um dos episódios mais interessantes, peculiares e persistentes da história cultural dos Estados Unidos no século XX.

O desejo do movimento criacionista norte americano sempre foi banir o ensino de evolução das escolas públicas dos Estados Unidos. Com a derrota em 1964, onde a Suprema Corte declarou inconstitucionais os estatutos anti-evolucionistas vigentes, nos estados do Sul dos Estados Unidos, os protestantes fundamentalistas passaram a utilizar outra estratégia no final da década de 1970. A partir de então, os criacionistas passaram a defender a inclusão legal do ensino do criacionismo no currículo de Ciências das escolas públicas. No entanto, em 1987 os criacionistas tiveram outra derrota: a Corte Suprema impediu, por meio de uma legislação estatal, que o ensino do criacionismo fosse implementado nos currículos escolares (GOULD, 2002).

Gould declara em diversos momentos, em suas obras que tratam sobre ciência e religião, que a causa da “guerra” entre essas duas instituições (religião e ciência) é o fanatismo dogmático apresentado por fundamentalistas. O autor afirma que: “O inimigo não é a religião, mas o dogmatismo e a intolerância, uma tradição tão antiga quanto à espécie humana e impossível de ser extinta sem uma eterna vigilância, que é como proclama uma famosa expressão, o preço da liberdade”. (GOULD, 2002, p.118).

O que preocupa a comunidade científica é que ocorra uma estagnação do conhecimento devido à proliferação das idéias extremistas dos criacionistas nas escolas. É direito de todos saber o que a ciência produziu até o momento, com seus erros, seus acertos e suas incertezas, independente de posições religiosas.

O papel dos mestres é levar informação para a sala de aula, bem como auxiliar seus alunos a trabalhar com elas, sem impor ou negar crenças pessoais ou institucionais. O importante é apresentar aos alunos os argumentos evolucionistas e criacionistas, sem passar a idéia de que um é mais correto que o outro, tentando, desta maneira, desconstruir o cenário de disputas existente entre religião e ciência.

É importante levar para dentro da sala de aula todos os debates atuais sobre as questões envolvendo o ensino da evolução, buscando transparência de informações e estabelecendo um diálogo voltado à construção dos conhecimentos biológicos. Com isso, pode ser superada a abordagem convencional, que trata a evolução biológica como mais um assunto no currículo, sendo expostas sempre as mesmas teorias, sem nenhuma novidade. Esta abordagem é contraditória, pois se entendemos que a evolução não pára, sendo um processo contínuo, como este assunto pode vir sempre do mesmo jeito nos livros didáticos, sem informações atualizadas e recentes? Assim como a evolução, as pesquisas também não param, e novidades surgem a todo instante. É importante que os alunos tenham a oportunidade de desenvolver um pensamento crítico sobre essas discussões.

Em relação ao julgamento do professor Scopes, com receio que ocorresse uma estagnação na ciência causada pela falta de informações nas escolas sobre um assunto fundamental para o entendimento da vida, Clarence Darrow afirmou em seu pronunciamento, em 1925:

Se hoje podemos tomar algo como a evolução e tornar seu ensino nas escolas públicas um crime, amanhã poderemos tornar um crime seu ensino nas escolas particulares, e no ano seguinte poderemos tornar um crime seu ensino nas assembleias ou na igreja. E na sessão seguinte podemos banir os livros e jornais... A ignorância e o fanatismo estão sempre ocupados e precisam de alimento. (Gould, 2002, p. 119).

Os movimentos anti-evolucionistas estão ganhando muita força, não apenas nos países onde o protestantismo é predominante como nos Estados Unidos e na Inglaterra. Segundo Cunha (2004), em fevereiro de 2004, o Ministério da Educação da Itália, um país predominantemente católico, excluiu dos currículos escolares o ensino da teoria da evolução. Atitudes como esta podem adquirir proporções importantes, afetando a compreensão da Biologia.

Um estudo realizado por Sepulveda (2001) com futuros professores do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas mostrou que alguns alunos do curso se sentem conflitados quando precisam abordar assuntos como a origem da vida e a evolução biológica. O desconforto por parte desses futuros professores ocorre porque eles se sentem divididos entre a tarefa de levar o conhecimento científico a seus alunos e o

compromisso com seus dogmas religiosos. A autora descreve ainda que, quando eles precisam planejar uma ação pedagógica para o ensino médio que compreenda os temas origem e evolução da vida, ficam em dúvida se devem abordar o assunto por meio da teoria criacionista ou evolucionista, ou se abordam as duas visões, enfatizando uma mais do que a outra. Esta situação se estabelece porque, muitas vezes, os futuros profissionais não têm esses conceitos bem definidos e apresentam lacunas sobre o tema.

Sobre o suposto conflito entre a ciência e a religião, Gould (2002, p.12) coloca: “Não vejo como a ciência e a religião podem ser unificadas, ou mesmo sintetizadas, sob qualquer esquema comum de explicação ou análise; mas tampouco entendo por que as duas experiências devem ser conflitantes”. O autor enfatiza ainda que:

A ciência tenta documentar o caráter factual do mundo natural, desenvolvendo teorias que coordenem e expliquem esses fatos. A religião, por sua vez, opera na esfera igualmente importante, mas completamente diferente, dos desígnios, significados e valores humanos - assuntos que a esfera factual da ciência pode até esclarecer, mas nunca solucionar. (GOULD, 2002, p.12).

Por mais que a religião e a ciência ainda sejam vistas como rivais em muitas regiões do mundo, alguns religiosos já se arriscam a admitir a existência da evolução. Conforme Lewontin (2005), em julho de 2005 o cardeal austríaco Christoph Schönborn admitiu acreditar que os seres humanos e outros organismos têm um ancestral comum e, portanto, que as espécies atuais evoluíram de outras que não mais existem, demonstrando assim, aceitar a idéia da evolução.

Ridley (p. 91, 2006) afirma que:

[...] é importante também reforçar que não há necessidade de conflito entre a teoria da evolução e a crença religiosa. Essa não é uma controvérsia de “e/ou”, na qual aceitar a evolução significa rejeitar a religião. Nenhuma crença religiosa importante é contradita pela teoria da evolução, de modo que a religião e a evolução deveriam ser capazes de coexistir pacificamente no conjunto de crenças sobre a vida de qualquer pessoa.

A adoção, por parte dos professores de Ciências e Biologia, de uma atitude pluralista que tenha compromisso com a construção de um pensamento crítico é essencial para o desenvolvimento do conhecimento e a superação dos conflitos existentes.

5 O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Embora a evolução desempenhe um papel unificador na Biologia, ainda recebe pouca atenção nos currículos escolares, aparecendo como um simples conteúdo independente dos demais. Até mesmo os livros didáticos, em geral, não contemplam a evolução de forma a estabelecer ligações efetivas com os demais conteúdos. Os conceitos geralmente aparecem de maneira compartimentalizada e com um fim em si próprios, havendo às vezes erros conceituais.

Pesquisas realizadas por Carneiro (2004), Sepulveda (2001) e Tidon e Lewontin (2004) apontam diversos problemas que interferem no ensino da evolução, como a falta de integração de conceitos desenvolvidos durante o ensino deste assunto com as demais áreas da Biologia, falta de clareza sobre os conceitos apresentados nos livros didáticos e materiais utilizados pelos professores nas aulas, erros conceituais originados de questões que não foram bem entendidas pelos professores durante a graduação, além de outros, que fazem com que o ensino de evolução não seja bem compreendido nas escolas.

Os problemas que envolvem o ensino da evolução podem estar contribuindo para que este assunto não seja ensinado de forma clara nas escolas. Tidon e Lewontin (2004) consideram que falhas na formação dos professores, más condições de trabalho e ausência de materiais de divulgação científica são outros fatores que colaboram para que o ensino da evolução seja cercado de muitas lacunas.

O ensino da evolução biológica, segundo o currículo de grande parte das escolas, costuma ser abordado na etapa final do ensino médio, quando os alunos, pela primeira vez, deparam-se com conceitos específicos como adaptação, progresso, mutação, seleção natural, organismos “superiores” e “inferiores”, entre outros. Estes conceitos podem ser interpretados de forma a não corresponderem às concepções científicas nos diferentes campos da Biologia. Assim, por exemplo, acontece com a concepção de progresso, muito utilizada no dia-a-dia. Segundo Araújo (1992, p. 12):

A idéia de progresso está ancorada no senso comum de que a espécie humana representa o ápice da evolução. No entanto, qualquer grupo atual de organismos representa o ápice da sua própria evolução, logo qualquer um pode ser usado como referencial para critérios de progresso.

A concepção de que os seres humanos se encontram no topo da escala evolutiva e a idéia de que os outros seres vivos estariam na Terra à disposição dos seres humanos é bastante discutível. Araújo (1992, p. 6) faz uma crítica à concepção de progresso vista sob essa perspectiva:

Está sedimentada em todos nós, a idéia de uma “progressão” entre os organismos. É preciso notar que não se trata somente de uma seqüência, mas de uma seqüência qualificada, do mais primitivo ao mais avançado, daí as palavras “inferiores” e “superiores”. A lógica desse raciocínio leva-nos a perguntar sobre a nossa própria posição zoológica em relação às outras espécies. Ainda mais, entre os humanos haverá também grupos inferiores e superiores?

Darwin, por exemplo, não vinculava a evolução a uma idéia de progresso. Em suas anotações foi encontrada a seguinte frase: “Nunca diga superior ou inferior” referindo-se a designação de animais, erro tão comum quanto dizermos que um organismo é mais evoluído que o outro. Este é mais um dos problemas existentes no ensino - até hoje essas terminologias são utilizadas dentro das salas de aula. Também escreveu ao paleontologista Alpheus Hyatt, autor de uma teoria sobre progresso intrínseco, os seguintes dizeres: “Depois de longa reflexão, não consigo descartar a convicção de que não existe nenhuma tendência inata para o desenvolvimento progressivo”. (DARWIN³, 1872 citado por GOULD, 2001, p.190).

Crenças culturais e preconceitos sociais influenciam os conceitos científicos referentes à evolução. Sobre estes preconceitos, Gould (1997, p. 96) declara:

O mais pernicioso e limitante desses preconceitos é a idéia de progresso, a noção de que a evolução possui uma motivação ou manifesta uma poderosa tendência de caminhar em direção à maior complexidade, ao projeto biomecânico mais eficiente, a cérebros maiores ou alguma outra definição paroquial de progresso.

³ Frase escrita por Darwin numa carta ao paleontologista Alpheus Hyatt datada de 4 de dezembro de 1872.

Gould (1997) considera que essa idéia tem origem na arrogância humana ao pretender dominar do universo, sendo comum associar a palavra progresso a algo que se aperfeiçoou, que melhorou.

Assim como o conceito de progresso, o conceito de mutação também costuma ser interpretado diferentemente do seu significado científico. Para pessoas que não são da área científica em questão, mutação representa, muitas vezes, um processo que ocorre gerando uma aberração no indivíduo. Quando, em termos científicos, o conceito de mutação se refere a um fenômeno causador de variabilidade genética, sendo muito importante na sobrevivência dos organismos.

Outro conceito que sofre influências de crenças pessoais é o de adaptação, pois comumente ele se encontra vinculado à concepção de melhoria, por estudantes e professores (TIDON; LEWONTIN, 2004). O entendimento equivocado desses conceitos sofre ainda o reforço de um ensino fragmentado e descontextualizado sobre biologia evolutiva.

Interpretações confusas sobre os mecanismos evolutivos são freqüentemente estimuladas por abordagens apresentadas pela mídia. Questões veiculadas em programas televisivos, e em jornais e revistas sobre evolução podem render importantes discussões em sala de aula. Muitas vezes os próprios alunos trazem para a escola dúvidas que surgem quando estão assistindo a um programa ou uma novela. É importante aproveitar essas oportunidades, buscando a construção de debates que permitam refletir sobre o modo como a mídia tem se apropriado e difundido os conhecimentos científicos. As dúvidas e curiosidades dos alunos são materiais riquíssimos para uma discussão que poderá ajudar a reconstruir ou aprofundar conhecimentos apresentados de forma superficial e/ou equivocada pelos veículos de comunicação.

A partir dos materiais fornecidos pelos diferentes tipos de mídia, o professor tem a oportunidade de aproximar a Biologia do cotidiano dos estudantes. É importante que saibam distinguir o que é ficção e o que pode realmente acontecer na vida real. Já existem muitos filmes, entre eles a trilogia mutante dos *X-Men*, que abordam questões seguidamente mencionadas em sala de aula. A utilização de conceitos científicos também pode ser observada em tramas da teledramaturgia nacional.

Como os estudantes interpretam as representações destes conceitos na mídia? Será que eles possuem capacidade crítica para analisar esses programas? A utilização em sala de aula destes instrumentos de comunicação significa transcender as páginas dos livros didáticos, dando uma nova dimensão para um assunto cuja relevância é indiscutível.

O emprego de uma nomenclatura equivocada também atinge o nível acadêmico. Algumas universidades ainda empregam os termos “superiores” e “inferiores” quando fazem referência a organismos com maior ou menor complexidade. No entanto, o que há é uma cadeia alimentar em que os seres dependem uns dos outros para poder sobreviver, estando a vida de todos os organismos de alguma maneira relacionada. Desta forma, não existe um modo de determinar graus de importância para esses organismos, estabelecendo hierarquias incoerentes.

As confusões conceituais encontram-se nas mais variadas etapas de ensino. A complexidade dos conhecimentos relacionados à evolução biológica é considerada, por alguns cientistas, um problema que dificulta a abordagem do tema pelos professores. Tidon e Lewontin (2004) também apontam em suas pesquisas que muitos professores, embora considerem fáceis os conhecimentos básicos das teorias evolutivas, apresentam dificuldades em responder questões vinculadas a esses conceitos, confundindo, por exemplo, lamarckismo com darwinismo.

Se o ensino da evolução recebesse uma atenção especial desde as séries iniciais, funcionando como um eixo central na construção do conhecimento biológico, possivelmente haveria uma diminuição dos problemas hoje existentes.

Em face das dificuldades mencionadas para se trabalhar o tema evolução nas escolas, a importância de se desenvolver uma abordagem do assunto de forma integradora seria, para muitos autores, fundamental para a compreensão de todo o contexto evolutivo. Segundo Dobzhansky (1973), “Nada na biologia faz sentido exceto à luz da evolução”. Para o autor, o ensino da evolução seria capaz de vincular e relacionar todos os campos da Biologia. Futuyma (1992, p. 224) reforça o pensamento de Dobzhansky e afirma:

Para as Ciências Biológicas, a evolução biológica representa um elemento unificador através do qual muitos e diversos fatores como as semelhanças anatômicas e fisiológicas entre diferentes espécies, os conhecimentos sobre embriologia animal, a diversidade de espécies e os registros fósseis entre outros, são integrados e explicados.

A falta de integração da evolução biológica com as demais áreas da Biologia passa a ser um dos grandes problemas para o ensino e a aprendizagem dessa disciplina. Em muitas escolas brasileiras, a evolução não tem sido adotada como eixo integrador e, geralmente, é trabalhada como mais um tópico dos conteúdos de Biologia. Este fato pode colaborar para os baixos índices de compreensão e credibilidade da teoria evolutiva (PIOLLI; DIAS, 2004).

Existem problemas de organização dos currículos escolares que acabam influenciando na falta de estabelecimento nas relações entre as diversas áreas da Biologia. Embora o professor Antônio Carlos Rodrigues de Amorim, membro da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio), afirme que algumas áreas da Biologia, como a Botânica, a Zoologia e a Taxonomia, possam ser ensinadas independentemente da evolução biológica (PIOLLI; DIAS, 2004), é importante que haja uma contextualização da história evolutiva dos diversos grupos de organismos para que os alunos possam estabelecer ligações entre eles. Caso contrário, o ensino ficará restrito apenas ao entendimento de cada organismo como entidades desprovidas de relações com os outros seres. O que acaba acontecendo é que os professores dão prioridade para um ensino que abrange a estrutura morfológica dos organismos sem abordar a história evolutiva desses seres.

A evolução permitiu a unificação de diversas áreas da Biologia, e muitos pesquisadores, como Tidon e Lewontin (2004), consideram impossível a compreensão do estudo da evolução sem uma integração de todas essas áreas. Nesse sentido, as Diretrizes Curriculares para o curso de Ciências Biológicas do MEC apresentam o seguinte argumento:

O estudo da Biologia deve possibilitar a compreensão de que a vida se organizou através do tempo, sob a ação de processos evolutivos, tendo resultado numa diversidade de formas sobre as quais continuam atuando as pressões seletivas. (BRASIL, 2001, p. 1).

No que se refere ao tópico de conteúdos curriculares, em conteúdos básicos, este mesmo documento enfatiza: “Os conteúdos básicos deverão englobar os conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas, da terra e humanas, tendo a evolução como eixo integrador”. (BRASIL, 2001, p. 5)

O estudo da Biologia somente fará sentido aos alunos se estes conseguirem enxergar a relação existente em todas as áreas desta disciplina, assim como a relação entre todos os seres vivos.

O ensino de Biologia que tem como princípio a “decoreba” de definições ainda é muito comum, ocasionando a perda do interesse dos estudantes, por se tratar, muitas vezes, de conhecimentos distantes de seus interesses atuais. Para que haja aprendizagem, é preciso haver também uma desestabilização dos conhecimentos prévios, gerando assim um “desconforto” nos estudantes. Com isto, consegue-se provocar o interesse dos alunos no sentido de reconstruir os conhecimentos existentes.

Talvez, se houvesse uma preocupação menor em “cumprir” o extenso currículo formulado pelas escolas, e uma maior preocupação com a qualidade do ensino que está sendo desenvolvido, grande parte dos problemas hoje existentes seriam resolvidos. Outra estratégia interessante é aproveitar as vivências dos alunos, seus conhecimentos prévios sobre a biologia para dar início a discussões que partam do que eles conhecem e não de conceitos descontextualizados de suas realidades. Segundo Giordan e Vecchi (1996, p. 92): “Uma concepção sempre é atualizada pela situação vivida, pelas perguntas feitas... Pode depender da seqüência pedagógica implementada, do contexto no qual ela emerge. [...] Trata-se, na verdade, de mobilizar o que se sabe e adaptá-lo à situação vivida”.

É importante incentivarmos os alunos a manifestarem seus conhecimentos prévios, pois esses conhecimentos são os precursores dos processos posteriores da aprendizagem que levarão a uma complexificação do saber. Giordan e Vecchi (1996, p. 102) afirmam ainda que:

As concepções não devem, portanto, ser interpretadas unicamente como coleções de informações passadas ou como os elementos de um estoque informativo simplesmente destinado a consultas posteriores. Correspondem primeiramente a uma mobilização do adquirido em vista de uma explicação, previsão, ou ainda uma ação simulada ou real.

A partir de uma abordagem que encontra dentro do próprio aluno um sujeito capaz de contribuir para a construção do conhecimento, relacionando a evolução com as demais partes da Biologia, é possível acrescentar qualidade no desenvolvimento do pensamento científico. Assim sendo, os professores podem desempenhar um papel fundamental no intuito de ultrapassar as atuais dificuldades encontradas no ensino de evolução, ao levarem em consideração as idéias prévias dos alunos.

5.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Os conhecimentos que os alunos possuem formam suas bagagens intelectuais, que foram construídas a partir das vivências de cada um ao longo dos tempos. Estes saberes são essenciais para suas futuras aprendizagens. O que acontece é que, quando se pretende reformular esses conhecimentos, muitos obstáculos podem influenciar nesta reestruturação.

Lacunas no ensino podem provocar um entendimento equivocado de conceitos por parte dos estudantes. Conceitos que não são bem compreendidos pelos alunos podem se tornar obstáculos importantes para o aprofundamento dos saberes. Conforme Bachelard (2005, p. 19): “Um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não questionado”. Determinado conceito pode não estar muito claro, mas é o conhecimento formulado até o momento, portanto, é o que o estudante irá reproduzir quando expressar suas idéias. Para Bergson⁴ (1934, p. 231 citado por BACHELARD, 2005, p. 19): “Nosso espírito tem a tendência irresistível de considerar como mais clara a idéia que costuma utilizar com freqüência”. Com a utilização freqüente, as idéias ganham valor, e o conhecimento se constrói quando os novos saberes se deparam com os saberes anteriores, ocorrendo uma destruição de idéias mal estabelecidas, superando o obstáculo à espiritualização (BACHELARD, 2005). Reside aí a função do professor em estimular a participação efetiva dos estudantes, de

⁴ BERGSON. *La Pensée et le Mouvant*. Paris, 1934, p. 231.

demonstrar a importância da exposição de suas idéias e do benefício de aprender a ouvir críticas e saber lidar com elas.

Em se tratando do ensino da teoria da evolução, devido aos problemas como a falta de aprofundamento em leituras e atualização do saber por parte dos professores, utilização de materiais didáticos precários e a presença de concepções distorcidas sobre o tema, os obstáculos vão se formando e se tornando um problema no ensino. Alguns destes problemas podem ser identificados nas concepções dos alunos participantes desta pesquisa.

O diálogo entre o que é apresentado e o que se sabe é uma estratégia muito útil para a reconstrução do conhecimento. Na ausência desta interação, dá-se espaço a proliferação de concepções de significados vazios e que só contribuem para o desenvolvimento de obstáculos à construção de novos saberes.

5.1.1 A importância dos conhecimentos prévios

Estar ciente das concepções que os alunos construíram ao longo de suas vidas pode ser o caminho mais fácil para ajudá-los na reestruturação do pensamento e na reconstrução de seus conhecimentos. Partindo do conhecimento prévio dos alunos pode-se evitar a formação de conceitos equivocados. Em muitos casos, as idéias prévias podem ser incoerentes, mas mostram uma grande estabilidade e uma dificuldade imensa de serem reestruturadas.

Segundo Giordan e Vecchi (1996, p. 155): “[...] o saber não se adquire de imediato, pela observação; elabora-se a partir das concepções vigentes, através de um longo processo de retomada e decantação que desemboca sobre a construção de outra aproximação da realidade”. Os autores colocam ainda que, as noções dos alunos podem estar impregnadas de importantes erros, o que resultará em verdadeiros obstáculos para a aprendizagem, dificultando ou impedindo a construção do saber científico (GIORDAN; VECCHI, 1996).

É importante a consideração de conceitos pré-existentes para o estabelecimento de um pensamento científico, caso contrário, o que se vê é a consolidação dos esquemas prévios. A falta de exploração pelo professor dos conhecimentos prévios dos alunos possibilita que estes erros permaneçam e impeçam o desenvolvimento do conhecimento científico. Para Moraes (2004, p. 18):

Reconstrói-se o que pode ser melhorado. Por isso toda aprendizagem inicia-se com um questionamento sobre um conhecimento existente. Problematiza-se o que se sabe, apontando seus limites, deficiências e incompletudes. A partir disso encaminham-se reconstruções, novos argumentos e hipóteses que precisam então ser defendidas no sentido de mostrar sua consistência.

Ter a oportunidade de questionar os conhecimentos prévios vai proporcionar aos estudantes uma reflexão que levará ao aprofundamento desses conhecimentos e a reconstrução total ou parcial dos mesmos.

Neste sentido, é interessante refletir sobre a prática docente. No final dos cursos de licenciatura, terminamos as disciplinas de Prática Docente com a idéia de que uma aula precisa ser bem planejada. São elaborados minuciosos planejamentos de aula, e quando é preciso colocar em prática todo esse preparo, nos deparamos com situações inesperadas e não conseguimos “cumprir” metade do que planejamos. No entanto, pela falta de experiência, dificilmente nos perguntamos se a aula pode ter feito algum sentido para o aluno. Devido a essa inexperiência, acabamos por esquecer a importância de questionar os nossos alunos sobre os conhecimentos que eles possuem sobre o assunto que estamos desenvolvendo. Este é o ponto chave que não pode faltar em nosso planejamento. Para Moraes (2004, p. 23) “Utilizar os conhecimentos iniciais dos alunos como ponto de partida para as reconstruções caracteriza um pressuposto importante dos currículos reconstrutivos”.

Com isto, planejamentos flexíveis, que permitem a participação efetiva dos alunos, se fazem necessários para que se possa almejar o estabelecimento de um ambiente no qual a valorização do diálogo seja priorizada em detrimento da “absorção” dos saberes prontos.

5.1.2 Principais obstáculos epistemológicos encontrados no ensino da Evolução Biológica.

Conforme Bachelard (2005), os obstáculos epistemológicos constituem-se em acomodações ao que já se conhece. Para que um novo conhecimento se estabeleça, às vezes é preciso romper com certos conceitos que podem estar barrando o processo de aprendizagem. O ato de conhecer desafia o conhecimento atual, destruindo conhecimentos mal formulados, superando o que o autor denomina como obstáculo à formação do espírito científico.

Bachelard (2005, p. 23) afirma ainda que:

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana.

O autor faz essa análise referindo-se ao ensino de Física, mas podemos muito bem transpor essa idéia ao ensino de Biologia, e mais especificamente ainda ao ensino da evolução biológica. Além desse tema ter pouco espaço em sala de aula, ou de ser trabalhado de forma independente dos outros conteúdos da disciplina, o que acontece na maioria das vezes é que este assunto é apresentado como sendo um aparato de teorias elaboradas há séculos. Discussões sobre trabalhos atuais ou contrapontos dessas teorias passam pelo ensino, na maioria das vezes, de forma pouco significativa para os estudantes, sendo abordadas tão rapidamente que os alunos não têm a oportunidade de formar uma idéia consistente e com o mínimo possível de clareza sobre o assunto.

Carneiro (2004) indica problemas como a desarticulação com os demais temas das ciências biológicas e a influência das concepções religiosas, assim como os inúmeros equívocos conceituais, como sendo os principais fatores que comprometem um ensino efetivo sobre a evolução. Cabe lembrar que os livros didáticos também

podem se tornar um problema, na medida em que geralmente não se preocupam com o histórico das teorias evolutivas. Eles trazem sempre os mesmos exemplos já conhecidos sobre cada teoria, como se o assunto não sofresse transformações com o passar dos tempos. Deixam de incluir os inúmeros estudos existentes que apontam outras possibilidades e novidades sobre o assunto.

Pacheco e Oliveira⁵ (1997 citado por CARNEIRO, 2004) realizaram um estudo onde foi analisada a abordagem do tema evolução biológica nos livros didáticos. Este estudo detectou diversos problemas como equívocos históricos e abordagens pouco claras, que colaboram para confundir os estudantes, e afastá-los não só do estudo da evolução e da biologia, mas das ciências como um todo.

Estas confusões formadas fazem com que as crenças que cada um possuía antes de entrar em contato com os estudos de evolução saiam fortalecidas, visto que é muito mais lógico e fácil ficar com conhecimentos que estão “claros” a ter de (re)construir novos conhecimentos a partir de um emaranhado de informações equivocadas apresentadas por professores e materiais mal formulados.

O fato do ensino da evolução biológica ser trabalhado apenas na etapa final do ensino médio, como indica a distribuição do currículo na maioria das escolas, contribui para aumentar as dificuldades enfrentadas pelos alunos e professores no decorrer do processo de ensino. Os alunos acabam não tendo um tempo hábil para refletir sobre questões complexas que envolvem a origem da vida e as transformações que ocorrem com os organismos.

A abordagem escolar equivocada de um assunto tão polêmico e possuidor de um dinamismo intenso não é recente. Gould (2002, p. 110) afirma:

Os editores de livros didáticos, o braço mais covarde da indústria editorial, geralmente capitularam e excluíram a evolução, ou então relegaram o assunto a um pequeno capítulo no final do livro. Possuo um exemplar do livro didático que usei em 1956 num colégio público em Nova York, uma publicação liberal sem pudores quanto ao ensino da evolução. [...] A evolução ocupa apenas 18 das 662 páginas do livro – capítulo 58, numa obra de sessenta capítulos.

⁵ PACHECO, R. B. C.; OLIVEIRA, D. L. O homem evoluiu do macaco?: Equívocos e distorções nos livros didáticos de Biologia. In: **VI Encontro de Perspectivas do Ensino de Biologia**. Anais. São Paulo: FEUSP, 1997.

O autor ainda complementa dizendo que na maioria das escolas esse capítulo nem chegava a ser visto, e, que neste livro, a palavra “evolução” sequer era mencionada. Pode-se pensar que este foi um caso isolado e antigo, fruto de uma nação onde o movimento criacionista apresenta uma organização estruturada. Entretanto, como já referido anteriormente, a evolução só não foi abolida dos currículos italianos devido a manifestações da comunidade local (SEPULVEDA, 2007).

Para Almeida e Falcão (2005), o conceito de evolução apresenta-se repleto de obstáculos epistemológicos, de fundo ideológico, filosófico e teológico, refletindo em sua abordagem na sala de aula. O que acaba acontecendo é que professores ficam inseguros ao tratar do assunto, dificultando assim, a compreensão dos alunos. Em escolas privadas confessionais esse assunto pode sofrer ainda mais repressões.

Tendo em vista que esse é um tema centralizador, cabe lembrar a importância da compreensão dos processos evolutivos para um efetivo entendimento da importância da biologia. No entanto, as pesquisas sobre o tema envolvendo as concepções de alunos a respeito da evolução biológica, no Brasil, ainda são recentes.

Estudos realizados sobre este tema têm mostrado que os estudantes do ensino médio possuem conhecimentos relacionados ao senso comum que persistem mesmo após anos de (re) construções na tentativa de atingir o conhecimento científico (BIZZO, 1991).

A evolução biológica não poderia ser trabalhada como se fosse apenas mais um conteúdo a ser desenvolvido nas escolas e universidades. Questões relativas à evolução aparecem vinculadas a diversos meios de comunicação, como jornais, revistas, *internet*, livros e, inclusive, a mídia televisiva, com seu caráter, muitas vezes, sensacionalista. Um fator preocupante é como este assunto é abordado e como está sendo entendido pelo público em geral. A mídia traz este assunto em forma de novelas, quando trata dos “perigosos” mutantes, documentários, desenhos animados e outros programas sensacionalistas que, muitas vezes, provocam uma visão distorcida. Se entrarmos em uma livraria, iremos nos deparar com inúmeros materiais abordando o tema, como revistas, histórias em quadrinhos, almanaques, e livros didáticos. Estas questões poderiam ser levadas para a sala de aula na tentativa de ampliar a visão dos estudantes sobre a abrangência do ensino da evolução.

Dificuldades no ensino da evolução, muitas vezes originadas de concepções ligadas a crenças religiosas, são fatores que podem transformar-se em obstáculos para a construção de um conhecimento científico. Tais obstáculos poderiam ser levados em conta pelo professor, em um trabalho conjunto com os alunos, numa caminhada rumo à superação de dificuldades para o entendimento do assunto em questão.

É importante, também, refletir sobre a possibilidade do desenvolvimento de um ensino de Biologia integrado a outras áreas do conhecimento, com as questões envolvendo o ensino de evolução trabalhadas de forma permanente, juntamente aos outros conteúdos abordados em Ciências e Biologia, e não somente no final da terceira série do ensino médio, como o que vem ocorrendo em grande parte das escolas. Com esta abordagem, a construção do conhecimento sobre a origem da vida e sobre a evolução biológica talvez pudesse ser realizada de forma menos conflitante. Neste contexto a pesquisa foi realizada, conforme a metodologia apresentada no próximo capítulo.

6 METODOLOGIA

6.1 SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa foram constituídos por uma turma de 20 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre.

A opção por esta escola pública se deve ao seu caráter laico, embora seja comum encontrarmos símbolos religiosos nos ambientes destas instituições de ensino. A escolha da 3ª série do ensino médio se dá em virtude destes alunos estarem concluindo a etapa de ensino formal obrigatória, o que torna possível obter uma noção da visão construída pelos alunos sobre a evolução biológica ao longo de toda a trajetória escolar.

6.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE INFORMAÇÕES

A pesquisa apresenta uma abordagem naturalística-construtiva. Segundo Moraes (em fase de elaboração)⁶, esta abordagem assume uma realidade construída pelos sujeitos, trabalhando com mundos humanos, representados por construções lingüísticas e discursivas, valorizando especialmente os conhecimentos prévios dos sujeitos envolvidos. Devido a estes fatos, esta abordagem aponta para a impossibilidade de um olhar teórico objetivo e neutro. Ela caracteriza-se por uma impregnação intensa dos fenômenos pesquisados para que, a partir daí, obtenha-se descrições e interpretações dos mesmos.

⁶ MORAES, R. **Da noite ao dia**: tomada de consciência de pressupostos assumidos dentro das pesquisas sociais. Texto utilizado na disciplina "Teoria e Prática da Pesquisa", do curso de mestrado em Educação em Ciências e Matemática, em 2006.

As informações foram coletadas através da aplicação de um questionário (APÊNDICE A) com perguntas de caráter geral sobre a importância da evolução biológica para a compreensão dos fenômenos que regem a vida, bem como da Biologia como um todo.

Em visitas à escola para prestar esclarecimentos sobre a pesquisa a ser realizada, apresentei à diretora e à professora de Biologia uma cópia do questionário que os estudantes responderiam. Após todos os esclarecimentos a respeito do trabalho, a Direção da escola e a professora da disciplina concordaram com a realização da pesquisa, deram uma autorização por escrito (APÊNDICE B) e se mostraram bastantes disponíveis para a execução deste tipo de atividade na escola.

Conforme orientações do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da PUCRS, após a autorização escrita da professora de Biologia e da Diretora, foi elaborado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para ser submetido aos alunos adolescentes, que teriam o direito de assiná-lo ou não, mediante assistência. Esse material, junto à autorização já assinada pela diretora e pela professora, a cópia do questionário que seria aplicado aos alunos e o projeto desta pesquisa foram encaminhados ao CEP/PUCRS, aguardando um parecer favorável para implementar a pesquisa. Após receber o aceite do CEP/ PUCRS, estabeleci um novo contato com a direção da escola e com a professora da turma para o agendamento da data em que o questionário seria aplicado, o que aconteceu no final do ano letivo.

Antes da aplicação do questionário entreguei uma cópia do TCLE (APÊNDICE C) para cada aluno, além de esclarecer a eles que as perguntas se tratavam de um instrumento de pesquisa de mestrado, e que suas participações não eram obrigatórias. Enfatizei também que seus nomes, assim como o nome da instituição, não seriam revelados no trabalho. Além disso, também lhes disse que, caso concordassem em participar, poderiam desistir a qualquer momento, bastando entrar em contato para avisar da decisão. Em caso de desistência, as respostas não seriam utilizadas na pesquisa. Entretanto, todos os alunos concordaram.

6.3 TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES

A metodologia de análise escolhida foi a Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007), por esta apresentar uma perspectiva de constante reconstrução dos significados e dos discursos que investiga. Ela representa um movimento que se afasta da visão do conhecimento tido como pronto ou acabado, estando em constante (re)construção na medida em que se intensificam as leituras e análises dos objetos de interesse.

Segundo Moraes e Galiazzi (2007, p. 149):

A Análise Textual Discursiva, com sua perspectiva fundamentada na hermenêutica, inicia seus esforços de construção de compreensão a partir dos sentidos mais imediatos e simples dos fenômenos que pesquisa. Assume, porém, um desafio permanente de produzir sentidos mais distantes, complexos e aprofundados. Nisso não entende propriamente estar procurando sentidos ocultos, mas pretende envolver-se em movimentos de constante reconstrução dos significados e dos discursos que investiga. Mais do que expressar realidades já existentes, a Análise Textual Discursiva tenciona inserir-se em movimentos de produção e reconstrução das realidades, combinando em seus exercícios de pesquisa a hermenêutica e a dialética.

Os questionários respondidos pelos estudantes foram analisados, sendo as respostas separadas em grandes categorias por graus de semelhança. Dentro de cada categoria foram estabelecidas ainda subcategorias.

Realizei intensas leituras das respostas dos alunos com o intuito de interpretar as idéias apresentadas pelos estudantes e compreender a origem das concepções construídas até o momento sobre o ensino de evolução biológica. Após o término da análise dos questionários e da criação das categorias e subcategorias, elaborei um texto no qual foram estabelecidas relações entre as idéias apresentadas nas diferentes categorias e sobre as diversas concepções dos alunos, interpretadas com base no referencial teórico.

7 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

Apresento aqui os resultados da pesquisa desenvolvida, expressos por meio das concepções dos alunos que foram obtidas perante o questionário aplicado e das posteriores análises e discussões resultantes dessas concepções.

7.1 CATEGORIZAÇÃO

De acordo com a metodologia descrita no capítulo anterior, as respostas do questionário foram comparadas e categorizadas segundo o método de Análise Textual Discursiva, conforme Moraes e Galiazzi (2007).

Foram atribuídos códigos para a identificação das respostas dos alunos participantes da pesquisa. Estes códigos consistem de letras do alfabeto, que representam cada aluno.

Organizei as respostas em categorias que correspondem às perguntas realizadas. Dentro de cada categoria, encontram-se subcategorias, que são reuniões de respostas que possuem algum tipo de relação, posteriormente debatidas. Segue abaixo uma lista contendo as categorias e subcategorias produzidas:

7.1.1 Importância dos conhecimentos de Ciências e de Biologia para a vida

- Ensino eficaz ou matéria preferida?
- Conhecimentos sobre as origens
- Referências à Evolução Biológica
- Separação das naturezas
- Diversidade de organismos
- A Biologia no dia-a-dia
- Os mistérios da Biologia

7.1.2 Idéias sobre o surgimento dos seres vivos

- Idéias vagas e concepções equivocadas
- Idéias próximas ao conhecimento científico
- Surgimento pela Criação
- A partir do Big Bang

7.1.3 Causas da Diversidade dos seres vivos

- Adaptação ao Ambiente
- Motivos ecológicos
- Cruzamento de diferentes espécies
- Biodiversidade Divina

7.1.4 Explicações sobre semelhanças entre os embriões de vertebrados

- Porque Deus quis
- Relação de ancestralidade/ Origem comum
- Respostas sem sentido

7.1.5 Lembranças do Ensino da Evolução Biológica

- Evolução no ensino fundamental
- Evolução no ensino médio

7.1.6 Importância do Estudo da Evolução para o entendimento da Biologia

- Homem como o ápice evolutivo
- Desenvolvimento das espécies
- Idéias vagas (I)
- Idéias vagas (II)
- Visão da Evolução como um processo acabado
- Evolução e Teorias Evolutivas
- Evolução versus Biotecnologia

A seguir, apresento o resultado de cada categoria com as reflexões produzidas a partir delas. E, relacionando estas partes, concluo este capítulo com um texto, produzido a partir do que foi discutido em cada categoria, num movimento de tentar visualizar as relações existentes entre elas, o que permite um olhar global sobre o assunto em questão.

7.1.1 Importância dos conhecimentos de Ciências e de Biologia para a vida

Esta categoria foi produzida a partir da seguinte pergunta: Refletindo sobre a sua trajetória escolar, o que o ensino de Ciências e de Biologia acrescentou na sua visão sobre a vida?

- **Ensino eficaz ou matéria preferida?**

As respostas que compreendem essa subcategoria são de estudantes que dizem ter aprendido muito com o ensino de Ciências e Biologia e que revelam achar uma disciplina muito importante. A pergunta que dá título à subcategoria tem o intuito de provocar uma dúvida que poderá ser esclarecida no decorrer das análises: Será que estes estudantes aprenderam de forma significativa tudo o que foi trabalhado durante os três anos do ensino médio, ou a disciplina de Biologia ganhou suas atenções por se tratar de uma matéria que eles gostam muito, produzindo respostas que demonstram sua abertura para o estudo desta ciência?

O estudante “P”, por exemplo, diz: *“acrescentou tanto que fez com que eu optasse por fazer algo na área”*. Já o aluno “G”, ressalta a beleza da natureza, mesmo sabendo das dificuldades por ela enfrentadas na luta contra a poluição: *“Muita coisa, aprendi sobre a natureza que cada dia se torna mais linda; mas muitas vezes não tão pura. Aprendi também sobre os seres vivos, o ciclo ecológico, do que se alimentam, sobre doenças”*.

É possível perceber por este depoimento um certo encantamento, concedendo à Biologia um fascínio pela diversidade de cores, formas e cheiros, que talvez esteja relacionado ao contato diário com a diversidade de formas de vida que encontramos ao nosso redor.

Alguns estudantes citaram também, áreas de estudo da Biologia, como a Genética, Zoologia, Botânica e Ecologia, demonstrando suas preferências por determinados assuntos, mas ao mesmo tempo fragmentando o estudo da vida em partes, como é o caso do aluno “O”: *“Aprendi muito, porém a parte que mais me chama a atenção é a genética”*. Isto não é surpreendente, visto que a Biologia é dividida em partes para estruturar os currículos escolares. Os conteúdos são fragmentados num primeiro momento com a intenção de serem aglutinados depois. Basta saber se o entrelaçamento das partes ocorre ou não; se os currículos são estruturados de maneira clara e lógica, possibilitando ao aluno construir relações entre as partes; se em cada parte o sentido do movimento ocorre de maneira flexível, possibilitando aos alunos a construção de idéias que irão compor os seus conhecimentos, mas também aproveitando os seus conhecimentos prévios e auxiliando na reestruturação desses conhecimentos.

Mais além faço uma relação das respostas apresentadas nesta categoria com as respostas destes mesmos estudantes quando são questionados a respeito de seus conhecimentos, assim será possível identificar se eles realmente possuem idéias coerentes sobre os conceitos que foram trabalhados nestas disciplinas ou se a Biologia representa apenas a matéria preferida.

- **Conhecimentos sobre as origens**

Quando questionados a respeito da importância do estudo de Ciências e de Biologia, alguns alunos citam diretamente os assuntos relacionados à origem do universo e da vida, bem como as transformações que ocorrem com os seres vivos ao longo da vida. Mesmo que estas respostas possam ter sofrido alguma influência do texto que encabeça o questionário, elas trazem informações que merecem atenção.

Os alunos “E”, “J” e “M” disseram ter aprendido sobre a origem da vida. O aluno “E” escreveu: *Me ensinou de onde vêm os seres vivos e como é o funcionamento deles.* O aluno “J” relatou: *Acrescentou o conhecimento de diversas teorias sobre o início da vida.* E o aluno “M” afirmou: *Praticamente todo o meu conhecimento em se tratando de origem da vida.* Já o estudante “B” revela que aprendeu sobre as transformações que ocorrem com os seres, mas diz não saber muito sobre como o universo e o mundo podem ter se originado: *Muito pouco em relação a como surgiu (mundo, universo) e muita explicação no que se refere a transformação dos seres.*

Considerando que mundo e universo referem-se a objetos diferentes, e que cada um possui, cientificamente, uma data aproximada de origem, o aluno, ao se referir na mesma frase a estes dois tipos de surgimento e, em seguida, revelar que aprendeu sobre as modificações que ocorrem nos organismos, pode estar tendo dificuldades em separar os conceitos sobre origem do universo, do mundo e da vida. Quando o aluno “B” cita o surgimento do universo e do mundo, será que em seu pensamento ele também está incluindo a origem dos seres vivos?

Esse tipo de confusão é bastante comum entre os estudantes. A origem deste equívoco pode estar associada a dois fatores. Um deles diz respeito às falhas existentes no ensino de Biologia, e o outro refere-se à possibilidade de uma herança religiosa.

O fator religioso talvez seja o precursor de um pensamento reforçado pelas falhas educacionais. Crenças religiosas trazidas de “casa” e somadas a um ensino que priorize uma visão religiosa sobre a origem da vida e sobre a diversidade dos seres vivos podem influenciar na compreensão da visão científica para explicar estes fenômenos.

Num país onde a maioria da população possui uma religião de origem cristã, o evento da criação divina contado no Antigo Testamento, muito provavelmente, já foi escutado desde a infância pelos estudantes. Não é pretensão deste trabalho entrar no mérito de quem detém a verdade, se é a ciência ou a religião. Até mesmo porque as duas instituições tratam de coisas diferentes, sendo chamadas por Gould (2002) de MNI (Magistérios não-interferentes). Mas o discurso bíblico da criação coloca a origem do universo e a origem da vida num intervalo muito pequeno de tempo, representado por 7

dias de 24 horas. Ou seja, praticamente o evento criador, tanto dos planetas quanto dos seres vivos, se deu ao mesmo tempo.

Quando se fala então de uma criação divina, interpreta-se como sendo a origem do universo e da vida. Com isso, ao chegar à escola e se deparar com uma linha cronológica de bilhões de anos, associada à idéia de origem do universo por meio de uma explosão, o aluno entra num processo de confronto de pensamentos. É acrescentado ainda, a esta confusão, o surgimento do planeta Terra “somente” cerca de 10 bilhões de anos depois do *Big Bang*, e a vida esperaria ainda mais 500 milhões de anos para aparecer. É muito número, é muita informação, além de ser um mundo totalmente desconhecido.

Os alunos apresentam dificuldades em lidar com números grandes. Percebe-se, então, que ao se falar de milhões e bilhões de anos, se faz necessário um trabalho que contextualize melhor este aluno no tempo e no espaço. Caso contrário, o professor irá encontrar dificuldades para auxiliar seus alunos no processo de reconstrução do conhecimento.

É interessante destacar a importância de haver a reconstrução dos conhecimentos mal estabelecidos no processo de aprendizagem. Caso esse processo não ocorra, o estudante permanecerá apresentando idéias confusas ou até mesmo concepções equivocadas sobre o tema.

Essas lacunas que os alunos apresentam podem estar relacionadas com as falhas no ensino. Até mesmo a mudança de escola pode comprometer o ensino, pois se as escolas possuem currículos escolares diferentes, um contexto que já é fragmentado pode ser reforçado. Além do fato das abordagens realizadas pelos professores serem diferentes.

Cabe ressaltar também que existem outros problemas que permeiam o ensino, como, por exemplo, a dificuldade por parte dos professores, de trabalhar questões relativas a estes assuntos (TIDON; LEWONTIN, 2004).

- **Referências à Evolução Biológica**

As respostas apresentadas nesta categoria trazem a evolução como sendo um assunto que foi importante para o entendimento da Biologia. Entretanto, cabe ressaltar aqui que os alunos apresentaram idéias muito vagas, mas que em conjunto com as respostas das perguntas subseqüentes contribuem para uma reflexão mais ampla.

A resposta do aluno “K” pode nos remeter a uma suposta origem do homem a partir do macaco: “*O homem evolui com a era dos macacos*”. Embora não se possa determinar o que ele quis dizer quando se refere a uma “era dos macacos”. Essa questão já rendeu muitas discussões na comunidade científica, sendo que Darwin foi ironizado pelas suas idéias referentes ao processo evolutivo.



Figura 8 – Caricaturas retratando a ancestralidade comum entre homens e outros animais
 Fonte: Scientific American Brasil, série Gênios da Ciência nº 3

Ao contrário de uma idéia equivocada que acabou se difundindo devido a uma má interpretação das idéias de Darwin, o homem não foi originado do macaco, mas sim de um ancestral comum. Portanto, humanos e macacos modernos compartilham um antepassado comum, tendo sido originados de uma espécie que não existe mais.

Sendo homem e macaco pertencentes ao grupo dos primatas, são naturais as semelhanças existentes entre as espécies, como, por exemplo, propriedades anatômicas, genéticas e bioquímicas em comum. Em todo caso, este é um assunto que deve ser debatido e contextualizado historicamente em sala de aula para que se evitem possíveis equívocos.

O aluno “N” afirma que o ensino de Biologia “*mostrou cientificamente os conceitos de evolução*”. No entanto, este aluno pode apresentar conhecimentos não-científicos sobre os processos evolutivos. Ou seja, os conhecimentos prévios que este aluno possui apresentam importância fundamental para o desenvolvimento deste assunto. Com isso, é interessante frisar o papel do professor de escutar o que os alunos sabem sobre os conteúdos trabalhados.

Com relação à resposta apresentada pelo aluno “T”: “[...] *existem várias teorias da evolução dos seres vivos, isso apenas nos mostrou este tipo de teoria*”, percebe-se uma associação entre o estudo de evolução e as teorias evolutivas. Obviamente as teorias que tratam sobre evolução são estudadas quando a temática evolução é abordada. Mas é importante que o professor trabalhe o fato de que os estudos envolvendo os processos evolutivos não se restringem às teorias formuladas por alguns cientistas, sendo um assunto amplo e aberto a debates.

- **Separação das naturezas**

O aluno “J” faz referência aos conhecimentos adquiridos sobre a vida humana e animal, cometendo, desta forma, um equívoco que é muito comum: o de colocar homens de um lado e animais de outro: “[...] *conhecimentos sobre a vida humana, animal e etc., podendo observar o quanto somos interessantes*”. Essa separação pode ser fruto de uma fragmentação do estudo da Biologia, onde o organismo humano é visto em separado do restante dos animais, podendo reforçar assim a idéia de

distanciamento com relação às origens. Desta forma, a idéia de um ancestral comum entre as espécies pode ser alvo de uma resistência, representando um obstáculo a ser ultrapassado.

- **Diversidade de organismos**

A seguinte resposta do aluno “R”: “*Que somos seres complexos constituídos de microorganismos e muito diferentes e que vivemos no mesmo ambiente*”, demonstra que o aluno parece apresentar noções dos mecanismos evolutivos. Apesar de ter escrito apenas uma frase, ele aborda a diversidade de organismos existentes que são dependentes de um mesmo ambiente. Podemos vincular a interpretação desta frase com um evento marcante para os conhecimentos que hoje apresentamos sobre a evolução, que foi a viagem de Darwin a bordo do *Beagle*.

Conforme Horvitz (2003), as observações de Darwin no arquipélago vulcânico de Galápagos despertaram no naturalista muitas curiosidades que o levaram a várias de suas descobertas tão importantes para a ciência. Darwin conhecia as idéias de Buffon e Lamarck para tentar explicar a diversidade das espécies. Eles acreditavam que mudanças graduais no ambiente eram capazes de transformar uma única população em muitas espécies diferentes, explicando desta forma a grande diversidade de organismos que Darwin havia observado já na América do Sul e agora em Galápagos.

No entanto, a natureza do arquipélago fez com que Darwin contestasse essa visão. Segundo Horvitz (2003, p. 164):

Se o ambiente tinha tanta influência no aparecimento de variações nas formas orgânicas, qual era a explicação para uma ampla diversidade de formas orgânicas no *mesmo* ambiente? As tartarugas, por exemplo, diferiam de uma ilha para outra. Os tentilhões de espécies obviamente distintas exibiam hábitos diferentes e tinham dietas e formas diferentes. Alguns tinham bicos pontudos e estreitos e outros, curvos e atarracados. Pássaros comedores de sementes dominavam uma ilha, pássaros comedores de insetos outra. As plantas exibiam diferenças igualmente evidentes.

Referindo-se a essas observações, Darwin escreveu: “Subitamente me ocorreu que, sob estas circunstâncias, as variações favoráveis tendiam a ser preservadas e as

desfavoráveis tendiam a ser destruídas. O resultado disto seria o estabelecimento de novas espécies”. (HORVITZ, 2003, p. 168).

Essas observações e as dúvidas que foram geradas a partir delas se tornaram um desafio que acompanhou Darwin pelo resto de sua vida. Demorou ainda um certo tempo para que ele começasse a falar em seleção natural, mas esta teoria foi o resultado final de suas observações e pesquisas sobre a diversidade dos seres vivos.

- **A Biologia no dia-a-dia**

Os alunos “D” e “F”, quando questionados sobre a importância da Biologia, fazem uma relação dos conhecimentos científicos aprendidos com os acontecimentos relacionados ao seu dia-a-dia: *“Acrescentou boas coisas, aprendi muito sobre Biologia, coisas que fazem parte do meu dia-a-dia.”* (D); *“Para mim é uma matéria que me ensinou muitas coisas que podem ser úteis no dia-a-dia, como o conteúdo que estamos estudando agora, o Reino Fungi, que me mostrou quais fungos são venenosos e os que não são.”* (F).

Esta relação é muito importante na construção do conhecimento, pois um ensino que enfatize essa ligação pode deixar o aluno mais atento aos fenômenos a sua volta e se dar conta de que a Biologia não está apenas nos livros didáticos ou nas palavras dos professores, e sim, em todos os lugares.

- **Os mistérios da Biologia**

As respostas que deram origem a esta categoria permitem fazer uma discussão sobre o que existe de mais encantador na Biologia: os mistérios que ela representa. É interessante observar que os estudantes percebem essa característica da Biologia e se mostram bastante empolgados quando descobrem algo novo: *“Esclareceu dúvidas e curiosidades que eu tinha, trouxe mais conhecimento e me ajudou a conhecer seres que eu não imaginava existirem.”* (C); *“Acrescentou para uma boa melhoria no pensamento da vida. Desvendou diversas curiosidades que para mim eram um*

mistério.” (H); “No geral acrescentou bastante, porque com os estudos de biologia pude reconhecer e conhecer várias coisas.” (I).

A palavra curiosidade aparece em duas das três frases destacadas acima. Transpondo a questão da curiosidade para o ensino da evolução, William Ball Provine, em entrevista para Oliveira e Araújo (1999, p. 13), diz: “Parece-me que o reconhecimento da extrema limitação do nosso entendimento da Biologia Evolutiva é um grande e maravilhoso convite para mentes jovens se juntarem ao esforço de entender melhor a evolução”. Provine afirma ainda que:

Dar aos estudantes a impressão de que quase tudo está conhecido sobre evolução é não só faltar com a verdade, mas matar o interesse dos estudantes. A Biologia Evolutiva é excitante exatamente porque ainda é muito desconhecida. (OLIVEIRA; ARAÚJO, 1999, p. 13).

Com isso, é importante que os professores aproveitem o fato da Biologia despertar a curiosidade dos alunos, estimulando dessa forma atitudes investigativas que coloquem o aluno como agente da construção de seu conhecimento.

7.1.2 Idéias sobre o surgimento dos seres vivos

Esta categoria foi produzida a partir da seguinte pergunta: Como você acha que surgiram os primeiros seres vivos?

Evidências científicas demonstram que a vida na Terra tenha surgido há aproximadamente 4 bilhões de anos. A partir daí, o processo evolutivo começou a agir fortemente nos organismos. Isto pode ser evidenciado nas pesquisas que indicam o aparecimento e desaparecimento de diversas formas de vida desde a origem da vida até os dias atuais.

- **Idéias vagas e concepções equivocadas**

Ao responder a este questionamento os alunos representantes desta categoria parecem não conhecer ou não se sentirem seguros em citar quais foram os primeiros seres vivos que surgiram na Terra, como demonstra a resposta do estudante “Q”: *“Não faço a menor idéia”*.

Os alunos “P” e “O”, ao relatarem que acreditam na ciência, não deixam claro o que querem dizer com isso: *“Eu acredito na Ciência.” (P)*; *“Acredito na ciência.” (O)*. O que acreditar na ciência significa para eles? Que teorias constituem seus pensamentos? As respostas indicam apenas que eles acreditam mais na ciência do que em outras instituições que visam legitimar o conhecimento. Em outras palavras, parece que, para eles, as explicações criacionistas a respeito do surgimento dos primeiros seres vivos não parecem fazer sentido.

Os alunos “D” e “K”, de alguma forma, também rejeitam a criação divina, visto que por este modelo os seres se originaram, praticamente, num mesmo momento, o que vai de encontro com suas respostas, onde relatam que os seres vivos se originaram em períodos diferentes: *“Desde antes do surgimento do homem.” (D)*; *“Através dos primitivos dos macacos.” (K)*.

O estudante “M” faz referência à evolução de “animais unicelulares”: *“Através da evolução de animais unicelulares.”* Não podemos deixar de ressaltar o equívoco que este aluno está cometendo. Em primeiro lugar, animais não são unicelulares, e em segundo, se considerarmos que animais são seres vivos, como os primeiros seres vivos se originariam da evolução de outros seres vivos? Quer dizer que os primeiros seres vivos não foram os primeiros, pois anteriormente já existiam outros. É evidente que este aluno apresenta idéias muito confusas sobre a origem dos seres vivos.

Este tipo de resposta é comum e pode estar associado à falta de leitura e de um estudo que faça com que o aluno possa construir relações entre os saberes, o que acaba ocasionando a formação deste tipo de concepção. Talvez o aluno até possua o conhecimento, mas na hora de se expressar acaba cometendo esses equívocos. É papel do educador não somente trabalhar os conteúdos específicos de cada disciplina,

mas também envolver seu aluno no assunto. O aluno precisa interagir com o conhecimento, e o incentivo do professor é essencial para que isto ocorra.

Conforme Moraes (2004), exercitar a escrita e a fala faz parte do aprender e também contribui para uma melhor comunicação dos estudantes. A aprendizagem se faz efetiva quando há o envolvimento dos alunos em discussões e existe a oportunidade de expressarem suas opiniões. Então se aprende, entre outras coisas, a conviver com uma diversidade de idéias. O falar e o escrever apresentam-se como maneiras de aprender e reconstruir conhecimentos.

Cabe salientar aqui o que já foi discutido no capítulo 3 sobre a importância dos conhecimentos prévios. Grande parte dos problemas que permeiam o ensino da evolução, assim como o da Biologia de um modo geral, acontece porque os professores em geral não sabem como trabalhar os conhecimentos prévios dos alunos.

Segundo Moraes (2004, p. 19):

[...] o professor precisa saber desafiar os conhecimentos dos alunos e ajudar a reconstruí-los. São os próprios alunos que necessitam reconstruir o que sabem, por meio de produções acompanhadas pelo professor, que por sua vez faz o encaminhamento qualificado do processo, questionando, sugerindo atividades e materiais e criticando as produções dos alunos.

Por acreditarem em um ensino mais tradicional, no qual suas tarefas se resumem a “passar” os conhecimentos para os alunos, alguns professores acabam não levando em consideração a importância dos alunos expressarem suas idéias.

- **Idéias próximas ao conhecimento científico**

Sobre as respostas dos alunos “A” e “N”, é interessante ressaltar novamente a importância de considerar os conhecimentos trazidos pelos alunos. A ciência apresenta algumas hipóteses sobre como se deu a origem da vida. Numa dessas hipóteses, a vida poderia ter surgido em um ambiente marinho (VIEYRA; SOUZA-BARROS, 2001). Esta idéia é mostrada pelos alunos quando escrevem: “*Os primeiros seres vivos vieram do mar com uma longa Evolução.*” (A); “*A partir da água os seres passaram a desenvolver-se.*” (N).

No entanto, eles não informam em suas respostas o modo como supostamente a vida teria se originado. O professor poderia usar respostas como estas para questioná-los a respeito do modo como o surgimento se deu, visando a superação e aprofundamento do conhecimento.

As respostas dos alunos limitam-se a poucas palavras. Isto talvez possa ser explicado pela falta de um maior embasamento teórico, o que expressa insegurança em suas respostas por realmente não estarem seguros de suas concepções. Por outro lado, os alunos costumam escrever pouco em suas respostas a questões abertas, mesmo quando dominam o assunto.

Ainda com relação aos conhecimentos prévios, Moraes (2004) afirma que a oportunidade para que os alunos exponham suas idéias permite um avanço através do confronto com outras idéias, num movimento dialógico que tem por objetivo a reconstrução dos saberes. A reconstrução de conhecimentos resulta na complexificação dos mesmos

- **Surgimento pela Criação**

As respostas que compõem esta categoria pertencem a estudantes que acreditam no surgimento dos seres vivos por meio da criação divina: *“Em minha concepção creio numa criação, ou seja, uma intervenção divina. Sou da filosofia ‘nada surge do nada’.” (B); “Adão e Eva.” (R); “Deus criou tudo.” (T).*

Algumas referências indicam que as concepções religiosas apresentadas por muitos professores podem se tornar um problema para o ensino da evolução biológica. Um estudo feito por Carneiro (2004), no qual a autora analisou concepções de professores a respeito de questões envolvendo o ensino da evolução, demonstrou falta de clareza quanto ao objeto de estudo da evolução biológica. Segundo a autora, alguns professores não conseguem trabalhar de forma efetiva essas questões, pois não deixam de abordar suas crenças religiosas. Para alguns professores, ensinar o Evolucionismo significa estar negando a existência de um ser superior e estar subestimando o seu poder de ter criado todas as coisas e criaturas existentes na Terra.

As concepções apresentadas pelos alunos nesta categoria podem ser originadas a partir do pensamento Criacionista, ou da dificuldade que alguns professores encontram de desenvolver com clareza as teorias relacionadas ao surgimento da vida na Terra.

Ainda podemos observar na frase do estudante “F” um equívoco que é constantemente cometido e que já se manifestou numa categoria anterior. Ele faz uma separação do homem e dos outros animais, desconsiderando o fato de ambos estarem inseridos no Reino Animal: “*Deus criou o homem e os animais, acho que isso já responde.*” (F).

É muito comum as pessoas criarem outra natureza, colocando numa os animais, plantas e o restante dos seres vivos, e na outra, os seres humanos “racionais”, distantes de qualquer semelhança com os componentes da natureza oposta. Esta idéia pode estar associada ao hábito mantido, muitas vezes, pelos próprios professores, de acreditar que estamos no ápice da cadeia evolutiva e de que somos melhores e mais adaptados do que os outros animais.

Os alunos “S” e “J” apresentam uma linha diferente de pensamento. Eles envolvem em suas respostas crenças religiosas, mas também citam a evolução como tendo um papel importante a partir desta criação: “*Por motivos religiosos acho que Deus criou tudo, mas não tão figurado como está na bíblia. Acho que a Evolução andou junto e que os sete dias podem ter sido sete milhares ou milhões de anos.*” (S). O aluno “J” não mostra de forma clara esta convicção, não fazendo referência à criação divina, mas coloca os seres vivos como se estes já habitassem a Terra por algum motivo não revelado: “*Acredito que já existissem na Terra e aos poucos foram evoluindo.*” (J).

Nos últimos anos, alternativas vem sendo propostas para tentar explicar a origem do universo e dos seres vivos. Behe (1997), em *A caixa preta de Darwin*, sustenta que causas inteligentes foram as responsáveis pelo surgimento do universo, da vida e de toda a diversidade existente na Terra. Esta proposta é conhecida como planejamento inteligente ou *design inteligente* e existem muitas controvérsias entre os cientistas quanto a ela representar ou não uma nova forma de criacionismo (BEHE, 1997).

Segundo Araújo (2001, p.44):

Não se trata, na verdade, de uma nova forma de Criacionismo, mas de uma proposta que se utiliza das conquistas da Ciência para propor que as máquinas vivas tiveram um planejador, na forma de Deus ou de outra entidade inteligentemente superior. Seus defensores têm sólida formação científica e ocupam posições de destaque em universidades e outros centros de pesquisa.

Esta teoria pode ir de encontro à teoria da seleção natural, defendida por Darwin, como se essa for considerada uma negação à alternativa do universo e dos seres vivos terem sido planejados ou criados por uma entidade superior. Por outro lado, o próprio processo de seleção natural poderia fazer parte de um planejamento Inteligente.

- **A partir do Big Bang**

Quando questionados sobre como os primeiros seres vivos teriam se originado na Terra, alguns estudantes citaram a teoria do *Big Bang* como a precursora da vida: “A partir do *Big Bang* surgiram os primeiros organismos no planeta, juntamente com um ecossistema.” (C); “Acredito que seja pela teoria do *Big Bang*.” (E); “Para mim, surgiu tudo depois do *Big Bang*, a partir da explosão se criaram todos os seres vivos.” (G).

No entanto, essa teoria não tem tamanha abrangência, ela se limita a explicar o surgimento do universo, mas não o surgimento dos seres vivos. Percebe-se uma confusão entre o surgimento do cosmos e o aparecimento das primeiras formas de vida.

Conforme Matsuura (2001), há aproximadamente 14 bilhões de anos uma explosão teria dado origem ao universo. O planeta Terra teria sido formado há cerca de 4,6 bilhões de anos e os primeiros seres vivos teriam se originado entre 3.9 e 4.1 bilhões de anos. Com base nesta teorização e comparando com as respostas fornecidas pelos alunos é possível perceber um descompasso no tempo, talvez por não terem tido acesso a essas informações.

7.1.3 Causas da Diversidade dos seres vivos

Esta categoria foi produzida a partir da seguinte pergunta: A que você atribui a diversidade de seres vivos hoje existentes?

- **Adaptação ao Ambiente**

As concepções dos alunos “D” e “S”, embora de maneira implícita, indicam uma visão adaptacionista, pois eles acreditam que a diversidade observada nos organismos está relacionada às modificações do ambiente: “*As grandes variações de espécies, suas habitações em vários lugares, seu nicho.*” (D); “*Atribuo às modificações na Terra.*” (S).

Podemos observar ainda, na frase do aluno “D” que ele acredita que a sobrevivência dos organismos em ambientes diferentes está relacionada com a diversidade que eles apresentam. O aluno “S” acredita que as modificações que ocorrem na Terra influenciam na grande diversidade de organismos hoje existentes.

Já os alunos “P” e “T” expressam diretamente suas visões de que a adaptação é o mecanismo que leva os organismos à sobrevivência no ambiente: “*Tentativa de adaptação.*” (P); “*Adaptação para sobreviver ao meio em que vivem.*” (T).

O aluno “G”, ao usar a palavra “evoluindo” em sua resposta, parece buscar um sentido de transformação, que pode estar ligado ao conceito de adaptação. Com isso, parece atribuir aos processos envolvidos na adaptação um fator responsável pelo surgimento de uma diversidade de organismos: “*Um vai evoluindo do outro, com mudanças de acordo com o tempo. Da evolução das espécies.*” (G).

A adaptação biológica exerce um papel muito significativo na sobrevivência dos seres. A visão adaptacionista indica que as estruturas dos seres vivos possuem uma função específica e foram selecionadas para cumprirem determinada função (MEYER; EI-HANI, 2001).

Na teoria de Darwin, assim como na teoria evolutiva moderna, a adaptação é explicada pela seleção natural, que foi discutida no Capítulo 1.

- **Motivos ecológicos**

Alguns estudantes utilizam conceitos ecológicos para explicar suas visões sobre a diversidade de seres vivos. O estudante “C”, ao atribuir como causa da diversidade os ecossistemas, pode estar fazendo referência aos diversos ambientes existentes no planeta: *“Aos diferentes ecossistemas e à procura da evolução de todas as espécies.”*

Entretanto, um ecossistema significa mais que um ambiente: ele representa um sistema estável formado pela interação entre seres vivos e componentes não vivos. Um ecossistema envolve não só um ambiente como os seres que nele habitam. A diversidade de seres vivos a que a pergunta se refere habita os diferentes ecossistemas, mas isso por si só não explica sua origem. O que este aluno entende por ecossistema? Ainda em sua resposta ele diz que os seres vivos procuram por uma evolução.

Segundo esta visão, os mecanismos evolutivos parecem poder ser controlados pela nossa vontade. A evolução seria um processo consciente? Questões como esta poderiam estar mais presentes nas aulas de Biologia e colaborar para uma reflexão sobre o papel dos seres vivos na evolução.

Os alunos “H” e “M”, ao considerarem em suas respostas a existência de fatores climáticos interferindo num ambiente, apontam para a construção de um conceito de bioma: *“Pela evolução, no passar dos séculos, ambientes e o clima fizeram com que evoluíssem diferentes espécies.”* (H); *“A diversidade de climas, vegetações, contribui para a diversidade de animais.”* (M).

Diferentemente do aluno “C”, eles colocam a evolução como consequência de fatores abióticos como o clima, tirando dos seres o poder de decidir sobre os próximos passos evolutivos. A resposta fornecida pelo aluno “M” à questão ainda merece outras considerações. Este aluno cita a vegetação como causa da diversidade dos animais. Embora a vegetação desempenhe um papel colaborativo para que os animais se diferenciem, o contrário também é verdadeiro. Sua resposta sugere que ele coloca as plantas no mesmo patamar de fatores abióticos como o clima, parecendo caracterizá-las como objetos não-vivos. Esta possibilidade pode ser reforçada quando vemos na pergunta um pedido para explicar a diversidade de todos os seres vivos, o que também

inclui as plantas. No entanto, a resposta se dirige para a explicação apenas da diversidade animal.

Comumente nos deparamos em sala de aula com pensamentos que colocam as plantas numa escala inferior aos animais. A ausência de locomoção parece contribuir para a classificação dos organismos vegetais como não-vivos pelos alunos. O professor pode aproveitar oportunidades como esta para trabalhar aspectos que permitam o entendimento do que é caracterizado como vivo e não-vivo.

O aluno “N” atribui à “diversidade de biosferas” a causa da diversidade de seres vivos. Novamente nos deparamos com um problema conceitual. Não existe mais de uma biosfera. Conforme Amabis e Martho (2004), este termo define a região do ambiente terrestre onde há vida. Existe uma confusão freqüente em torno deste conceito. Muitas pessoas são levadas a pensar que este termo refere-se a uma camada contínua de regiões propícias à vida em torno do planeta, o que está errado. Segundo estes autores: “A Biosfera estende-se desde as profundezas dos oceanos até o topo das mais altas montanhas”. (AMABIS; MARTHO, 2004, p. 289).

- **Cruzamento de diferentes espécies**

Os alunos incluídos nesta categoria, acreditam que a diversidade de seres vivos existentes se deve ao cruzamento de diferentes espécies: “*Espécies evoluíram e o que não é mais necessário ‘param de usar’. [...] cruzamentos entre espécies.*” (L); “*À Evolução e à mistura de espécies.*” (E); “*[...] várias espécies que se cruzaram.*” (Q); “*Cruzamentos de diferentes espécies e evolução.*” (J); “*Espécies evoluem e algumas cruzam entre si.*” (R). O que pode ter contribuído para que esses estudantes formassem esse pensamento?

É interessante comentar que o aluno “L” apresenta uma concepção lamarquista. Pode-se perceber em sua resposta a utilização da Lei do “uso e do desuso” proposta por Lamarck.

O que as respostas indicam é que talvez esta parte do ensino não esteja sendo desenvolvida de maneira abrangente o suficiente para que os alunos formulem uma idéia concreta a respeito deste tema. A questão da especiação é uma parte do estudo

da evolução que ainda é muito embaraçosa e confusa até mesmo para muitos docentes. O que geralmente é feito, em sala de aula, é apresentar aos alunos a definição de Mayr, que pode ser encontrada em muitos livros de Biologia, conceituando espécie como organismos que pertencem a um grupo de uma população, e que só podem cruzar entre si, originando descendentes férteis.

Em outras palavras, organismos de espécies diferentes não poderiam cruzar. A pergunta chave é: será que espécies diferentes não podem cruzar e deixar descendentes férteis? Esta questão parece não estar muito clara para os estudantes, pois as respostas indicam que eles parecem acreditar que novas espécies são originadas do cruzamento de espécies diferentes. Estas confusões expressas aqui são materiais importantes para se trabalhar em sala de aula, no sentido de incentivar atividades de pesquisa sobre os diferentes fatores envolvidos entre a reprodução das espécies e os mecanismos de especiação.

Os indivíduos de mesma espécie apresentam mais semelhanças entre si do que se comparados com indivíduos de espécies distintas. Isto é explicado pela Genética. Ao cruzarem-se, os genes de dois organismos se combinam para formar o conjunto de genes da prole. Como o número de cromossomos pode variar entre uma espécie e outra, a combinação de gametas com quantidades de cromossomos diferentes gera, na melhor das hipóteses, organismos inférteis, portanto incapazes de dar origem a uma nova espécie, ao contrário do que afirmam estes estudantes.

O conjunto gênico de cada espécie é responsável pela sua identidade, portanto existe uma incompatibilidade genética que impede que organismos de diferentes espécies se cruzem, e às vezes as estruturas reprodutivas também são muito distintas de uma espécie para outra, o que acaba por impedir a cópula.

Darwin (2004) acreditava que ao longo do tempo a seleção natural provocava mudanças nas populações. Devido a essas mudanças, as espécies poderiam adquirir características tão diferentes a ponto de serem consideradas novas espécies. Mas este mecanismo é difícil de ser percebido, pois, conforme Darwin, o processo de seleção natural ocorre lentamente, e para que uma nova espécie seja originada são necessárias muitas gerações, para que as novas características se fixem na população.

- **Biodiversidade Divina**

Assim como na categoria 7.1.2, que se refere ao surgimento dos seres vivos, também apareceram nesta categoria respostas que se referem a uma inteligência superior, porém agora para explicar a causa da diversidade de organismos hoje existentes. É interessante destacar que os alunos “B” e “F” deram respostas de caráter religioso em ambas as categorias. O aluno “F”, inclusive, concedeu a mesma resposta para as duas perguntas que deram origem às categorias 7.1.2 e 7.1.3.

O estudante “B” afirma: *“Creio eu em adaptações ao ambiente, a mutações, mas todas essas manifestações voltadas para uma inteligência onisciente.”*. Ele demonstra acreditar que todos esses processos ocorrem por força de uma inteligência superior. A religiosidade e o pensamento científico andam juntos nesta resposta, e a inteligência divina parece controlar o processo evolutivo. Sua resposta sugere um pensamento de que uma força superior é a responsável pelos mecanismos evolutivos.

Existem correntes de pensamento que, numa tentativa de unir a ciência e a religião, colocam a presença de um “Ser Superior” como agente dos processos evolutivos. As lacunas científicas existentes para explicar fenômenos como, por exemplo, a origem do universo são preenchidas com o nome de Deus, o que parece conferir certa tranquilidade às pessoas, sempre em busca de respostas.

Conforme Meyer e El-Hani (2001), a evolução pode ocorrer ao acaso e não tendo a intenção de melhorar ou piorar algum organismo ou alguma estrutura. Ela simplesmente acontece, podendo, ao longo do tempo, favorecer ou não as populações.

A resposta do aluno “I” também atribui a Deus o papel da criação, sendo ele o responsável por suprir as necessidades do mundo: *“Cada espécie tem um jeito diferente e Deus fez cada uma para poder completar o que faltava”*. Esta linha de pensamento também é apresentada pelo aluno “F”, que demonstra acreditar fortemente na criação divina: *“Deus criou o homem e os animais, acho que isso já responde”*.

7.1.4 Explicações sobre semelhanças entre os embriões de vertebrados

Esta categoria foi produzida a partir da seguinte pergunta: Como você explicaria o fato dos embriões dos vertebrados terem uma aparência muito semelhante?

- **Porque Deus quis**

Novamente aqui Deus aparece como sendo a explicação. As semelhanças e diferenças parecem derivar de uma vontade criadora: *“Cada espécie tem suas semelhanças. Deus criou cada um com diferenças e semelhanças.” (I).*

- **Relação de ancestralidade/ Origem comum**

Estes estudantes atribuíram a semelhança entre os embriões de vertebrados a uma ancestralidade comum.

Na resposta do aluno “J”, é possível observar que as palavras “genes” e “pais” remetem à presença de uma herança genética que traz semelhanças através de um caminho que se imagina comum entre os organismos vertebrados: *“Têm aparências semelhantes, pois derivam de seus genes, adquirindo características dos mesmos (os pais)”*.

A resposta do estudante “D” segue uma linha semelhante, pois ele se refere a uma proximidade e pode estar querendo expressar um parentesco genético, porém, como não aprofundou sua resposta, não é possível fazer uma discussão mais elaborada: *“Pela proximidade que temos”*.

Os estudantes “N”, “O” e “P” também partilham da mesma idéia, acreditando que os embriões de vertebrados são parecidos porque no passado teriam se originado de uma mesma espécie: *“Sua origem (igual ou semelhante).” (N); “Pois antes todos eram quase iguais.” (O); “Porque no princípio era tudo igual.” (P).* A palavra igual confere uma origem comum aos organismos, que posteriormente teriam se diferenciado.

Novamente aparece aqui uma boa oportunidade para se trabalhar em sala de aula conceitos relativos aos mecanismos de surgimento de novas espécies, chamados de especiação. Se os seres vivos derivam de um mesmo ancestral, como as diferenças foram sendo construídas ao longo dos anos, fazendo com que hoje os grandes grupos de vertebrados possuam morfologias diferentes? Que fatores foram responsáveis para que seguissem caminhos diferentes? Estas são algumas perguntas que podem contribuir para a reflexão e para a formação de debates sobre o assunto.

O aluno “A” percorre a linha do tempo e nos “leva” à origem da vida. Segundo sua resposta, uma espécie teria dado origem a todas as outras: *“Porque vieram de uma única espécie lá no passado quando surgiram os seres vivos”*. Esta seria sua explicação para a semelhança embriológica entre os vertebrados. Se considerarmos sua resposta correta, poderíamos estender a semelhança dos embriões para todos os seres vivos, o que não se verifica. Ou seja, a resposta é muito ampla e não responde diretamente a pergunta.

É importante lembrar que, embora o aluno possa acreditar que todos os seres vivos derivam de um mesmo organismo, a pergunta quer saber apenas as causas das semelhanças entre os embriões dos vertebrados. A resposta dada pelo aluno “A” está descontextualizada da pergunta.

Embora semelhantes à resposta do aluno “A”, as respostas apresentadas pelos alunos “C” e “E” não fazem referência a uma origem semelhante de todos os seres vivos para responder a pergunta. Parece um detalhe muito pequeno, mas que pode significar um entendimento equivocado. Os alunos “C” e “E” citam apenas a possibilidade da existência de um ancestral em comum, que permite um entendimento da existência de uma mesma origem apenas para os vertebrados: *“Pois são de um mesmo ancestral, ou de ancestrais de uma mesma espécie.”* (C); *“Acho que seria pelo fato de todos terem vindo de uma evolução a partir de seres semelhantes.”* (E).

O aluno “G” diz que, por possuímos *“praticamente o mesmo organismo”*, nossos embriões são semelhantes. O que pode significar “mesmo organismo” na visão deste aluno? Uma baleia possui “praticamente o mesmo organismo” que um papagaio? Esta visão precisa ser reconstruída, pois existem conceitos que não ficaram claros para este estudante.

Já os alunos “L” e “H” atribuem a semelhança entre os embriões de vertebrados à presença de coluna vertebral: “*Por causa da coluna vertebral.*” (L); “*Por terem partes parecidas com a nossa, como a coluna.*” (H). Talvez este fosse o mesmo pensamento do aluno “G”, quando afirmou que todos os organismos são praticamente os mesmos. No entanto, o fato de não ter especificado mais a sua resposta faz com que ela se torne pouco clara. Os alunos “L” e “H” foram mais específicos em suas respostas. Relacionaram uma característica presente em todos os vertebrados e atribuíram a ela as semelhanças embriológicas.

Por meio da pergunta que deu origem a esta categoria é possível estender a importância do estudo dos processos evolutivos para o campo de estudos da biologia do desenvolvimento. Normalmente o que se vê nas escolas são abordagens que não costumam relacionar os diversos conteúdos que compõem a Biologia, o que tira do aluno a oportunidade para um entendimento mais amplo dos processos biológicos.

- **Respostas sem sentido**

Há alunos que apresentam respostas vagas e não estabelecem relações com o que foi perguntado. Talvez isso possa ser explicado devido à fragmentação existente no ensino da Biologia. Como já foi discutido anteriormente, o ensino da evolução é freqüentemente abordado sem que seja estabelecido um vínculo com os outros conteúdos que compreendem a Biologia.

Isto pode refletir na aprendizagem dos estudantes, e as respostas reunidas neste item mostram exemplos de concepções que não estão fundamentadas. Os alunos não apresentam uma argumentação consistente, o que pode ter como causa um desconhecimento do que foi perguntado ou até mesmo uma interpretação equivocada da pergunta.

O aluno “B” diz que, pelo fato dos vertebrados serem “triblásticos” (fazendo referência aos animais triploblásticos, que formam 3 tipos de tecido), seus embriões seriam semelhantes: “*São formados da mesma maneira. O desenvolvimento embrionário se dá da mesma maneira (triblásticos)*”. No entanto, existem outros animais

que também são triploblásticos, mas seus embriões não apresentam semelhanças com os embriões vertebrados. O aluno parece desconhecer ou ignorar este fato.

O aluno “K” responde o óbvio: *“Deve ser porque os embriões só tomam uma forma diferente depois de alguns dias”*. Se os embriões são semelhantes e os organismos adultos são diferentes, mudanças significativas no desenvolvimento embrionário acontecem somente após um determinado período, mas a pergunta continua sem resposta.

As respostas dos estudantes “Q” e “R” ignoram o fato de que nem todos vertebrados são mamíferos: *“Pois a grande maioria é mamífero e se parecem quando ainda são embriões.”* (Q); *“Porque somos mamíferos, então somos semelhantes no início.”* (R). Os peixes, anfíbios, répteis e aves também apresentam semelhanças embriológicas, o que torna a resposta inadequada à pergunta.

Essas respostas podem ter sido originadas devido à ansiedade gerada pelo questionário ou, até mesmo, por falta de uma maior reflexão. Os alunos acabam respondendo aos questionamentos sem fazer um raciocínio aprofundado sobre o que foi perguntado ou podem estar apresentando dificuldades de interpretar às perguntas.

7.1.5 Lembranças do Ensino da Evolução Biológica

Esta categoria engloba duas perguntas que compõem o questionário respondido pelos alunos:

Em qual série você lembra ter começado a estudar Evolução?

Há quanto tempo você estuda nesta escola?

A agregação destas duas perguntas numa mesma categoria permitiu verificar que alunos presentes na escola durante todo o ensino médio afirmam ter começado a estudar evolução em diferentes séries. Como isto pode ser possível? É possível também que alguns estudantes tenham consciência de estudar evolução desde as

primeiras séries do ensino fundamental? Essas questões serão aprofundadas nas subcategorias abaixo.

- **Evolução no ensino fundamental**

Os alunos “J”, “A”, “C”, “B”, “H”, “O” e “E” afirmam ter começado a estudar evolução no ensino fundamental, apesar de alguns admitirem que não se lembram exatamente a série (ANEXO A).

Os estudantes “A” e “C” afirmam ter iniciado os estudos sobre este tema desde a primeira série, e o aluno “J” acredita estudar este assunto desde que entrou no jardim de infância.

É importante destacar que dificilmente alguém se lembrará do que estudou quando estava na 1ª série do ensino fundamental, mas talvez esses estudantes possam ter construído algumas relações do que foi aprendido sobre evolução ao longo dos anos com lembranças das séries iniciais.

Também existe a possibilidade de que estas respostas não tenham sido originadas das lembranças que eles possuem do estudo da evolução, mas podem estar recorrendo a uma tentativa de adivinhação de qual ano seria o certo para se começar a estudar este assunto.

- **Evolução no ensino médio**

Conforme Carneiro (2004), geralmente o ensino da evolução é abordado nas escolas de maneira fragmentada e isto acaba refletindo nas respostas dos estudantes. A maioria dos alunos diz ter estudado evolução apenas no 3º ano do ensino médio (ANEXO B).

A escola onde foi aplicado o questionário, assim como grande parte das escolas, coloca o ensino da evolução biológica no currículo do 3º ano de ensino médio, como se fosse regra trabalhar as questões evolutivas separadamente dos outros conteúdos da Biologia.

Além de ser fragmentado, e talvez até mesmo por ser fragmentado, o ensino de evolução fica restrito ao estudo das teorias evolutivas, como se a evolução compreendesse apenas fatos que já aconteceram e que foram teorizados por alguém. Com isso, os alunos acabam pensando que a evolução se resume à seleção natural, proposta por Darwin; na Lei do Uso e do Desuso e na teoria dos Caracteres Adquiridos, ambas criadas por Lamarck.

Alguns alunos responderam que se lembram de ter começado a estudar evolução no 1º ou no 2º ano do ensino médio, mesmo a evolução estando no currículo do 3º ano. Isto poderia ser explicado pelo fato destes alunos terem estudado evolução nestas séries, porém em outros colégios. Mas isso acaba não se confirmando, pois todos eles, com exceção dos alunos “F” e “L”, estudam na escola desde o começo do ensino médio e dizem ter começado o estudo no 3º ano.

Mas então como podem ter respostas diferentes de colegas que estudam numa mesma escola que possui apenas um currículo? Esta resposta talvez possa ser explicada por uma eventual confusão destes alunos, ou até mesmo pela lembrança de falas de professores que relacionaram alguns tópicos que foram estudados nos outros anos com a evolução. Existe também a possibilidade destes alunos terem tido aulas com professores diferentes e que não abordaram os conteúdos da mesma forma. Ou talvez, o que pode ser a pior das hipóteses, o ensino foi tão descontextualizado que as questões trabalhadas não fizeram sentido para o aluno e, em decorrência disto, ele nem lembra. Embora não seja possível explicar algumas informações obtidas nos questionários, há grandes confusões apresentadas pelos estudantes quando o assunto trata do ensino da evolução biológica.

7.1.6 Importância do Estudo da Evolução para o entendimento da Biologia

Esta categoria foi produzida a partir da seguinte pergunta: Qual a importância do estudo da Evolução Biológica para o entendimento da Biologia?

- **Homem como o ápice evolutivo**

As respostas dos alunos que representam esta categoria nos remetem à idéia de que a evolução acontece em função do homem. Parece que o estudo da evolução visa apenas descobrir como chegamos na “posição” em que nos encontramos.

Os estudantes “C” e “F” expressam de forma objetiva essa idéia quando respondem que o estudo da evolução é importante porque *“retrata a caminhada da humanidade quanto a sua Evolução, desde os primórdios do planeta”* (C), assim como nos permite *“tentar descobrir como surgiu o homem”* (F). Desta forma, parecem desconsiderar a importância dos demais seres vivos.

Essa é uma discussão bastante importante, pois muitas pessoas acreditam que os seres humanos são os organismos mais evoluídos, por vezes até não aceitando o fato de que também somos animais.

Já os alunos “J” e “K” não expressam esse pensamento de maneira explícita, mas também deixam a sensação de que o estudo da evolução implica sabermos mais sobre a “nossa vida” e “nossos ancestrais”, referindo o pronome “nosso” à população humana: *“Compreender porque existimos, porque somos assim, e como funciona nossa vida e costumes.”* (J); *“Para sabermos da onde viemos, nossos ancestrais e etc.”* (K).

O surgimento de respostas deste tipo pode estar relacionado com dúvidas que muitas pessoas possuem, como, por exemplo, de onde viemos e para onde vamos. Perguntas que são centradas, na maioria das vezes, na existência humana. Com isso, se faz necessário um esforço dos professores para ampliar a visão que esses alunos têm, destacando a importância de outros seres vivos, que assim como nós também são possuidores de uma história evolutiva.

- **Desenvolvimento das espécies**

Esta categoria abrange os alunos que acreditam que o estudo da evolução biológica é importante para o entendimento do modo como os seres vivos se desenvolveram e de como aconteceram os processos que os levaram a sofrer modificações durante suas existências. São visões que, apesar de não estarem

aprofundadas, englobam o estudo da evolução abrangendo todos os seres vivos, e não apenas o homem, como foi discutido na subcategoria anterior: “*Entender porque e como ocorrem as mudanças nas espécies.*” (E); “*Acho que é muito importante para justificar muitas características dos seres vivos.*” (S); “*Compreender o corpo e a natureza em geral.*” (N); “*Entender de onde tudo vem, onde nasce e como se desenvolve.*” (H); “*Saber como os seres se adaptam para sobreviver.*” (T); “*Nela se explica muitos fatos, espécies, desenvolvimentos, etc.*” (G).

Estes estudantes mostram que o sentido do estudo da evolução foi bem compreendido, o que não significa que eles compreendam como os mecanismos evolutivos atuam e de que forma são responsáveis pela diversidade de seres vivos existentes.

- **Idéias vagas (I)**

Estes alunos apresentam respostas muito abrangentes: “*Pois sabemos como tudo surgiu.*” (O); “*Porque foi como tudo começou.*” (P). É difícil de entender o que eles querem dizer com a expressão “como tudo começou/surgiu”. É possível que estejam se referindo tanto ao surgimento dos seres vivos como ao começo do universo. Se estiverem se referindo à origem do cosmos, cometem um engano, pois este é objeto de estudos da Astronomia. O estudo da evolução se preocupa com as questões relativas às transformações dos seres vivos.

Talvez estes alunos não tenham formulado concepções consistentes em torno deste tema, apresentando, desta forma, respostas muito amplas.

- **Idéias vagas (II)**

As respostas fornecidas por alguns alunos mostram que o sentido do estudo da evolução parece não estar bem compreendido. Embora as respostas pareçam atribuir importância para a evolução, elas revelam uma fragilidade no entendimento do sentido da evolução para a Biologia como um todo: “*Fundamental, pois explica passo a passo.*”

(A); *“A importância é dos conhecimentos.” (I); “Para o avanço do estudo.” (L); “Toda a importância.” (M); “Para o avanço dos estudos.” (Q).*

Estas respostas apontam para um ensino que pode ter falhado em algum momento. Qual aluno pode ter vontade de estudar algo que ao longo dos anos não fez sentido para ele? Este sentimento de insatisfação com o assunto pode gerar obstáculos difíceis de serem contornados se não houver um ensino voltado para a participação e com ênfase nos interesses dos estudantes.

- **Visão da Evolução como um processo acabado**

Pode-se fazer uma consideração bem importante sobre a frase elaborada pelo estudante “R”: *“Para descobrir os seres de agora e como eles eram antes de evoluir ou se adaptar”*. Está clara a idéia de que ele acredita que os organismos se modificam de acordo com os mecanismos evolutivos. Mas ele parece entender a evolução como um mecanismo com início e fim, ao dizer que o estudo da evolução permite saber como são os seres depois de uma adaptação.

Os mecanismos evolutivos estão sempre atuando. As modificações continuam a ocorrer, variando o grau de intensidade dependendo do organismo e de seu meio.

Outra questão importante de ser destacada se refere à parte da resposta em que o aluno coloca a adaptação como sendo um processo separado da evolução. Ele parece não saber que ambos os processos estão relacionados, e que a adaptação faz parte da evolução.

- **Evolução e Teorias Evolutivas**

O estudante “D” demonstra uma visão “fechada” do ensino da evolução, remetendo à idéia, já comentada anteriormente, de um ensino centrado nas teorias evolutivas: *“Importante para nos conhecermos, entendermos de onde saem as teorias evolutivas.” (D).*

É muito importante destacar que a evolução é um processo contínuo, e que não pode ser reduzida a teorias que, embora importantes para o estudo da evolução, não

encerram o assunto. Convém salientar, também, que essas confusões podem ser reforçadas, principalmente pelos currículos escolares, que trabalham com um ensino fragmentado ao invés de estabelecer uma visão global e relacionada do tema (CARNEIRO, 2004). Ensinar evolução utilizando apenas as teorias evolutivas que os livros didáticos trazem é como atrofiar a Biologia, deixando de compreender o seu sentido.

- **Evolução versus Biotecnologia**

A resposta dada por um dos alunos relaciona o estudo da evolução com a Biotecnologia: “*No avanço da Biotecnologia, da medicina. Enfim no avanço de um melhor viver.*” (B). Embora a primeira vista não se perceba uma ligação entre as duas áreas, ao pensar nas implicações que determinadas práticas biotecnológicas podem ocasionar, as coisas vão começando a fazer sentido.

Os alunos escutam nos vários tipos de mídia notícias relacionadas com pesquisas desenvolvidas sobre transgênicos e células-tronco, por exemplo. Essas notícias, muitas vezes, alertam para a possibilidade de que as alterações provocadas pelo homem podem ocasionar danos irreversíveis à natureza, pois estariam interferindo nos processos naturais.

Por outro lado, os avanços tecnológicos também trazem muitos benefícios para a saúde. Talvez este estudante queira expressar que os conhecimentos a respeito da evolução biológica podem ter contribuído para o avanço da ciência e para o desenvolvimento de técnicas que busquem o aperfeiçoamento da medicina e de uma vida prolongada.

7.2 A CAIXA PRETA DO ENSINO DA EVOLUÇÃO

A análise das respostas ao questionário trouxe informações importantes sobre as concepções dos alunos, que podem ter implicações sobre o ensino da evolução

biológica. Conforme Carneiro (2004) e Tidon e Lewontin (2004), os professores, ao trabalharem com o ensino da evolução, se deparam com muitas dificuldades que tornam o ensino deste tema algo distante dos alunos. O trabalho de Tidon e Lewontin (2004) apontou problemas como interpretações biológicas incorretas por parte dos professores e alunos, e a inadequação do conteúdo dos livros didáticos como sendo fatores contribuintes por um ensino e aprendizagem pouco eficiente dos mecanismos evolutivos.

Os problemas que permeiam o ensino deste assunto apresentam-se refletidos nas respostas dos estudantes quando estimulados a falar sobre o tema.

Carneiro (2004, p. 63) afirma:

O fato de a evolução biológica ser apresentada aos alunos de ensino médio de modo fragmentado, impregnada de ideologias e com distorções das informações científicas atualmente aceitas, gera a necessidade deste tema ser efetivamente trabalhado nas escolas de forma clara e precisa, fazendo integração com diversos outros conhecimentos.

Refletindo sobre a citação acima, é interessante considerar que, não apenas no ensino da evolução, mas de um modo geral, todo o ensino é construído de forma compartimentalizada. Seria interessante que os professores pudessem refletir sobre suas atividades docentes, com a finalidade de pensar sobre a superação de um ensino que valoriza muito as partes em detrimento do todo. Uma movimentação no sentido de relacionar os assuntos abordados em aula com outras áreas e com o cotidiano do aluno pode trazer benefícios para a educação.

A questão da interdisciplinaridade é bastante visada nas escolas. É comum encontrarmos projetos em que duas ou mais disciplinas possuem propostas integradas para o desenvolvimento do ensino. No entanto, é interessante destacar que, além da preocupação em relacionar as disciplinas, existe a necessidade de aproximar os próprios conteúdos de uma mesma disciplina.

Os próximos parágrafos são dedicados a reflexões sobre respostas fornecidas pelos alunos que revelam as dificuldades de expressarem de forma clara e objetiva seus conhecimentos sobre o assunto em questão.

Quando os alunos foram questionados sobre a importância dos conhecimentos de Ciências e Biologia que obtiveram na escola, eles apresentaram visões muito

restritas, levando em consideração toda abrangência destas disciplinas. Nas demais questões, os alunos se limitaram a responder o que foi perguntado e, na maioria dos casos, de maneira incompleta. A falta de fundamentação das respostas talvez esteja relacionada a dificuldade de aprendizagem.

Um aspecto interessante de ser analisado é que, embora algumas respostas apresentem equívocos conceituais, os alunos acreditam ter aprendido bastante sobre Biologia. O estudante “C”, por exemplo, diz que adquiriu muitos conhecimentos, mas suas respostas ao conjunto de questões demonstraram confusões centrais no estudo da Biologia, como, por exemplo, atribuir ao *Big Bang* o surgimento da vida. Além disso, as influências religiosas podem influenciar no entendimento da Biologia quando suas visões acabam se aproximando em assuntos que se referem ao surgimento do mundo e dos seres vivos.

O que a Bíblia descreve é que Deus teria criado o universo e os seres que nele habitam em sete dias. Já para a Ciência, predomina a teoria pela qual o universo é fruto de uma explosão acontecida há cerca de 14 bilhões de anos, sendo a vida existente “somente” há aproximadamente quatro bilhões de anos. Essa diferença de informações leva naturalmente a perguntas dos alunos, que desejam saber qual a fonte que está correta.

O conhecimento científico construído não tem a função de ir de encontro aos conhecimentos religiosos. Ambos pertencem a instâncias diferentes e não precisam ser encarados como rivais. Cabe aos professores o papel de trabalhar no sentido de esclarecer os diferentes tipos de visões sobre esses assuntos.

O aluno “C” também se refere à evolução como tendo a função de “*retratar a caminhada da humanidade desde os primórdios do planeta*”. Esta é mais uma das idéias que estão presentes na cabeça dos alunos: pensar na evolução como sendo um processo humano. Isso faz com que os seres humanos sejam colocados em uma categoria a parte da natureza e dos demais seres. Estas considerações feitas sobre as colocações do estudante não contradizem o que ele escreveu a respeito de que a Biologia esclareceu suas dúvidas e curiosidades, mas demonstram que muitas concepções apresentadas precisam ser reconstruídas.

Esta divisão das naturezas que acaba revelando uma visão antropocêntrica também pode ser observada nas frases dos alunos “F” e “J”, quando dizem “*Deus criou o homem e os animais*”, e “*conhecimentos sobre a vida humana, animal e etc.*”, respectivamente. Estas visões podem se formar por falta de uma visão mais abrangente da evolução e do papel dos seres vivos na natureza.

A resposta apresentada pelo aluno “G”, quando ele diz que “*surgiu tudo depois do Big Bang, a partir da explosão se criaram todos os seres vivos*”, também deixa a impressão de que ele acredita que os seres vivos começaram a existir a partir do *Big Bang*, ignorando, assim, os aproximadamente 10 bilhões de anos que separam a *Grande Explosão* do surgimento da primeira forma de vida. Mais uma vez, é possível perceber a não distinção entre o surgimento do universo e da vida.

A questão do surgimento da vida é a que parece ser mais difícil para os alunos explicarem. Muitas idéias vagas e concepções equivocadas foram reveladas na tentativa de responder a este questionamento. Cabe ressaltar também que alguns estudantes apresentam fortes tendências religiosas e acabam tentando explicar os fenômenos responsáveis pelo surgimento da vida por meio de crenças religiosas ou argumentos encontrados na Bíblia.

O estudante “I” demonstra fortes crenças religiosas, e na maioria das perguntas ele cita Deus como sendo o responsável pela criação das espécies e diz acreditar no que está escrito na Bíblia. Suas respostas não apresentam conceitos ligados à Biologia. Talvez este aluno seja muito religioso, e sendo assim, pode não levar em consideração os conhecimentos sobre origem e diversidade dos seres vivos a partir das explicações biológicas. Essas visões podem acompanhar os alunos desde a infância por influência da família, mas também podem ser reforçadas na escola através de um ensino com um enfoque criacionista. Conforme Carneiro (2004), alguns professores não abordam de maneira clara as questões relacionadas à evolução biológica porque não conseguem se desvincular de suas crenças religiosas.

Este é um obstáculo que precisa ser superado. O que está sendo revelado por estudos que abordam o ensino da evolução é que, por diversos motivos, o ensino vem sofrendo falhas que acabam refletindo no entendimento dos alunos (CARNEIRO, 2004),

(TIDON; LEWONTIN, 2004). Para esses obstáculos serem superados, é preciso tomar conhecimento da existência desses problemas.

Segundo Moraes (2004, p.18):

Reconstrói-se o que pode ser melhorado. Por isso toda aprendizagem inicia-se com um questionamento sobre um conhecimento existente. Problematiza-se o que se sabe apontando seus limites, deficiências e incompletudes. A partir disso encaminham-se reconstruções, novos argumentos e hipóteses que precisam então ser defendidos no sentido de mostrar sua consistência.

Incentivar o questionamento do aluno e valorizar suas idéias é essencial para iniciá-lo na pesquisa. Aprender a estudar, a ler, e a pesquisar são tarefas que dependem de uma boa orientação, e dão suporte ao aluno para defender as suas idéias. A dúvida tem que partir do aluno, e para isso é preciso trabalhar de maneira que o estudante possa ter prazer em querer buscar as respostas. Para Giordan e Vecchi (1996, p. 163): “A falta de questionamento em ciências faz com que o aprendente contente-se com o que sabe [...]. Na verdade, na ausência de um verdadeiro questionamento, presencia-se uma interrupção na construção do pensamento”.

Ainda no que se refere às respostas que apresentaram concepções ligadas a crenças religiosas sobre a origem dos seres vivos, é importante destacar que alguns alunos podem estar divididos entre as crenças que trazem e os conhecimentos biológicos apresentados na escola. Alguns estudantes acreditam que tanto a religião quanto os fenômenos explicados pela ciência exercem um importante papel em se tratando da origem da vida.

A ciência e a religião são instituições que possuem características distintas. Os alunos precisam ser preparados para diferenciar estes dois campos de forma a diminuir a formação de conflitos desnecessários entre os dois. É importante deixar claro que podemos ter nossas crenças religiosas independente de nossas opiniões científicas. Gould (2002) afirma que a ciência e a religião são ministérios não-intermitentes, sendo assim não há porque existir interferências entre as duas.

O autor coloca ainda que a evolução biológica não possui a função de explicar a origem da vida na Terra. Esta é uma confusão freqüentemente observada nas concepções dos estudantes e, portanto, não contradiz a visão criacionista que atribui o

surgimento dos seres vivos por meio dos atos da criação. O conflito entre criacionismo e evolucionismo se dá quando a questão envolve o argumento defendido pelos criacionistas de que todas as espécies foram originadas independentemente umas das outras e são imutáveis (GOULD, 1997).

Em relação às causas da diversidade dos seres vivos, muitos estudantes indicaram a adaptação biológica como sendo um dos principais fatores envolvidos neste processo. Segundo Ridley (2006, p. 29): “*Adaptação* refere-se à concepção da vida – àquelas propriedades dos seres vivos que os tornam capazes de sobreviver e de se reproduzirem na natureza”. Para Meyer e El- Hani (2001, p. 177), a visão adaptacionista “entende a seleção natural como a grande força responsável pela mudança evolutiva e capaz de explicar as mais variadas formas de seres vivos hoje existentes.”

A adaptação biológica exerce um papel muito importante na sobrevivência dos seres vivos. A visão adaptacionista indica que as estruturas presentes nos seres vivos executam ou executaram algum dia uma função, tendo passado pelo processo de seleção natural. Na teoria de Darwin, assim como na teoria evolutiva moderna, a adaptação está intimamente ligada aos mecanismos de seleção natural. Ao longo da evolução, os seres vivos vão sendo selecionados para que possam sobreviver no meio em que estão inseridos (MEYER; EL-HANI, 2001).

A adaptação pode ser entendida, então, como o desenvolvimento, em determinados organismos, de características que lhes permitam a reprodução e a sobrevivência para manter sua espécie na Terra. Organismos adaptados têm maiores chances de chegar à vida adulta, se reproduzirem e deixar maior número de descendentes. É importante que os alunos tenham este conceito bem claro, caso contrário não conseguirão entender a essência da teoria evolutiva.

Os estudantes mostraram dificuldades no entendimento do conceito de espécie. Ao tentar explicar a diversidade dos seres vivos, alguns alunos argumentaram que esta se dá em decorrência do cruzamento entre as espécies. As confusões demonstradas pelos alunos em torno do conceito de espécie indicam que este conceito não ficou claro para esses estudantes. O processo de especiação é bastante complexo e envolve diversos fatores que merecem uma atenção especial para que sejam bem entendidos.

Normalmente, indivíduos de uma mesma espécie só podem cruzar entre si, e não com indivíduos de outras espécies. Segundo Mayr⁷ (1963 citado por RIDLEY, p. 379): “espécies são grupos de populações naturais que intercruzam e estão reprodutivamente isoladas de outros grupos desse tipo”. Isto significa dizer que existem atributos que impedem espécies diferentes de cruzarem entre si. Os indivíduos de mesma espécie apresentam mais semelhanças entre si do que se comparados com indivíduos de espécies distintas. Isto é explicado pela Genética. Ao cruzarem-se, os genes de dois organismos se combinam para formar o conjunto de genes da prole. Conforme a repetição deste processo a cada geração, os genes das gerações seguintes serão rearranjados com outros genes de outros organismos. Dessa forma, o conjunto gênico compartilhado é o responsável pela identidade de cada espécie.

As respostas dos alunos demonstram confusões conceituais não apenas quando se trata do assunto evolução, mas também estão presentes em outras partes da Biologia, como, por exemplo, na ecologia e na embriologia. Parece não haver um entendimento dos conceitos, e sim uma memorização momentânea que visa suprir as necessidades da disciplina, cujos reflexos serão sentidos no futuro. Estes conceitos mal formulados acabam se acumulando e impedindo o aluno de entender os próximos conteúdos. Ou seja, ocorre uma sucessão de conceitos decorados que vão sendo esquecidos ao longo do tempo e dificultando a construção de novos conhecimentos.

Os alunos, de maneira geral, optam pelo armazenamento temporário dos saberes. Quando o aluno consegue formular conceitos próprios e interligados, forma-se uma rede bem estruturada que poderá auxiliá-lo a se tornar mais independente para buscar seus conhecimentos. O currículo pode favorecer isto, se buscar uma ligação constante entre os conteúdos.

O estudo da embriologia comparada, por exemplo, nos proporciona o conhecimento da semelhança do padrão de desenvolvimento inicial dos vertebrados. Os embriões primitivos dos peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos têm suas curvaturas muito semelhantes. Todos os vertebrados apresentam, em pelo menos uma fase da vida, três características físicas comuns: presença de notocorda, tubo nervoso

⁷ MAYR, E. **Animal species and evolution**. Cambridge: Harvard University Press, 1963.

dorsal e fendas branquiais. As fendas branquiais acabam se fechando atrás das orelhas nos fetos da espécie humana, mas já indicam uma ancestralidade comum com os peixes, nos quais as guelras funcionam no indivíduo adulto. Outra característica curiosa que podemos destacar é a presença de cauda nos embriões humanos que confirma nosso parentesco com os outros grupos de vertebrados.

Alguns embriões, ou até mesmo os membros de alguns animais que pertencem a grupos diferentes, podem apresentar muitas semelhanças. Isto ocorre porque essas estruturas são originadas do mesmo grupo de células e, quando isto acontece com os órgãos de alguns animais, podemos denominá-los de homólogos. Podemos citar como exemplo o braço do homem, a asa do morcego e a pata dianteira do boi. Em determinada fase do desenvolvimento embrionário, todos os vertebrados passam por um estágio em que apresentam muitas semelhanças (MEYER; EL-HANI, 2001).

Conforme o embrião vai se desenvolvendo, vão surgindo características distintas e as semelhanças vão diminuindo. Quanto mais diferentes são os organismos, menor será a semelhança no desenvolvimento embrionário. Estas informações são interessantes de serem abordadas em sala de aula, onde o professor poderia utilizar todas essas informações para estabelecer relações evolutivas, buscando despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes sobre essas questões.

A anatomia comparada trouxe contribuições importantes para o estudo da evolução biológica. Por meio de estruturas anatômicas diferentes presentes nos indivíduos, os cientistas encontraram indícios para entender um pouco mais sobre como os processos evolutivos atuam nos organismos.

Há semelhanças surpreendentes na anatomia dos seres vivos. Por exemplo, patas, nadadeiras e asas são estruturas anatômicas diferentes, mas possuem variações de um mesmo conjunto de ossos, que foram se adaptando a cada uma das funções específicas, ou seja, caminhar, nadar e voar (MEYER; EL-HANI, 2001).

É importante que essas informações sejam discutidas em sala de aula, para que os estudantes possam entender a complexidade que envolve os seres vivos e como todos os organismos estão, de alguma forma, relacionados.

Cicillini⁸ (1997, citado por Carneiro, 2004) acredita que o conhecimento escolar distancia-se do conhecimento científico, e afirma ainda que os professores tratam a evolução como um conhecimento pronto que não sofre mudanças, e para não gerar maiores discussões usam a estratégia de eliminar de suas aulas as teorias que geram polêmicas.

Mas o distanciamento dos assuntos polêmicos que envolvem o ensino da evolução poderá colaborar para que cada vez mais este assunto se torne inacessível para os estudantes. Essas discussões, quando levadas para sala de aula, ajudam os estudantes a entender como este é um assunto complexo e que está longe de ser algo acabado.

De modo geral, segundo o referencial teórico desta pesquisa, se a Biologia fosse ensinada numa perspectiva evolutiva, muitos conteúdos que não fazem sentido para nossos alunos seriam mais bem compreendidos. Um ensino voltado para a história da Biologia, enfatizando todas as discussões envolvendo a evolução no passado e as perspectivas futuras, ajudaria os estudantes a se situarem no tempo e a entender todos os processos que possibilitaram as descobertas científicas atuais.

Outro aspecto relevante de ser destacado é que o ensino também precisa ser contextualizado. O aluno precisa entender a importância que os saberes terão em sua vida, e cabe ao professor ressaltar esses aspectos e estimular reflexões nesse sentido. Conforme Carneiro (2004), é fundamental para o ensino da evolução biológica que sejam definidos os conceitos científicos, relacionando esses conhecimentos com os conhecimentos do senso comum, tendo sempre o cuidado ao definir termos como adaptação e evolução.

É relevante destacar que os alunos que responderam o questionário não parecem ter aprendido evolução de maneira integrada com outros conteúdos. A pergunta do questionário sobre a série em que começaram a estudar evolução foi planejada no sentido de, através das respostas dos alunos, ser possível investigar a

⁸ CICILLINI, G. A. Formas de integração e características da fala do professor na produção do conhecimento Biológico em aulas de Biologia do ensino médio. In: Encontro Nacional em Pesquisa e Ensino de Ciências, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atas do I ENPEC.**

possibilidade de eles terem tido um ensino de forma integradora. Mas, isto não é evidenciado em suas respostas.

Quanto ao ensino das teorias sobre a evolução, cabe ressaltar que apesar de estudos apontarem a possibilidade de algumas características adquiridas serem transmitidas para as futuras gerações, não se pode generalizar para *todas* as características, e vale lembrar ainda que estes estudos são muito recentes. A frase do aluno "L": "*Espécies evoluíram e o que não é mais necessário para de usar*" não deixa claro se o estudante entende que essas características que vão desaparecendo nas futuras gerações levam muito tempo e exigem muito estudo para serem observadas.

Ainda quanto à questão do ensino das teorias evolutivas elaboradas por Darwin e Lamarck, cabe lembrar que elas não são as únicas que merecem atenção no ensino da evolução biológica. Outros aspectos relacionados a este tema também merecem uma atenção especial no ensino. A teoria Sintética da Evolução, por exemplo, parece ser pouco abordada, e muitos alunos demonstraram desconhecer a sua finalidade. Esta teoria relaciona as idéias de Darwin sobre a Seleção Natural com os estudos atuais sobre Genética.

Conforme Carneiro (2004), os professores não abordam as correntes de pensamento mutacionista e selecionista que dão sentido à Teoria Sintética. Os professores se limitam a abordar as teorias lamarckistas e darwinistas, deixando a falsa impressão de que estas são as únicas que tratam a respeito da evolução biológica, ou então, que a teoria elaborada por Darwin consegue explicar todos os mecanismos evolutivos.

As respostas dos questionários indicaram também que muitos conceitos importantes parecem não estar no discurso dos alunos. Talvez isto possa estar relacionado com a falta de integração da evolução com as demais partes da Biologia, o que também faz com que o estudo da evolução não faça sentido para os alunos, a ponto de não conseguirem formular suas idéias sobre o que foi perguntado.

Também foi possível perceber que muitas concepções estão presentes de maneira equivocada ou são apresentadas de forma superficial. Isto pode ser notado não somente nos conceitos que se referem à evolução, mas também nos que se

referem à ecologia, outra parte da Biologia que deveria ser desenvolvida de maneira integrada com os outros conteúdos.

A preocupação que professores demonstram em ensinar uma grande quantidade de conteúdos acaba, quase sempre, diminuindo a qualidade do ensino e dificultando a possibilidade da construção de propostas que privilegiem a integração dos saberes. O curto tempo que é dedicado ao ensino de evolução, juntamente com a quantidade de conteúdos que precisam ser abordados, acaba desfavorecendo uma efetiva aprendizagem de uma das áreas centrais da Biologia. Os alunos necessitam de um tempo suficiente para que os conhecimentos que estão sendo trabalhados possam ser confrontados com os que eles já apresentavam a fim de reconstruir esses saberes.

Ainda é muito comum nos depararmos com um ensino onde as aulas requerem pouca participação dos alunos, onde os professores são vistos como detentores do saber com a função de transmitir informações, e onde o diálogo praticamente não existe. Segundo Moraes (2004, p. 17):

Entender a aprendizagem como construção é participar de processos de complexificação de conhecimentos existentes, mediando-os pelo incentivo à pesquisa em todos os sentidos, sempre com a participação intensa de quem aprende. Em processos dessa natureza o professor valoriza especialmente a fala e a escrita dos alunos, possibilitando um avanço do que já se sabe expressar para um conhecimento cada vez mais complexo e qualificado.

A estrutura curricular pode estar colaborando para a formação das concepções equivocadas e das idéias compartimentalizadas expressadas pelos estudantes. Conforme El-Hani (2007, p.186): “Trata-se do problema da natureza enciclopédica dos currículos de biologia”. A quantidade de conceitos trabalhados na Biologia é muito grande, e o objetivo mais importante da disciplina acaba sendo esquecido, que é o de proporcionar aos alunos uma visão unificada dos fenômenos que regem a vida, da organização e dos processos relacionados aos seres vivos.

O currículo costuma ser tratado de maneira a igualar todos os estudantes, percebendo estes como sujeitos que tiveram as mesmas experiências de vida. O currículo poderia ser desenvolvido no sentido de reconhecer o aluno na sua individualidade, como sujeito de uma história de vida única e contextualizada. As experiências de cada aluno devem ser consideradas para que ele possa estabelecer

ligações entre o que sabe com o a que está sendo apresentado. Assim, o processo de aprendizagem passa a colocar o aluno como participante ativo do processo de construção do conhecimento.

Para que os estudantes se sintam livres para expressar suas idéias em sala de aula também é necessário o estabelecimento de uma relação de confiança mútua, que acontece quando o professor percebe a importância de tentar entender o que o aluno está enxergando por seus próprios olhos (POPE; GILBERT, 1997).

A construção de um ambiente aberto a questionamentos e que se mostre favorável ao diálogo parte do próprio exercício diário de reflexão sobre a forma com que os conteúdos estão sendo desenvolvidos. Existe a necessidade de dedicar uma atenção ao desenvolvimento do processo de reconstrução que cada aluno precisa. Com isso, o professor poderá estabelecer um diálogo mais intenso e produtivo em sala de aula, aproveitando os interesses dos estudantes para tornar o ensino mais próximo do aluno.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na busca de um ensino mais qualificado, que sirva para formar pessoas conscientes e críticas, capazes de formularem suas opiniões sobre as diversas pesquisas e descobertas que a ciência apresenta a cada dia, é importante que os estudantes ganhem mais espaço em sala de aula.

Para que a Biologia possa ser aprendida, não basta os estudantes estarem apenas presentes em sala de aula, eles precisam interagir, envolver-se no ensino. Para isso, a manifestação de seus conhecimentos prévios é fundamental para dar início a uma discussão que desperte o interesse dos alunos. O conhecimento por parte do professor do que já é sabido pelos estudantes, buscando explorar sua bagagem vivencial, é um ponto importante para o avanço em direção à reconstrução dos saberes.

Concordo com Moraes (2004) quando afirma que uma participação mais ativa dos estudantes, num ambiente propenso ao debate e à interação aluno-professor e aluno-aluno, pode ajudar na construção do conhecimento. De forma coletiva fica mais fácil aprender, pois interagindo é possível expressar nossas opiniões e escutar opiniões diferentes na busca pela complexificação dos conhecimentos.

Em geral, os alunos têm interesse nas questões envolvidas no estudo da Biologia. É uma disciplina que pode ser muito próxima da vida dos alunos, embora possua assuntos um tanto quanto abstratos para eles. Os estudantes apresentaram respostas que merecem atenção quando se referem à origem da vida e às transformações que os organismos sofrem durante a sua existência.

A origem da vida comumente é confundida com a origem do universo. O surgimento desta confusão pode estar relacionado com fatores como a falta de uma visão mais clara sobre o tempo e o espaço. Outro fator evidenciado nas respostas diz respeito à influência que a religiosidade apresenta no estudo da Biologia. Os discursos religiosos e biológicos se encontram em determinados momentos, causando em alguns alunos um sentimento que exerce pressão para a tomada de posicionamentos. Saliento o que Gould (2002) propõe quando aborda a questão dos magistérios não-

interferentes, que compreende a idéia de que a religião e a ciência são instituições diferentes e que possuem objetivos igualmente distintos. Portanto, não existiria motivo para o estabelecimento de conflitos entre as duas áreas. Porém os alunos ainda não apresentam maturidade suficiente para compreender naturalmente esta visão, até porque o conflito é exercitado constantemente pela sociedade. Com isso, o papel do professor é fundamental para o esclarecimento desta situação que pode ser uma das causas de obstáculos para a aprendizagem.

A evolução é apresentada nas respostas dos alunos como sendo um assunto importante para o entendimento da Biologia. Contudo, os processos evolutivos são reduzidos às teorias evolutivas, dando a impressão de que a evolução das espécies é um assunto acabado e já ocorrido.

A adaptação dos seres vivos ao ambiente é lembrada corretamente em algumas respostas como sendo um processo responsável pelo aumento da diversidade dos organismos, fazendo com que surjam novos indivíduos capazes de sobreviver em determinados ambientes. Entretanto, outras respostas desvinculam o processo de adaptação da evolução biológica.

A separação da natureza entre seres humanos e animais foi vista em algumas das respostas apresentadas pelos alunos. Este tipo de divisão é comum entre as pessoas, e Griffin⁹ (1992, p.253 citado por MARGULIS; SAGAN, 2002, p.160), indicando a complexidade deste assunto, cita:

Grande parte da ciência do século XX resvalou gradualmente para uma atitude que subestima os animais não-humanos. Sinais não-verbais sutis, mas eficazes, com esse sentido emanam de boa parte da literatura científica. Presume-se que a ciência física e química seja mais fundamental, mais rigorosa e mais importante do que a zoologia. A biologia moderna compraz-se em ser predominantemente molecular, e essa inevitabilidade desvia a atenção da investigação dos animais em si.

Ainda se referindo sobre a separação das naturezas, o mesmo autor prossegue:

Parte dessa tendência talvez se deva a uma reação não reconhecida ao esvaziamento da vaidade humana pela revolução darwiniana. A aceitação da evolução biológica e do parentesco genético de nossa espécie com outras foi um duro golpe para o ego humano, do qual talvez ainda não nos tenhamos

⁹ GRIFFIN, D. R. **Animal Minds**. Chicago: University of Chicago Press, 1992. p.253.

recuperado plenamente, pois não é fácil abrir mão da crença profundamente arraigada de que nossa espécie é única e qualitativamente superior. (GRIFFIN, 1992, p.253 citado por MARGULIS; SAGAN, 2002, p.160).

O impacto da teoria darwiniana é sentido até hoje, e as observações e pesquisas de Darwin sobre a diversidade dos seres vivos ainda são alvos de debates. A idéia de uma evolução já programada também apareceu em algumas respostas. Além da atribuição a uma entidade superior para explicar a origem da vida, a evolução biológica também foi referida como obra divina. Esta idéia, conhecida como *planejamento inteligente*, vem ganhando espaço e é vista por alguns cientistas como sendo uma visão científica para os pensamentos criacionistas.

Retomando aspectos que se destacaram no capítulo anterior, lembro que em uma das respostas que se refere à semelhança dos embriões de vertebrados, a presença de um criador também é lembrada. Outras respostas atribuem esta semelhança a uma ancestralidade comum, aproximando os organismos e colocando-os numa mesma “árvore da vida”.

Com relação à importância da evolução, um número reduzido de alunos indica em suas respostas que ela está relacionada com processos essenciais para o entendimento dos conhecimentos biológicos. Isto evidencia que existem lacunas a serem preenchidas no que se refere ao ensino de evolução.

Os estudos realizados durante o desenvolvimento da dissertação me proporcionaram o entendimento da complexidade do assunto e também me possibilitaram enxergar com mais propriedade as dificuldades que eu já havia me deparado em sala de aula quando se aborda questões referentes à evolução biológica ou a origem da vida com os alunos.

Como mostrado ao longo do trabalho, pesquisas realizadas com professores indicaram a existência de problemas que interferem no ensino da evolução biológica (CARNEIRO, 2004); (SEPÚLVEDA, 2001). Ainda são recentes os estudos que vêm demonstrando as dificuldades enfrentadas por professores para desenvolver um ensino eficaz, porém já existe um movimento forte que busca entender a origem desses problemas na tentativa de desenvolver uma proposta que torne o ensino de Biologia mais significativo para os estudantes.

Os problemas detectados, como confusões conceituais, concepções religiosas que podem estar influenciando na aprendizagem e a falta de um aprofundamento teórico nas questões que se referem à evolução biológica merecem uma atenção especial.

É interessante observar que os problemas indicados na literatura referentes à prática docente podem ser observados quando se analisa as concepções dos alunos. O reflexo dos problemas que envolvem o tema evolução biológica no ensino pode aparecer refletido nas concepções apresentadas pelos estudantes.

Em relação às confusões conceituais, elas podem estar diretamente relacionadas com a falta de uma abordagem mais profunda sobre questões relativas à evolução. Nos moldes curriculares em que a evolução é trabalhada, o tempo é bastante curto para que os professores consigam abordar todas as questões que envolvem este tema. Com isso, o ensino fica restrito, quase sempre, às teorias evolutivas, o que contribui para que os estudantes apresentem uma visão menos ampla dos aspectos que envolvem a evolução biológica.

Uma solução significativa seria desconstruir a visão de que a evolução biológica é um assunto trabalhado no terceiro ano do ensino médio, ou apenas no ensino médio. É fundamental que durante todo o ensino de Ciências e de Biologia sejam estabelecidas relações dos organismos trabalhados com suas histórias evolutivas. Por ser um tema complexo, a evolução biológica merece uma posição de destaque no ensino e precisa ser trabalhada de forma integrada com os demais conteúdos da disciplina. Este pode ser um caminho para que, ao chegar ao final do ensino médio, os estudantes possam ter uma visão mais abrangente e significativa sobre a evolução biológica e sobre a Biologia como um todo.

Outra questão que precisa de uma atenção especial refere-se ao modo como os professores estão trabalhando os conhecimentos relativos ao senso comum. Não raro, os próprios professores apresentam visões fundamentadas em conhecimentos do senso comum, como, por exemplo, crenças religiosas e experiências pessoais, que podem acabar reforçando as concepções dos alunos. No entanto, não podemos deixar que nossas crenças influenciem no ensino dos conhecimentos apresentados, do mesmo modo que não nos cabe impor conceitos que o aluno não está preparado para

aprender. Isso pode ser resolvido tendo o diálogo como instrumento didático permanente, dando espaço necessário para que os alunos possam expressar suas idéias. Dessa forma o aluno terá maiores condições para construir e reconstruir seus conhecimentos.

Ser professor implica o compromisso com a aprendizagem, e para isso não basta trabalhar apenas conteúdos em sala de aula. Ser professor implica também dispensar um tempo para refletir sobre todas as questões que envolvem o ensino e sobre como podemos contribuir para o seu aprimoramento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. V.; FALCÃO, J. T. R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 17-32, 2005.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**: biologia das populações. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 438 p. v. 3.

ARAÚJO, A. M. Há progresso na evolução? **Acta Biologia Leopoldensia**, v. 14, n. 2, p. 5-14, jul./dez. 1992.

_____. Genética e evolucionismo. In: Gerardo Arias; Maria Irene B. Moraes Fernandes. (Org.). **Ciência e Ética**. Brasília: Embrapa, 2001, p. 37-55.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005. 316 p.

BEHE, M. **A caixa preta de Darwin**: O desafio da Bioquímica à teoria da evolução. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997. 300 p.

BIZZO, N. M. V. **Ensino de Evolução e História do Darwinismo**. 1991. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1991.

BRASIL. MEC. Parecer CNE/CES 1.301, de 04 de dezembro de 2001. Dispõe sobre Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 dez. 2001. Seção 1, p. 25. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2006.

CARNEIRO, A. P. N. **A Evolução Biológica aos olhos de professores não licenciados**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, UFSC, Florianópolis, 2004.

CUNHA, R. Criação versus evolução: uma disputa pelo controle da política educacional. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, Campinas, 10 jul. 2004. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/200407/reportagens/04.shtml>>. Acesso em: 25 ago. 2006.

DARWIN, C. **A Origem das Espécies**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004. 517 p.

DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The American Biology Teacher**, v. 35, n. 3, p. 125-129, mar. 1973.

EL-HANI, C. N. Uma das coisas boas de estar no tempo é poder olhar para trás. In: BORGES, R. M. R. (Org.). **Filosofia e História da Ciência no contexto da Educação em Ciências**: vivências e teorias. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. p. 168-194.

FREIRE-MAIA, N. **Criação e Evolução**: Deus, o acaso e a necessidade. Petrópolis: Vozes, 1986. 357 p.

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

_____ (Ed.). **Evolução, Ciência e Sociedade**: 48º Congresso Nacional de Genética. ed. exclusiva. São Paulo: SBG, 2002. 46 p.

GAZIR, A. Escolas do Rio vão ensinar criacionismo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 13 maio 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u11748.shtml>>. Acesso em: 11 dez. 2007.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 222 p.

GOULD, S. J. Três aspectos da evolução. In: BROCKMAN, J.; MATSON, K. (Org.). **As coisas são assim**: pequeno repertório científico do mundo que nos cerca. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. p. 95-100.

_____. **Lance de Dados**: A idéia de Evolução de Platão a Darwin. Rio de Janeiro: Record, 2001. 332 p.

_____. **Pilares do Tempo**: Ciência e religião na plenitude da vida. Rio de Janeiro: Rocco, 2002. 185 p.

HORVITZ, L. A. **Eureca**: Descobertas científicas que revolucionaram o mundo. Rio de Janeiro: Difel, 2003. 224 p.

LEWONTIN, R. C. Darwin X Deus. **Entre Livros**, São Paulo, dez. 2005. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/entrelivros/reportagens/darwin_x_deus.html>. Acesso em: 03 jul. 2007.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. **O que é vida?**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. 289 p.

MARTINS, L. P. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. **Episteme**: filosofia e história das ciências em revista, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 33-54, 1997.

MATSUURA, O, T. Vida Extraterrestre. In: EL HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. (Orgs.). **O que é vida?**: Para entender a biologia do século XXI. 2. ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2001. p. 273-296.

MENEZES, M. Polêmica sobre criacionismo chega às escolas do RJ. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 14 maio 2004. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/dimenstein/cbn/comunidade_140504.shtml>. Acesso em: 11 dez. 2007.

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. 2. ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2001. p. 153-185.

MORAES, R. Ninguém se banha duas vezes no mesmo rio: currículos em processo permanente de superação. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em Ciências**: Produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Unijuí, 2004. p. 15-41.

_____.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007. 224 p.

OLIVEIRA, D. L.; ARAÚJO, A. M. Conversando com William Ball Provine. **Episteme: filosofia e história das ciências em revista**, Porto Alegre, n. 9, p. 9-18, jul./dez. 1999.

PASSAGLIA, L. M. P. Mutação, mecanismos de reparo do DNA e recombinação. In: ZAHA, A. (Coord.). **Biologia Molecular Básica**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1996. p. 116-158.

PENA, S. D. Viva Lamarck (!?). **Ciência Hoje On-line**, 14 jul. 2006. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/52486>>. Acesso em: 18 set. 2007.

PIOLLI, A.; DIAS, S. Escolas não dão destaque à evolução biológica. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, Campinas, 10 jul. 2004. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/200407/reportagens/05.shtml>>. Acesso em: 25 ago. 2006.

POPE, M.; GILBERT, J. La experiencia personal y la construcción del conocimiento en ciencias. In: PORLÁN, R.; GARCÍA, J. E.; CAÑAL, P. (Comp.). **Constructivismo y enseñanza de las ciencias**. Sevilla: Díada, 1997. p. 73-88.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 752 p.

SALZANO, F. M. Mito, razão e ciência. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 215, p. 28-32, maio 2005.

SEPULVEDA, C. **A relação religião e ciência na trajetória de formação profissional de alunos protestantes da licenciatura em ciências biológicas**. 2001. 33 f. Projeto de Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, UFBA-UEFS, Salvador, 2001

_____. Movimento Criacionista: Um risco à formação científica e cultural dos alunos da rede pública carioca. **Informativo da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia**, São Paulo, n. 1, jan./jul. 2004. Disponível em: <www.sbenbio.org.br/regional5/boletim12004.rtf>. Acesso em: 12 dez. 2007.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 124-134, 2004.

VIEYRA, A.; SOUZA-BARROS, F. Teorias da origem da vida no século XX. In: EL HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. (Orgs.). **O que é vida?**: Para entender a biologia do século XXI. 2. ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2001. p. 71-104.

VOGT, C. A evolução do homem e a criação de Deus. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, Campinas, 10 jul. 2004. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/200407/reportagens/01.shtml>>. Acesso em: 25 ago. 2006.

APÊNDICE A – Instrumento de Pesquisa: Questionário destinado aos alunos**QUESTIONÁRIO**

A idéia de que os seres vivos se modificam ao longo do tempo gerando novas espécies é chamada de Evolução. Não é uma idéia nova! Ao longo de muitos anos, muitas teorias vêm sendo propostas para tentar explicar os mecanismos que ocorrem na vida de todos os seres vivos. A vida na terra teria sempre existido? Se nem sempre existiu, como tudo teria começado? Essas são perguntas que a humanidade se faz praticamente desde o início da sua existência.

O que você pensa sobre essas questões? Responda o questionário abaixo e dê sua opinião sobre essas questões que até hoje são motivos de muitos debates, não apenas pela comunidade científica, mas por toda a sociedade.

- 1) Refletindo sobre a sua trajetória escolar, o que o ensino de Ciências e de Biologia acrescentou na sua visão sobre a vida?
- 2) Como você acha que surgiram os primeiros seres vivos?
- 3) A que você atribui a diversidade de seres vivos hoje existentes?
- 4) Como você explicaria o fato dos embriões dos vertebrados terem uma aparência muito semelhante?
- 5) Em qual série você lembra ter começado a estudar Evolução?
- 6) Qual a importância do estudo da Evolução Biológica para o entendimento da Biologia?
- 7) Há quanto tempo você estuda nesta escola?

APÊNDICE B – Documento referente à autorização da professora de Biologia e ao aval da Diretora da escola para a realização do trabalho

Porto Alegre, 19 de setembro de 2007

Ao
Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS

Eu, _____, Professora de Biologia da Escola _____, conheço o Protocolo de Pesquisa intitulado “**Concepções de alunos e reflexões didáticas sobre a evolução biológica**”, em desenvolvimento pela mestranda Aline de Castilhos Mello, sob a responsabilidade e orientação da pesquisadora Prof^a. Dr. Regina Maria Rabello Borges. Autorizo a aplicação do instrumento de pesquisa (questionário sobre Evolução Biológica) a uma de minhas turmas de alunos do 3º ano do ensino médio, com o aval da Direção da escola.

O início da pesquisa nesta escola poderá ocorrer a partir da apresentação da Carta de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS.

Atenciosamente,

Professora de Biologia

De acordo.

Diretora

APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido fornecido aos estudantes

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa:

“CONCEPÇÕES DE ALUNOS E REFLEXÕES DIDÁTICAS SOBRE A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA”

Pesquisa em desenvolvimento no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS, pela mestranda Aline de Castilhos Mello.

I. Justificativa e Objetivos da pesquisa

As Diretrizes Curriculares para o curso de Ciências Biológicas do Ministério da Educação consideram que “O estudo da Biologia deve possibilitar a compreensão de que a vida se organizou através do tempo, sob a ação de processos evolutivos [...]”, e que o estudo da evolução biológica permite integrar diversos conteúdos de Biologia. Mas a literatura também indica que os alunos podem apresentar diferentes obstáculos ao entendimento dos mecanismos evolutivos.

Portanto, será realizada uma pesquisa sobre o tema, buscando compreender as concepções dos alunos a respeito da evolução biológica e analisar quais aspectos

estão envolvidos na formação dessas concepções, bem como entender se o ensino de Evolução está servindo como eixo unificador na Biologia.

II. Procedimentos (Metodologia)

Com a autorização do/a professor/a de Biologia e da direção da escola, será aplicado um questionário envolvendo o conteúdo específico sobre evolução biológica, em sala de aula, a uma turma de alunos do 3º ano do ensino médio, informando a respeito dos objetivos e procedimentos da pesquisa. Haverá absoluto sigilo em relação à escola, aos docentes e aos alunos participantes desse estudo, no contexto da análise e interpretação das respostas escritas ao questionário.

III. Garantia de conhecimento do conteúdo da pesquisa

Os alunos participantes terão livre acesso ao material de pesquisa e conhecimento do seu conteúdo.

IV. Autorização relativa ao uso das informações

Espera-se a autorização dos alunos para que seus depoimentos possam ser analisados na dissertação. **Será possível concordar ou não com a transcrição de partes das respostas ao questionário.** Fica estabelecido que os alunos terão liberdade de, a qualquer momento, discordar da sua participação nesta pesquisa sem prejuízos para si.

V. Compromisso com a informação atualizada do estudo

A qualquer momento, os alunos participantes poderão obter informações quanto ao andamento da pesquisa, a partir de contatos estabelecidos com:

- a mestranda, Aline de Castilhos Mello – Fone: (51) 91484947;
- a pesquisadora/ orientadora, Prof^a. Dr. Regina Maria Rabello Borges Fone: (51)3320-3545 - Ramal 4930 (PUCRS);
- o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/ PUCRS – Fone: 3320-3345.

Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

Assinatura do/a Aluno/a	Nome	Data
--------------------------------	-------------	-------------

Assinatura da Pesquisadora	Nome	Data
-----------------------------------	-------------	-------------

ANEXO A - Respostas dos alunos que dizem ter começado a estudar Evolução durante o Ensino Fundamental

J5 - Acho que estudamos evolução desde que entramos na escola.

J7 - Desde o jardim de infância, quase 12 anos.

A5 - A partir da primeira série.

A7 - Desde 2004

C5 - Desde a primeira série do ensino fundamental.

C7 - Desde 2005.

B5 - Por volta da 5ª série.

B7 - Menos de um ano.

H5 - Quinta série.

H7 - 2 anos.

O5 - Não lembro, mas foi pela 5ª série.

O7 - Este é o terceiro ano.

E5 - Não me recordo muito bem. Acredito que tenha sido por volta da 7ª série

E7 - 5 anos.

ANEXO B - Respostas dos alunos que dizem ter começado a estudar Evolução durante o Ensino Médio

S5 - Acho que só estudei no ensino médio.

S7 - Desde 2005 (1º ano).

P5 - Que eu me lembre estudei bastante no 1º ano de segundo grau.

P7 - 4 anos.

R5 - 1º ano do ensino médio.

R7 - Desde sempre.

D5 - 2º ano.

D7 - 4 anos.

G5 - 2º ano do ensino médio.

G7 - Desde o primeiro ano do ensino médio.

M5 - Segundo ano do segundo grau.

M7 - Há quatro anos.

F5 - 3º ano.

F7 - Entrei esse ano.

I5 - 3º ano.

I7 - Todo ensino médio (3 anos).

K5 - No 3º ano.

K7 - Há 7 anos.

L5 - 3º ano.

L7 - 2 anos.

N5 - No 3º ano do segundo grau.

N7 - Há 11 anos.

T5 - 3º ano.

T7 - 5 anos.