

CONCEITOS SOBRE EVOLUÇÃO E SELEÇÃO NATURAL POR ALUNOS DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFRN

Renata Gonçalves Ferreira¹
André Ferrer P. Martins²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia,
rgf27br@yahoo.com.br

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Departamento de Educação, aferrer34@yahoo.com.br

Resumo

Esse texto relata os principais resultados de um estudo empírico – em andamento – levado a cabo entre estudantes de graduação em ciências biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, na intenção de identificar suas concepções acerca de “evolução” e de “seleção natural”. A pesquisa foi realizada com 4 turmas do 8º período (diurno), entre os anos de 2005 e 2007. O material analisado constou de textos escritos pelos sujeitos da pesquisa, sendo considerados quatro itens de análise: a) a não-intencionalidade da Evolução Biológica; b) a compreensão da necessidade de variação genética para a ocorrência da Seleção Natural; c) a diferenciação entre a unidade em que ocorre a Seleção Natural e a unidade em que ocorre a Evolução; d) os possíveis processos/mecanismos que resultam na Evolução Biológica. Os resultados indicam que cerca de metade dos graduandos manifesta algum tipo de concepção alternativa ou imprecisão conceitual em relação a esses itens.

Palavras-chave: evolução; seleção natural; concepções alternativas; ensino superior.

Introdução

A Teoria da Evolução por meio da Seleção Natural pode ser considerada uma teoria científica de enorme sucesso, tanto teórico quanto empírico, no âmbito das ciências biológicas. Há inúmeras evidências de modificações morfo-fisiológicas em seres vivos que são bem explicadas por um processo de seleção natural. Além disso, essa teoria é consistente com conceitos e modelos teóricos de diferentes disciplinas, tais como a Física e a Química (LERNER, 2000). Em parte devido a esse sucesso, como também às disputas acerca da inclusão ou não do ensino de evolução ou criacionismo em escolas de ensino fundamental e médio dos Estados Unidos da América, a Teoria da Evolução por meio da Seleção Natural passou a ser considerada um “fato científico” (RUSE, 1995).

A temática da Evolução transcendeu, há muito, os centros de pesquisa e as universidades, para ganhar espaço nos noticiários, nas revistas de divulgação científica e em programas televisivos. Nesse sentido, a familiaridade com os princípios e conceitos relativos à Evolução e à Seleção Natural passou a ser fundamental para a alfabetização científica da população em geral, com vistas à construção de um pensamento crítico. Essa preocupação permeia documentos como os PCNEM, onde “a origem e evolução da vida” é considerado um dos seis temas estruturadores a serem trabalhados ao longo do ensino médio (BRASIL, 1999).

Para além das pertinentes questões acerca da profundidade e das formas de abordagem deste tema na educação básica, destacaríamos que, dentre todas as profissões regulamentadas e reconhecidas no Brasil, o Biólogo é o profissional que tem por dever o domínio dos conceitos (e do percurso histórico) da Teoria da Evolução por meio da Seleção Natural. Esse *domínio do conteúdo* (conceitos, leis, modelos e teorias) surge como um *saber disciplinar* necessário ao aprimoramento não apenas da prática das atividades de pesquisa (para os bacharéis), como também da prática da docência (para os licenciados e os bacharéis).

Apesar do volume crescente de pesquisas na área de Ensino de Biologia no Brasil (TEIXEIRA E NETO, 2006), os estudos e artigos publicados acerca do ensino de Evolução/Seleção Natural no ensino médio ou no ensino superior são relativamente mais escassos do que os destinados a outros temas, tais como Educação Ambiental ou Ecologia. Os números refletem essa escassez: i) dos 118 trabalhos apresentados no I Encontro Nacional de Ensino de Biologia, analisados por Borges e Lima (2007), apenas 4 (3,3%) abordavam o tema “Evolução” (sendo 1 voltado ao ensino superior); ii) somente 2 trabalhos publicados no último ENPEC enfocavam o tema “Evolução” (FERREIRA E SELLES, 2005; MEGLIORATTI et al., 2005). Destes, apenas o último apresentava dados acerca de concepções sobre Evolução por professores de Biologia.

Em função dessa escassez de trabalhos e, ao mesmo tempo, da importância da temática para a formação de professores e pesquisadores, torna-se relevante investigar aspectos relativos ao ensino desse tópico. Este trabalho pretende contribuir nesse sentido, considerando que um levantamento das concepções apresentadas pelos estudantes é uma etapa preliminar necessária à identificação de concepções alternativas sobre o tema, bem como ao desenvolvimento de estratégias didáticas direcionadas à superação de obstáculos de aprendizagem.

Nesse trabalho, apresentamos uma primeira análise acerca do domínio (ou dificuldades no domínio), por estudantes de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, de conceitos básicos sobre Evolução e Seleção Natural. Tendo em vista a polissemia do termo ‘Evolução’, e os vários “sub-conceitos” embutidos no conceito de Evolução Biológica (e.g. Anderson et al. [2002] listaram 20 “sub-conceitos” que precisam ser compreendidos para um domínio robusto do conceito de Evolução), restringimos nossa análise a quatro itens que consideramos fundamentais: a) a não-intencionalidade da Evolução Biológica; b) a compreensão da necessidade de variação genética para a ocorrência da Seleção Natural; c) a diferenciação entre a unidade em que ocorre a Seleção Natural e a unidade em que ocorre a Evolução; d) os possíveis processos/mecanismos que resultam na Evolução Biológica.

Dessa forma, buscou-se verificar se os estudantes dominavam os seguintes aspectos básicos relativos à Teoria da Evolução por meio da Seleção Natural:

- A evolução ocorre “a partir de” uma condição anterior e não “em direção a” algum objetivo; ou seja, o termo ‘progresso’ pode, no máximo, ser visto como em relação a uma situação passada e não a uma meta futura (ver discussão sobre as ambiguidades do termo “progresso” em Meghioratti et al., 2005).
- Esse “a partir de” refere-se a uma variação morfológica e fisiológica entre os indivíduos de uma mesma espécie, que está vinculada a uma variação genética entre os indivíduos.
- A seleção ocorre no nível do indivíduo, pois depende do indivíduo a reprodução/passagem do gen às próximas gerações (DAWKINS, 2001). O termo “fitness” refere-se a uma reprodução diferencial em que alguns indivíduos deixam mais descendentes que outros. Já a evolução ocorre no nível da espécie (ou população), ou seja, evolução refere-se a uma mudança em proporções gênicas (FUTUYAMA, 1993; KREBS E DAVIES, 1993) e, portanto, só pode ser verificada a partir de algum conjunto de indivíduos (espécie, população ou grupo)¹.
- Essa mudança na composição gênica pode ser causada por vários mecanismos, sendo a Seleção Natural um deles: interação do indivíduo com o meio abiótico

¹ Dawkins (2001) discute que o gen é o que está sendo selecionado, mas que para tanto, a seleção opera no indivíduo. Evitaremos neste texto uma discussão mais recente sobre a teoria hierárquica da seleção, na qual se concebe que a seleção natural atua em vários níveis ao mesmo tempo, por ser um tema ainda em debate na academia (Keller, 1999).

(ambiente físico-químico) e biótico (relações inter e intra-específica). Porém, existem outros mecanismos capazes de alterar a composição gênica da população, tais como: deriva genética e seleção sexual.

Metodologia

A pesquisa foi realizada em 8 turmas do curso de graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado) da UFRN, entre os anos de 2005 (2º semestre) e 2007 (1º semestre). Apresentaremos aqui somente os resultados obtidos com as 4 turmas do 8º período (diurno). Deve-se salientar que, apesar destes estudantes estarem, à época da pesquisa, no oitavo período do curso de Ciências Biológicas, a disciplina “Evolução” é ministrada apenas no 9º período.

Para cada uma das 4 turmas, em semestres letivos distintos e consecutivos, solicitou-se aos estudantes que escrevessem “tudo o que sabiam” sobre os termos “Evolução” e “Seleção Natural”. Esse pedido era feito pela professora titular do módulo de Mamíferos das disciplinas “Zoologia de Vertebrados” e “Biodiversidade III” (primeiro autor desse trabalho), sempre no início da primeira aula do módulo. Era comunicado que seria dado um intervalo de vinte minutos para a escrita, mas esse tempo foi algumas vezes estendido até 30 minutos. Com esta metodologia buscava-se verificar o “domínio formal-imediato” dos alunos com relação aos termos indicados, e o contexto de sala de aula compunha o quadro de formalidade do material a ser apresentado. Foram propositadamente evitadas as metodologias envolvendo formulários, questionários e entrevistas (semi-estruturadas ou estruturadas), para evitar qualquer “indução” ou “lembrança” nos alunos a partir das perguntas e questões específicas (ALVES-MAZZOTI E GEWANDSZNADJER, 1999). O objetivo foi verificar se os textos dos alunos refletiam, de forma “não-induzida”, o domínio de conceitos de acordo com o conhecimento científico aceito/estabelecido.

Foram recebidas 64 folhas-respostas no total das quatro turmas. Até o momento, foi realizada uma primeira análise global e quantitativa quanto aos quatro aspectos delineados anteriormente, considerados fundamentais para um domínio robusto do conceito de Evolução. Excetuando-se o último item (“processos/mecanismos evolutivos”), a presença ou ausência dos demais, nos textos escritos pelos estudantes, foi analisada utilizando-se os seguintes símbolos: - ; + ; Ø ; ?.

O símbolo negativo “-” foi utilizado nos casos em que o conceito apresentado se distanciava do cientificamente aceito. O símbolo positivo “+” denota a apresentação do conceito cientificamente aceito. O símbolo “Ø” denota a ausência deste conceito na resposta do estudante, e o símbolo “?” denota a existência do conceito na resposta, mas uma dificuldade do pesquisador em verificar se há concordância ou não com o conceito cientificamente aceito.

Assim, para o primeiro item a ser considerado (“**Evolução e não-intencionalidade**”), “positivo” refere-se ao aspecto não-intencional da evolução, à evolução como consequência de algo. “Negativo” refere-se ao aspecto intencional da evolução, ou seja, a evolução “em direção a”. Foram consideradas como indicativas de intencionalidade na evolução frases/palavras do tipo: “a evolução ocorre para que”, “a evolução ocorre a fim de”, “os organismos evoluem buscando”.

O segundo item a ser analisado (“**Substrato para seleção**”) refere-se à compreensão de que há necessidade de variação genética para que ocorra um processo de seleção natural. Assim, “positivo” foi atribuído aos textos que faziam referências às mutações, polimorfismos, variabilidade genética como necessárias ao processo de seleção natural e evolução. E “negativo” foi atribuído aos textos em que, apesar dos termos mutação, polimorfismo etc., terem sido citados, não foi feita nenhuma conexão com o mecanismo de seleção ou o processo evolutivo.

O terceiro item a ser considerado refere-se às escalas em que ocorrem a seleção e a evolução. Pode ser subdividido em dois: Em relação à “**Unidade da Seleção**”, “positivo” foi marcado nos textos em que o indivíduo é atribuído como unidade da seleção natural, e “negativo” aos que indicavam a seleção natural como ocorrendo sobre “espécies” ou “populações”. De forma inversa, para a “**Unidade da Evolução**”, “positivo” foi atribuído aos textos que se referiam à espécie ou à população como unidade da Evolução, e “negativo” aos que se referiam aos indivíduos como unidade evolutiva.

O último item (“**Processos/mecanismos evolutivos**”), como dito anteriormente, foi o único a não seguir o padrão simbólico usado para os outros. Neste caso, foram marcados todos os mecanismos citados pelos alunos como causadores da Evolução. Esses poderiam ser: variações no ambiente físico-químico ao qual o organismo está exposto, competição entre diferentes espécies (competição inter-sp), competição entre indivíduos da mesma espécie (competição intra-sp), deriva gênica, fluxo gênico e processos aleatórios. Os três primeiros fatores compõem o processo de seleção natural, enquanto deriva gênica e fluxo gênico são afetados pelo padrão migratório dos indivíduos no ambiente.

Resultados

As tabelas 1 e 2, a seguir, apresentam o número de respostas obtidas para o total das 4 turmas pesquisadas:

Tabela 1: total de respostas para os três primeiros itens

| Tipo de resposta | 1º item | 2º item | 3º item | |
|------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|
| | Evolução e não-intencionalidade | Substrato para seleção | Unidade da Seleção Natural | Unidade da Evolução |
| + | 30 (46,8%) | 27 (42,2%) | 33 (51,6%) | 21 (32,8%) |
| - | 20 (31,2%) | 29 (45,3%) | 14 (21,8%) | 22 (34,4%) |
| ∅ | 7 (11,0%) | 2 (3,1%) | 4 (6,3%) | 1 (1,6%) |
| ? | 7 (11,0%) | 6 (9,4%) | 13 (20,3%) | 20 (31,2%) |
| | 64 | 64 | 64 | 64 |

Tabela 2: total de respostas para o 4º item de análise (o total não soma 64 porque alguns alunos indicaram mais de um mecanismo evolutivo)

| Tipo de resposta | 4º item |
|-------------------------|---------------------------------|
| | Processos/Mecanismos Evolutivos |
| Ambiente físico-químico | 47 |
| Competição intra-sp | 10 |
| Competição inter-sp | 3 |
| Nenhum mecanismo | 6 |

De forma geral, contabilizou-se que entre 40 e 50% dos alunos do oitavo período do curso de Ciências Biológicas da UFRN dominam os “sub-conceitos” de que *não há intencionalidade* no processo evolutivo, que *os indivíduos* são selecionados, e que os indivíduos são *geneticamente diferentes* (um número menos significativo de sujeitos (32,8%) parece ter domínio acerca da *unidade da evolução*). Para a maioria, a seleção está diretamente relacionada ao meio ambiente físico-químico (47 respostas), sendo poucos os alunos que citam a competição (inter ou intra-específica). Isto não quer dizer, entretanto, que cada aluno domine todos os aspectos simultaneamente (i.e. um conceito “completo” de seleção natural como consequência da seleção sobre indivíduos que são diferentes geneticamente).

Numa leitura possível da Tabela 1, se considerarmos como “não-positivas” as respostas categorizadas como -, Ø e ?, somando-se os percentuais relativos a elas, veremos que, em geral, pouco mais da metade dos graduandos evidencia dificuldades com o domínio conceitual de um ou mais itens acerca da temática.

Transcrevemos, a seguir, trechos das respostas dos sujeitos, evidenciando as principais incorreções conceituais que surgiram.

Item 1: Evolução e não-intencionalidade

Seleção natural: quando ocorre modificações internas e externas (aumento de pescoço, mudança de cor, mimetismo) a fim de evitar a extinção da espécie, e assim permitindo que os sobreviventes da espécie evoluam. (Aluno 2, 2006.1)

Evolução é o processo de adaptação dos seres vivos ao seu meio para se alcançar os objetivos da evolução de um grupo, ou seja, aquisição de alguma característica para se adaptar ao meio. (Aluno 13, 2006.1)

Em ambos os exemplos, verifica-se que o estudante interpreta a evolução como algo direcional, proposital, intencional.

Item 2: Substrato para seleção

A medida que as características mais adaptadas são selecionadas, o ambiente vai mudando e tencionando novas características adaptativas, modificando a morfologia e a fisiologia das espécies, caracterizando assim a evolução. A mutação consiste na modificação pontual e permanente do código genético de um organismo, o qual proporcionará um novo código aos descendentes. (Aluno 1, 2007.1)

Neste exemplo, o estudante faz citação de mutação, mas não faz uma relação clara com o processo de seleção ou evolução.

Item 3: Unidades da seleção e da evolução

Seleção natural consiste no processo em que espécies que são mais bem adaptadas no ambiente tem sucesso reprodutivo e de vida, passando essas características aos seus descendentes. Evolução é quando um organismo adquire uma certa característica que promove seu sucesso de vida. (Aluno 11, 2007.1)

Neste exemplo, o estudante menciona incorretamente as unidades de seleção e de evolução.

Seleção natural: processo pelo qual a natureza seleciona positivamente os mais adaptados, e seleciona negativamente os que não se adaptam... Evolução: mudanças ocorridas em um organismo. (Aluno 7, 2005.2)

Neste caso, não é possível identificar a unidade da seleção (o trecho foi identificado com o símbolo “?”) e a unidade da evolução está incorreta.

Seleção natural: o processo pelo qual realmente seleciona-se o indivíduo que em determinada população detém características marcantes para alcançar o sucesso

reprodutivo. Evolução: o processo de desenvolvimento de organismos ao longo do tempo, buscando o sucesso reprodutivo. (Aluno 8, 2006.2)

A unidade da seleção natural é descrita corretamente nesse trecho, mas não é possível identificar claramente a unidade da evolução.

Item 4: Processos / mecanismos evolutivos

A seleção natural consiste em forças naturais que atuam sobre os seres vivos, causando adaptações, modificações e/ou extinção de espécies. (Aluno 13, 2007.1)

É o processo pelo qual seres mais bem adaptados a certas condições ambientais são selecionados... (Aluno 5, 2006.2)

Nestes casos, não é possível identificar os mecanismos evolutivos. Diferentemente do trecho abaixo, em que há identificação da seleção natural com mudanças no meio físico:

As mudanças climáticas, físicas e químicas interferem diretamente nos organismos, onde o que estiver melhor adaptado será selecionado. (Aluno 17, 2007.1)

Em contraposição às incorreções apontadas nas transcrições anteriores, citamos abaixo um exemplo de resposta contendo todos os conceitos corretos:

Seleção natural é um processo que ocorre na natureza através de vários fatores, os quais resultam na eliminação de indivíduos menos tolerantes a variação destes fatores. Onde estes fatores referem-se a pressões externas como: temperatura, disponibilidade de alimentos, taxa de predação, reprodução, etc. Então, para o indivíduo passar pela seleção natural ele deve conter em seu genótipo características que ajudem nesta seleção. A evolução é o processo contínuo de transformação das espécies. (Aluno 1: 2006.2)

Discussão

Apesar de se tratar de uma análise preliminar, alguns dados já são bastante reveladores. Em primeiro lugar, apenas metade dos alunos apresentou de forma inequívoca o domínio de que a evolução ocorre “a partir de” uma variação existente e não em direção a algo “mais adaptado”. A permanência desta concepção alternativa acerca de evolução em alunos em estágio final de graduação em ciências biológicas é preocupante, mas não é exclusiva. Meghioratti et al. (2005) e Zembal-saul et al. (2002) relatam a permanência da idéia de evolução como um progresso “em direção a” em professores de Biologia de São Paulo e dos EUA, respectivamente. Similarmente ao discutido por Meghioratti et al. (2005), a idéia de um “caminhar sem direção” parece ser um obstáculo ao abandono desta concepção alternativa. Em relação a isso, caberia apontar ainda que explicações finalistas e/ou baseadas em pontos de vista humanos são comuns entre crianças e adolescentes (SANTOS, 1998), podendo ser consideradas representativas de *obstáculos epistemológicos* à aprendizagem de conteúdos científicos (BACHELARD, 1996).

Em segundo lugar, verificou-se que quase a totalidade dos alunos fizeram menção a bases genéticas. Dada a similaridade em várias respostas ao fazerem a distinção entre mutações “positivas” e “negativas”, esse dado parece-nos revelar mais o sucesso da disciplina de Genética (oferecida em período anterior) do que um domínio do conceito em questão nesse trabalho. Esta suspeita é reforçada pela verificação de que mais alunos relacionaram erroneamente a genética à

seleção natural e à evolução do que os que fizeram a relação correta (i.e. mais alunos apresentaram a variação genética como também agindo na seleção e evolução, e não como sendo o substrato da mesma).

Um terceiro aspecto bastante revelador refere-se à dificuldade dos alunos em diferenciarem o nível em que ocorre a evolução. Apenas um terço dos alunos apresenta de forma explícita que a evolução ocorre em níveis acima do de indivíduo ou caracteres. Um terço dos alunos apresenta explicitamente o conceito errado, afirmando que o indivíduo evolui, e, para outro terço dos alunos, não foi possível ao pesquisador definir (a partir do texto apresentado) se o aluno faz ou não a diferenciação dos níveis (o sujeito usa, por exemplo, o mesmo termo – seres vivos, organismos – para falar em seleção e em evolução). Já em relação à “unidade da seleção”, um número um pouco maior de alunos revelou possuir o domínio correto.

Um quarto aspecto a ser destacado é o baixo número de relatos dos alunos para as interações bióticas como força seletiva, assim como a absoluta falta de comentários acerca de outros mecanismos evolutivos, tais como seleção sexual, acaso e deriva gênica. Verificou-se que os alunos relacionam, mais fortemente, seleção natural a características do ambiente físico-químico. Esse resultado pode refletir a permanência de uma dificuldade originada em séries anteriores à entrada na Universidade. Acerca da discussão do ensino de Evolução em escolas norte-americanas, Lerner (2000) apresenta um quadro de conceitos e conteúdos que poderiam ser tratados em cada idade da criança. Nesse, propõe-se que o conceito de competição entre indivíduos seja tratado com crianças entre 9 e 12 anos. No Brasil, o tema “evolução” também é tratado em nível médio e poderia abordar uma seqüência similar à descrita por Lerner para os EUA, ampliando a compreensão dos alunos quanto às forças seletivas.

Destaca-se ainda a grande presença do termo ‘adaptação’ (ou ‘adaptados’) sem um maior detalhamento do que significaria “ser adaptado”. Esse aparece como um termo “guarda-chuva” que tenciona resumir, em uma palavra, tudo o que o aluno relaciona à seleção natural e à evolução, sem, no entanto, oferecer ao leitor uma definição do que de fato o sujeito entende por adaptação. A utilização indiscriminada desse termo por alunos e livros didáticos é discutida por Gómez et al. (2002), assim como a dificuldade dos próprios professores em definirem os critérios de correção desse termo.

Por fim, ressalta-se a quase ausência de menção a *exemplos e evidências* do processo de seleção natural e evolução. O único aluno que se aventurou nessa área fez menção a um exemplo popular (pescoços de girafas). Deve-se lembrar que a idéia de evolução já existia antes dos trabalhos de Darwin, e que foi justamente a apresentação de exemplos e evidências que fez com que o trabalho de Darwin fosse aceito com maior facilidade. Dessa forma, seria importante que os graduandos dominassem não apenas os conceitos corretamente, mas fossem capazes de articular esse conhecimento, aplicando-os a diversos “contextos” do mundo biológico.

Com relação aos tópicos acima discutidos cabem duas ressalvas. Primeiro, cabe ressaltar que esta é apenas uma primeira abordagem, cuja análise ainda esteve muito vinculada à presença ou ausência de palavras-chave (e.g. “em direção a”, “indivíduo”). Ademais, problemas inerentes à própria construção de um texto claro podem ter contribuído para dificultar a expressão dos conceitos pelos alunos. Esta análise deve ser considerada como a primeira etapa, que revela as dificuldades mais evidentes no domínio dos conceitos considerados.

Em segundo lugar, é fato que os respondentes ainda não haviam cursado a disciplina “Evolução”, ministrada apenas no nono período de curso. Isto, entretanto, não explica o padrão observado nos dados. “Evolução e Seleção Natural” é um tema extremamente amplo, com muitas ramificações, cujos processos e evidências podem ser tratados ao longo de todo o curso de graduação. Esse tema não precisa (nem deve) ser o foco principal das outras disciplinas, mas poderia ser incluído como um *tema transversal* que possa ser abordado e exemplificado em diversas ocasiões em sala de aula. Isto ofereceria não apenas evidências que apóiam a teoria, mas enriqueceria os temas a serem debatidos nas mais diversas disciplinas (desde taxonomia e

fisiologia à biofísica e bioquímica). Não se pode esperar que uma única disciplina, no penúltimo período de curso, consiga resgatar todos os exemplos, evidências e mecanismos evolutivos. A falta de exemplos nos textos dos alunos pode servir como indicativo do que está sendo perdido e que dificilmente será recuperado. Ao contrário, a disciplina de “Evolução” poderia privilegiar a síntese e a organização de conceitos formais sobre o tema. A recente (e louvável) mudança da grade curricular do curso de Ciências Biológicas da UFRN, que inverte a ordem tradicional das disciplinas, iniciando com o “macroscópico” e, paulatinamente, detalhando o “microscópico”, oferece uma excelente oportunidade para essa abordagem do tema Evolução.

Considerações finais

“Evolução e Seleção Natural” é um tema transversal, que ativa o interesse e o imaginário das pessoas nos mais diversos ambientes. É um tema empolgante não apenas nos congressos internacionais, mas em círculos de conversas mais informais. Para além de uma alfabetização científica adequada ao exercício da cidadania, o domínio dos conceitos e “sub-conceitos” associados a esse tema é também fundamental na medida em que eles compõem o modelo científico paradigmático das ciências da vida, e que vem sendo utilizado cada vez mais na área das Ciências Humanas. Se não os Biólogos, qual profissional poderá oferecer suporte aos outros profissionais que se aventurem nesta área? Prevê-se, ainda, uma dificuldade destes alunos em ingressarem em programas de pós-graduação votados a este tema ou de acompanharem tópicos neles tratados. Se os estudantes não dominarem os conceitos fundamentais, como irão acompanhar e desenvolver pesquisas com conceitos mais avançados que são construídos a partir destes fundamentos? Como poderão atuar no ensino fundamental e médio de forma competente?

As análises aqui realizadas buscaram destacar conceitos básicos em evolução e seleção natural, não tendo sido abordadas temas mais avançados tais como seleção cumulativa, determinismo genético e níveis de seleção. Espera-se que esse trabalho, ao explicitar algumas das concepções e das dificuldades dos alunos, possa contribuir no sentido da busca de estratégias mais eficazes de ensino-aprendizagem, assim como para re-orientações curriculares dos cursos de graduação em Biologia (tanto de licenciatura quanto de bacharelado), em que mais atenção seja dada ao tema “Evolução e Seleção Natural”.

Referências

Alves-Mazzotti, Alda Judith; Gewandsznajder, Fernando. **O método nas ciências naturais e sociais** – pesquisa quantitativa e qualitativa. 2.ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

Anderson, D.L.; Fisher, K.M.; Norman, G.J. Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. **Journal of Research in Science Teaching**, 39, 10, 952-978, Dezembro, 2002.

Bachelard, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

Borges, Regina M. Rabello; Lima, Valdevez M. do Rosário. Tendências contemporâneas do ensino de biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 6, 1, 165-175, 2007.

Brasil. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: 1999.

Dawkins, Richard. **O gene egoísta**. Belo Horizonte: Itatiaia, 2001.

Ferreira, Márcia Serra; Selles, Sandra Escovedo. Entrelaçamentos históricos das ciências biológicas com a disciplina escolar biologia: investigando a versão azul do BSCS. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, V, 2005, Bauru. **Atas...**

Futuyama, Douglas G. **Biologia evolutiva**. 2.ed. Brasil: Sociedade Brasileira de Genética, 1993.

Gándara Gómez, Milagros de La; Gil Quílez, María José; Sanmartí Puig, Neus. Del modelo científico de “adaptación biológica” al modelo de “adaptación biológica” en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. **Enseñanza de las Ciencias**, 20, 2, 303-314, 2002.

Keller, L (ed) (1999) **Levels of Selection in Evolution**, Princeton: Princeton University Press.

Krebs, J.R.; Davies, N.B. **An introduction to behavioural ecology**. 4.ed. Oxford: Blackwell Science, 1993.

Lerner, Lawrence S. Good and bad science in US schools. **Nature**, 407, 21, Setembro, 2000.

Meghioratti, Fernanda Aparecida; Bortolozzi, Jehud; Caldeira, Ana Maria de Andrade. Aproximações entre o sentido histórico de “progresso” na evolução biológica e concepções apresentadas por professores de biologia. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, V, 2005, Bauru. **Atas...**

Ruse, Michael. **Levando Darwin a sério**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1995.

Santos, Maria Eduarda. **Mudança conceptual na sala de aula** – um desafio pedagógico. Lisboa: Livros Horizonte, 1998.

Teixeira, Paulo M. Marini; Neto, Jorge Megid. Investigando a pesquisa educacional: um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, 11, 2, Agosto, 2006.

Zemal-saul, Carla et al. Scaffolding Preservice Science Teachers’ Evidence-Based Arguments during an Investigation of Natural Selection. **Research in Science Education**, 32, 437–463, 2002.