

LICENCIANDOS EM BIOLOGIA AINDA APRESENTAM DIFICULDADES NA CONCEITUAÇÃO DA TEORIA EVOLUTIVA?

Undergraduate students in Biology still present difficulties in the conceptualization of evolutive theory?

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a conceituação sobre a Teoria Evolutiva dos alunos de uma graduação em licenciatura em Ciências Biológicas do Estado do Rio de Janeiro, para posteriormente ser desenvolvida uma sequência didática que aborde o tema em questão. Para tal, analisamos os módulos didáticos de uma disciplina de primeiro período e as respostas das avaliações presenciais da disciplina Evolução. Nossa interpretação dos dados demonstrou que apesar de os alunos trabalharem com estes conceitos desde o início da graduação, ao final do curso continuam apresentando dificuldades com o tema. Esse resultado está de acordo com diversos referenciais da área de ensino de evolução e contribuirão de forma efetiva para o desenvolvimento da sequência didática.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, Estratégia de Ensino, Teoria Evolutiva.

Abstract

This work has as an objective characterize the conceptualization about the Evolutive Theory of undergraduate students in Biological Sciences from the Estate of Rio de Janeiro, to afterwards develop a didactic sequence that adress the theme. For this, we analyse the didactic modules from a first-semester discipline and the results from classroom assessments from the Evolution discipline. Our interpretation of the data shows that, despite students working with these concepts since the beginning of their graduation, at the end of the course they continue to present difficulties with the subject. This result is in accordance with many referentials from the field of evolution teaching and will contribute in an effective way to the development of a didactic sequence.

Key words: Biology Teaching, Teaching Strategy, Evolutive Theory.

Introdução

O presente trabalho faz parte de um projeto mais amplo de desenvolvimento de uma sequência didática que pretende discutir de forma mais aprofundada e integrada conceitos chaves da Teoria Evolutiva na disciplina Evolução, de uma graduação semipresencial do Estado do Rio de Janeiro. Para tal, estão sendo feitas análises preliminares de provas presenciais desta disciplina e de módulos didáticos de outras disciplinas que também abordam tais conceitos.

Sendo assim, temos como objetivo neste trabalho apresentar a descrição e análise dos primeiros dados sobre a conceituação da Teoria Evolutiva presente nos módulos didáticos da disciplina Grandes Temas em Biologia, disciplina obrigatória de primeiro período da graduação; e das avaliações presenciais do primeiro semestre de 2009 da disciplina Evolução. Estes dados facilitarão compreender quais são as conceituações utilizadas sobre o tema desde

o início da graduação e permitirá perceber possíveis dificuldades sobre a Teoria Evolutiva, o que dará subsídios para uma abordagem mais direcionada na sequência didática a ser desenvolvida.

Este trabalho se baseia em quatro justificativas principais. A primeira delas é que desde a década de 1970, Gould (1987) já dizia que a evolução biológica é um tema que a maioria das pessoas conhece, mas poucos entendem seus mecanismos. A segunda é um documento elaborado por dez universidades norte-americanas (FUTUYMA, 2002) que indicam que a Teoria Evolutiva deve ser o eixo integrador das diversas subáreas da Biologia e que, portanto, deve ser ensinada desde o Ensino Fundamental. A terceira justificativa para esse trabalho se encontra nos próprios *Parâmetros Curriculares Nacionais* (BRASIL, 1998; BRASIL, 2006) que sugerem que a Evolução Biológica deve ser abordada desde o Ensino Fundamental II, pois permite explicar a biodiversidade existente em nosso planeta, relações entre seres vivos, além de funcionar como eixo integrador das disciplinas de Ciências e Biologia. Por último, trabalhos na área de ensino de Biologia têm demonstrado que tanto professores, quanto alunos apresentam lacunas em relação a este conhecimento e/ou dificuldades com sua conceituação, tornando muitas vezes o processo de ensino-aprendizagem deste tema muito difícil (BIZZO, 1991; Santos, 2002 GOEDERT, 2004; TIDON; LEWONTIN, 2004).

O que torna a Teoria Evolutiva tão especial?

A partir de meados do século XIX Charles Darwin sistematizou diversos conceitos que já estavam sendo discutidos na época sobre a evolução das espécies (MAYR, 1998) e conseguiu elaborar de forma satisfatória uma teoria que explicava a diversificação das espécies e suas adaptações.

Entretanto, um dos aspectos que Darwin não conseguiu explicar foi como as variações surgiam e como ocorria a transmissão das características aos descendentes. Estas lacunas foram suprimidas com a redescoberta dos trabalhos de Mendel que mostravam como é possível prever as características da prole, a partir de elementos que eram responsáveis por guardar as informações dos indivíduos. Outra importante descoberta foi a da estrutura físico-química do material genético, em 1953. Essas descobertas permitiram não só caracterizar as fontes de variação, que são as mutações ao acaso, mas também que a replicação do material genético permite a transmissão das características aos descendentes. Todo esse contexto contribuiu para uma melhor integração dos conceitos de Darwin, com os avanços na área de genética e de biologia molecular, formando o que chamamos de Teoria Sintética da Evolução (MAYR, 1998).

Para o presente trabalho e como conceituação geral da Teoria Evolutiva, usaremos a proposta de Mayr (1998). Este zoólogo, historiador e filósofo da biologia, que foi um dos autores da síntese da moderna teoria evolutiva, sugere que a teoria de Darwin é um sistema conceitual composto por cinco proposições, que integradas explicam a diversificação das espécies ao longo do tempo. Estas proposições seriam:

- Teoria da evolução como fato – a partir de diversos trabalhos ao longo dos últimos 150 anos, que mostram evidências esmagadoras do processo de diversificação e adaptação das espécies, a evolução dos seres vivos não é mais considerada uma teoria e sim um fato (MAYR, 1998);
- Gradualismo – a diversificação das espécies não ocorreu de forma brusca e sim de forma lenta e gradual, em que pequenas variações foram sendo selecionadas em função de alterarem

o valor adaptativo de determinadas características, sendo então estabelecidas na população (MAYR, 1998; DARWIN, 2002).

- Origem comum – as espécies atuais são descendentes modificadas de alguma espécie ancestral, o que indica a origem comum de todos os seres vivos a partir de uma ancestral que viveu há mais de três bilhões de anos (MAYR, 1998; DARWIN, 2002).
- Especiação populacional – a existência de variações dentro de uma população permite que a mesma se divida em duas e dê origem a novas espécies que irão se modificar ao longo do tempo de forma independente (MAYR, 1998; DARWIN, 2002).
- Seleção Natural - A Seleção Natural é o processo que atua selecionando as pequenas variações entre os indivíduos de uma população. Os indivíduos que possuem características que favoreçam sua sobrevivência e, com isso, consigam chegar à idade reprodutiva, têm maior probabilidade de passarem essas características aos descendentes. A Seleção Natural opera a partir de dois eventos independentes: a variação e a seleção. As variações individuais surgem ao acaso, a partir das recombinações genéticas, do fluxo genético entre populações, de fatores casuais e/ou mutações; já a seleção é a taxa de sobrevivência diferenciada. Neste sentido, a competição entre os indivíduos e a sobrevivência diferenciada ao longo das gerações levam à diversificação das espécies ao longo do tempo (DARWIN, 2002; MAYR, 1998).

É importante destacar que nesta síntese feita por Mayr (1998) não está um importante conceito desenvolvido por Darwin e que contribui para explicar de forma ainda mais satisfatória a biodiversidade existente, que é o conceito de Seleção Sexual.

Quando Darwin desenvolveu o conceito de Seleção Natural, destacou que diversas características o intrigavam, como o colorido de certos insetos e aves, a galhada de alces, o canto de pássaros, a intrigante cauda de pavão, dentre outras, pois eram características que claramente não favoreciam a sobrevivência imediata.

Já em *A origem das espécies* (DARWIN, 2002) e depois em *A origem do homem e a seleção sexual* (DARWIN, 2004), Darwin desenvolve o conceito de Seleção Sexual e, a partir de diversos exemplos, indica que as características extravagantes estariam relacionadas com o sucesso reprodutivo. Além disso, sugere que estão relacionadas com a disputa entre machos por fêmeas ou com a escolha das fêmeas ao selecionar seu(s) parceiro(s) reprodutivo(s) (DARWIN, 2004).

Uma vez que a seleção natural opera com as características que estão diretamente relacionadas com a sobrevivência no meio ambiente e a seleção sexual está relacionada com o sucesso reprodutivo, é necessário que ocorra um equilíbrio entre as duas, sob o risco, caso contrário, de extinção da espécie.

Acreditamos que o ensino da teoria evolutiva, a partir da integração destes conceitos e com o uso de exemplos, pode facilitar a compreensão do tema tanto por alunos quanto por professores e, por isso sugerimos que a abordagem do tema em uma licenciatura permite, a longo prazo, a integração das várias áreas de ensino, desde o Ensino Superior, até o Ensino Fundamental.

Caracterização do grupo estudado

Este trabalho foi desenvolvido a partir dos dados de uma graduação semipresencial do Estado do Rio de Janeiro, que tem como objetivo formar professores de Ciências para o Ensino Fundamental II e de Biologia para o Ensino Médio. Nesta graduação, os coordenadores das disciplinas fazem parte de uma das seis universidades públicas

consociadas e são responsáveis por organizarem os módulos didáticos, o cronograma, ementa, avaliações à distância (duas por semestre) e avaliações presenciais (três por semestre) de cada disciplina que coordena. Neste sistema, existem 33 pólos com diversos cursos de graduação no Estado do Rio de Janeiro, sendo que 17 possuem o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

No curso de Ciências Biológicas¹ os alunos devem cursar 50 disciplinas obrigatórias, duas optativas pedagógicas, duas optativas de instrumentação e outras três optativas, além de desenvolver um projeto final. Estas disciplinas estão organizadas em dez semestres, podendo ser cursadas em até 15 semestres.

A escolha dos módulos a serem analisados foi baseada na ementa das disciplinas e foram escolhidos os que faziam referência à teoria evolutiva ou de temas correlatos, como seleção natural, adaptação, biologia comparada e diversidade das espécies. Neste caso, foram selecionadas as disciplinas: Grandes Temas em Biologia; Diversidade dos Seres Vivos; Elementos de Ecologia e Conservação; Introdução à Zoologia; Populações, Comunidades e Conservação; e Evolução².

No presente trabalho descreveremos a conceituação da teoria evolutiva presente na disciplina Grandes Temas em Biologia, por ser uma disciplina de primeiro período e que possui a seguinte ementa: Introdução à Biologia a partir da análise do processo de formação do conhecimento tomando como exemplos alguns temas importantes no campo da Biologia no seu sentido mais amplo³.

Também usaremos os dados das provas presenciais I, II e III da disciplina Evolução, na qual a teoria evolutiva é abordada de forma mais aprofundada, como a ementa nos permite perceber: Padrões e processos evolutivos; variabilidade gênica; forças evolutivas; migração, variação geográfica e especiação; relações interespecíficas; taxas de divergência e relógio molecular; genética da conservação; evolução e criacionismo⁴.

Resultados e Discussão

Módulos de Grandes Temas em Biologia

A disciplina tem como proposta apresentar e discutir conceitos que são centrais na Biologia e que serão desenvolvidos ao longo do curso em diversas disciplinas. Sendo assim, possui dois módulos (cadernos didáticos) para os alunos estudarem que são divididos em 22 aulas: aulas 1-4 - Evolução do conceito de célula e da própria célula; aulas 5-7 - Estrutura e importância dos ácidos nucleicos e projeto genoma humano; aulas 8-13 - Teoria evolutiva – história e implicações; aulas 14-18 - Papel ecológico da água e degradação ambiental dos ecossistemas aquáticos; e aulas 19-22 - Anticorpos.

Desde o início do módulo até a parte específica sobre teoria evolutiva o texto indica que os temas serão abordados de uma perspectiva da história evolutiva, dos eventos que permitiram a evolução dos seres vivos desde os primórdios da Terra. Palavras como

¹ Grade curricular do segundo semestre de 2010, disponível na página e acessada em maio de 2011: http://novaplataforma.cederj.edu.br/plataforma2009/infocad_ementas.jsp

² A disciplina Instrumentação para o Ensino de Genética, apesar de abordar o tema não tem módulos didáticos e as atividades desenvolvidas pelos alunos são totalmente à distância.

³ Ementa disponível na página e acessada em maio de 2011: http://novaplataforma.cederj.edu.br/plataforma2009/infocad_ementas.jsp

⁴ Ementa disponível na página e acessada em maio de 2011: http://novaplataforma.cederj.edu.br/plataforma2009/infocad_ementas.jsp

‘adaptação’, ‘evoluíram’, ‘evolução’, ‘vantagens evolutivas’, ‘árvore evolutiva’, ‘seleção natural’, ‘seleção darwinista’ e ‘história evolutiva’ são utilizadas ao longo do texto.

Uma questão que se coloca ao final do módulo 1, na aula 7 sobre Genoma Humano, é que o autor do texto (ESTEVEES *et al.*, 2010) se refere à Sociobiologia como o campo de estudo que trabalha com a idéia de que comportamentos variados teriam uma origem genética e não cultural. O autor da aula discorda veementemente desta posição:

“A velha discussão sobre ambiente *versus* genética não cabe aqui, mas existe uma grande fração da população que acredita que há uma predisposição genética para o nosso comportamento mais geral” (p.140).

E informa que os experimentos nesta área foram feitos com um controle de má qualidade, mas não cita os referenciais destes trabalhos. Acreditamos que estes posicionamentos radicais impedem uma discussão mais ampla da evolução das espécies, com a inclusão de nossa própria espécie. E sugerimos que a inserção de dados recentes da psicologia evolutiva permite uma abordagem mais integrada dos aspectos sociais, culturais e biológicos de nossa natureza humana, podendo contribuir para um melhor entendimento de nossa história evolutiva (BUSS, 2000; MILLER, 2000; BARON-COHEN, 2004; PINKER, 2004).

As aulas 8-13 são focadas diretamente na introdução da história da Teoria Evolutiva e de sua utilização nos estudos em Biologia. A aula 8 explica que a teoria de Darwin está baseada nas proposições: as espécies produzem mais filhotes do que chegam à idade adulta; há uma grande mortalidade nas populações naturais; alguns indivíduos estão mais bem adaptados do que outros (seleção natural); as gerações subsequentes manterão as características adaptativas e sua frequência aumentará, se for selecionada favoravelmente. As pequenas variações surgem ao acaso e se acumulam pela ação da seleção natural, num processo lento e gradual. Indica que a seleção natural é a principal forma de modificação das espécies, mas não a única.

Essa aula (aula 8) também aponta que as mutações ocorrem ao acaso e é a forma de introdução de novidades genéticas, em conjunto com a permuta e a segregação independente dos homólogos na meiose. A existência de variedades permite a ação da seleção natural, que não possui um objetivo *a priori* e que está relacionada às condições do ambiente. Por fim, a aula apresenta outra definição de evolução que seria a mudança na frequência gênica de uma população. Ao final existem exercícios que abordam a resistência de bactérias a antibióticos e de insetos ao DDT.

A aula 9 inclui o conceito de Seleção Sexual, mas como um tipo de Seleção Natural. Descreve que este processo está relacionado com o dimorfismo sexual e com características extravagantes e que normalmente são encontradas apenas nos machos, ou seja, os machos se exibem e as fêmeas escolhem, sendo tais características adaptativas, pois aumentam a chance de acasalamento. O autor sugere que a seletividade e os comportamentos diferenciados de machos e fêmeas devem estar relacionados com a diferença na quantidade de energia investida por cada parente em seus gametas. Ela indica também que este processo é facilmente entendido quando os machos ajudam no cuidado com a prole e com isso as fêmeas escolhem os maiores e mais fortes. Não concordamos com esta justificativa, uma vez que vários autores têm demonstrado que a exibição dos machos e a escolha das fêmeas estão relacionadas com a seleção de genes que tanto podem resultar em força como em investimento parental (ZAHAVI & ZAHAVI, 1999; MILLER, 2000).

Além disso, o autor propõe que pode estar ocorrendo o surgimento de características pela ação da seleção natural, e que acabam sendo prejudiciais. Mais uma vez não concordamos com esta posição, pois o próprio Darwin (2002; 2004) já indicava que esses

seriam dois mecanismos de atuação diferentes, mas complementares na geração de características e manutenção das mesmas. Entendemos que o que ocorre é um equilíbrio entre a Seleção Natural e a Seleção Sexual, pois machos que tem as características atraentes irão se reproduzir, mas estas não podem inviabilizar a sobrevivência do mesmo.

Por fim, discute a idéia de ação temporal e local da seleção natural e descreve como ocorre a especiação; cita rapidamente a discordância entre Darwin e Wallace sobre a evolução humana, mais especificamente sobre o cérebro, mas isto é feito de forma muito superficial; e destaca a importância da interação entre os indivíduos como fator fundamental para o processo evolutivo. Ao final existem exercícios que trabalham com os conceitos de seleção natural, variabilidade genética e adaptação.

Na aula 10 é dado um enfoque histórico e filosófico da formulação da teoria evolutiva de Darwin, incluindo os impactos de tal teoria no meio científico. Inicia fazendo um resumo da teoria evolutiva:

“Trata-se de uma reunião de argumentos consistentes favoráveis à idéia de que todos os organismos extintos e vivos compartilham ancestrais em comum e que sofreram modificações ao longo do tempo geológico. Esse autor propôs um mecanismo para explicar essa mudança: a seleção natural das variações favoráveis, que levaria ao aparecimento das adaptações que, por sua vez, confeririam vantagens a determinados organismos em detrimento de outros na chamada luta pela sobrevivência. Os contemplados pela seleção natural produziram mais descendentes, contribuindo assim para a perpetuação da espécie” (p. 68).

Um problema na conceituação de Darwin, e que foi abordado nesta aula, é que em alguns momentos Darwin explicava o aparecimento de características de maneira lamarckista. Isto é interessante, pois mostra o caráter dinâmico da Ciência e que, posteriormente, estudos nesta área foram respondendo e completando diversas lacunas na formulação inicial da Teoria Evolutiva, o que permite que essa continue sendo a melhor forma de explicar a diversidade de seres vivos extintos e atuais.

Por último, a aula 10 indica que a Evolução é a sobrevivência dos mais aptos e destaca que a crítica sobre a tautologia de tal afirmação pode ser evitada ao se incluir a referência ao ambiente e/ou nicho ecológico. Existem exercícios no final da aula sobre tautologia, idéias básicas do Darwinismo e o que poderia refutar a teoria evolutiva.

A aula 11 procura estabelecer o conceito de que os estudos evolutivos são reconstruções históricas sobre os eventos que moldaram a diversidade de seres vivos atuais e extintos; que é o aparecimento de alternativas novas (através de mutações e recombinações) que contribuem para a solução de velhos problemas impostos pelo ambiente. Destaca que o evolui são as espécies ou populações e não os indivíduos.

A aula 12 descreve a história do evolucionismo, indicando que algumas idéias já tinham sido sugeridas muito antes de Darwin e Wallace. E, posteriormente, como estas idéias foram trabalhadas no final do século XIX e durante o século XX. Consideramos que poderia ser feita a inclusão da organização dos cinco conceitos desenvolvida por Mayr (1998) e do conceito de seleção Sexual, como um sexto conceito que faz parte desta estrutura de pensamento (CRONIN, 1995; MILLER, 2000), permitindo uma caracterização mais completa da Teoria Evolutiva.

A última aula que trabalha com Evolução, aula 13, insere a noção de sistemática filogenética que é um campo de estudo que une a taxonomia (classificação) com a relação de parentesco entre os indivíduos (história evolutiva), este campo se baseia no pressuposto de que a classificação deve refletir os processos históricos que determinam as relações entre os grupos.

As demais aulas, relacionadas com Ecologia e Anticorpos não utilizam a teoria evolutiva como pano de fundo ou unidade integradora.

Avaliações presencias da disciplina Evolução

O objetivo desta análise é permitir compreender quais são as conceituações sobre a Teoria Evolutiva que os alunos apresentam nas provas presenciais e obrigatórias da disciplina Evolução, após diversas disciplinas abordarem este tema, além da própria disciplina Evolução.

Para esta análise foram usadas as avaliações presenciais (AP) dos 12 pólos que ofereceram a disciplina no primeiro semestre de 2009⁵. Em todas as provas os alunos deveriam escolher cinco questões para responder, cada uma valendo dois pontos. Os dados sobre quantos alunos escolheram cada questão, dentre nove questões na AP1, oito na AP2 e sete na AP3, e a média dos pontos por questão estão sintetizados na tabela abaixo (Tabela 1):

		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
AP1	Número de alunos	51	16	18	13	79	60	72	57	69
	Média	1,32	0,65	0,94	0,4	1,1	0,65	1,2	0,4	0,67
AP2	Número de alunos	10	22	18	44	45	50	46	53	
	Média	0,38	0,59	0,94	0,14	0,96	1,0	1,1	1,49	
AP3	Número de alunos	23	39	33	26	22	26	27		
	Média	0,61	0,96	0,51	0,49	0,33	0,42	0,81		

Tabela 1 – Número de alunos por questão e média.

Após este levantamento inicial, foram escolhidas para análise qualitativa, as questões que estavam diretamente relacionadas com conceituações teóricas da Teoria Evolutiva. Sendo assim, na AP1 foram escolhidas as questões 5 (Qual a importância evolutiva da Seleção Natural?), 7 (Qual a importância evolutiva da Mutação?) e 9 (Se, em geral, as mutações são malélicas para os organismos, porque dizemos que a mutação é uma coisa fundamental para a evolução?); na AP2 a questão 4 (Alguns pesquisadores argumentaram que o conceito de seleção natural seria tautológico, pois “sobrevivência do mais apto” significa o mesmo que “sobrevivência do que sobrevive”. Como podemos escapar dessa circularidade?); e na AP3 a questão 2 (“Evolução é só uma teoria”. Que argumentos você usaria para conversar sobre o assunto com um aluno que apresentasse essa posição?). As respostas foram categorizadas⁶ da seguinte forma (Tabela 2):

⁵ Não tive acesso às provas de alguns pólos, pois não estavam no arquivo. Estas provas seriam: Avaliação Presencial II de Bom Jesus do Itabapoana, São Francisco de Itabapoana e Volta Redonda; e da Avaliação Presencial III de Itaperuna. Para esta análise não foi considerado o quantitativo de faltosos.

⁶ Para esta análise elaboramos um gabarito para cada questão: Q5 (AP1) - A seleção natural atua nas variações genéticas existentes entre os indivíduos de uma população. Estas variações são chamadas de mutações e surgem ao acaso. Quando a nova característica possui um alto valor adaptativo, aumenta a chance de sobrevivência de quem às possui; se diminuir o valor adaptativo o indivíduo tende a ser eliminado e com ele a nova característica. Esse processo evolutivo atua na mudança do perfil genotípico e fenotípico da espécie / população ao longo do tempo; Q7 (AP1) - As mutações ocorrem em função de erros que não são corrigidos durante a duplicação do material genético. Quando o erro não altera a sequência de aminoácidos da proteína, dizemos que é uma mutação silenciosa. Quando a sequência de bases altera o produto, seja de RNAs ou proteínas, podemos dizer que a

	AP1			AP2	AP3
	Q5	Q7	Q9	Q4	Q2
Correta	5	4	15	15	16
Incompleta	50	45	25	8	11
Incorreta	24	23	29	22	13

Tabela 2 – Distribuição das respostas por categoria.

Podemos perceber, pelos dados das duas tabelas, que de uma forma geral os alunos não estão respondendo ao que se pede, ou só estão respondendo em parte.

Na questão 5 (AP1) encontramos a maior parte das respostas incompletas porque os alunos indicam que a seleção natural é a seleção dos indivíduos que possuem as variações que facilitam a sobrevivência, sem indicar a fonte de tal variação. Sabemos que quando Darwin propôs a Teoria Evolutiva ele não conseguiu explicar como se davam as variações (2002), mas, hoje em dia, isto já está bem consolidado (MAYR, 1998) e, portanto não deveria ser omitido.

O mesmo ocorre na questão 7 (AP1), pois muitas vezes os alunos apenas explicavam o que era a mutação e, quando relacionava com a evolução, apenas indicava a atuação da seleção natural. Um futuro professor de Biologia precisa saber integrar os diferentes processos, uma vez que a mutação é o primeiro passo na criação de variações e, posteriormente, os mecanismos evolutivos, tais como seleção natural, seleção sexual e deriva gênica irão atuar na manutenção ou não das novas características.

Já na questão 9 (AP1) ocorre uma confusão entre quais são os eventos que estão relacionados com a mutação (acaso e produção de variabilidade) e quais estão relacionados com a seleção natural (seleção de variantes com maior valor adaptativo). Em muitas respostas incorretas aparece a mutação como tendo uma finalidade e isto pode dificultar o ensino de tal tema. Na maioria das questões não aparece que a mutação, quando ocorre, não é a princípio

mutação irá gerar variabilidade genética na população e, neste caso, junto com os demais processos evolutivos, como deriva gênica, seleção natural e seleção sexual, poderão atuar mudando o perfil genético da população. Sem mutação não haveria evolução por seleção natural que é a seleção dos indivíduos com as características mais vantajosas em dado ambiente e tempo; Q9 (AP1) - Porque a mutação é a fonte de variação das características de uma população. É a partir das variações que os demais processos evolutivos irão atuar, principalmente a seleção natural. Quando a mutação é benéfica altera o valor adaptativo da espécie no nicho ecológico que ocupa e com isto aumenta as chances de sobrevivência dos indivíduos portadores da referida variação benéfica, naquela população; Q4 (AP2) - Incluindo o conceito de nicho ecológico / de ambiente, pois o conceito de seleção natural é a sobrevivência do mais apto em determinado ambiente. Se mudarem as condições ambientais, mudarão os valores adaptativos e a taxa de sobrevivência também. Ou seja, embora aptidão e sobrevivência não sejam conceitos independentes, pois um se define em termos do outro, a introdução do conceito de ambiente (ambiente histórico, que muda com o tempo, mas permanece certo tempo relativamente constante), estabelece que ambos, aptidão e sobrevivência, são relativos ao ambiente. Se o ambiente muda, aptidão e sobrevivência relativas também mudam. Q2 (AP3) - A palavra teoria no meio científico não possui o mesmo uso que no cotidiano. Teoria científica é um sistema de linguagem altamente estruturado destinado a explicar um determinado fenômeno. A teoria se origina de uma hipótese que já foi testada inúmeras vezes e tem como característica a possibilidade de ser falseada. A teoria científica origina-se de evidências muitas vezes já conhecidas (registro fóssil, anatomia comparada, por exemplo) articulada com argumentos que podem ser chamados de filosóficos ou metafísicos. A teoria evolutiva, desde que foi formulada por Charles Darwin, já passou por inúmeros testes, sendo cada vez mais corroborada, inclusive é considerada um dos pilares das Ciências Biológicas.

vantajosa, desvantajosa ou neutra e que isto depende de que mudanças acarretarão no indivíduo e na sua relação com o ambiente (biótico ou abiótico).

Na questão 4 (AP2) foi mais comum ou o aluno acertar, ou errar totalmente. Os alunos que acertaram incluíram de forma correta a ideia de que a adaptação está relacionada ao ambiente, tendo com isto um tempo e uma história. Os que erraram apresentaram explicações com ideias errôneas sobre o indivíduo mudar para se adaptar às mudanças ambientais.

Por fim, a questão 2 (AP3) foi a única que o número de acertos foi maior do que o das outras duas categorias, mostrando que no geral os alunos entendem que o conhecimento científico possui mecanismos e regras próprias e que são diferentes de outras esferas de conhecimento.

Podemos considerar que o trabalho alcançou seu objetivo inicial de relacionar dados de disciplinas de início e final de curso com o objetivo de caracterizar que tipo de conceituação sobre a teoria evolutiva os licenciados desta graduação estão apresentando no final do curso.

Inferimos que os resultados mostram que os alunos continuam apresentando dificuldades em relação ao tema, pois apresentam respostas incompletas ou incorretas nas questões que estão relacionadas diretamente com a Teoria Evolutiva. Estes resultados estão de acordo com os diversos referenciais da área, que indicam que esse continua sendo um tema complexo tanto para ensinar como para aprender e que, por isso, iniciativas que criem novas estratégias de ensino do tema podem ser muito úteis.

Considerações finais

Partindo da premissa de que a Teoria Evolutiva é um tema integrador das diversas áreas da Biologia e de que a mesma deve ser ensinada desde o Ensino Fundamental, nos perguntamos que dificuldades os alunos de licenciatura em Ciências Biológicas apresentam com as conceituações deste tema.

Isto é importante uma vez que diversos referenciais na área de ensino indicam que esta teoria é conhecida, mas dificilmente compreendida, tanto por professores em exercício, quanto em formação, além de estudantes dos mais diversos níveis também apresentarem dificuldades.

Uma vez que nosso grupo pretende desenvolver uma estratégia de ensino para o aprofundamento da discussão e integração dos diferentes conceitos que fazem parte da Teoria Evolutiva, achamos importante conhecer as formulações sobre este tema presente em materiais didáticos e nas respostas dos alunos em avaliações da disciplina Evolução de uma graduação semipresencial do Estado do Rio de Janeiro.

A análise preliminar dos dados nos mostrou que ainda é possível e necessária a discussão destes conceitos e que o desenvolvimento de estratégias de ensino pode contribuir de forma efetiva para uma melhor compreensão de tal tema.

Referências

BARON-COHEN, S. **Diferença essencial - a verdade sobre o cérebro de homens e mulheres**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2004.

BIZZO, N. M. V. **Ensino de evolução e história do Darwinismo**. 1991. 321f. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, 1998.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, 2006.

BUSS, D. M. **A paixão perigosa.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2000.

CRONIN, H. **A formiga e o pavão – altruísmo e seleção sexual de Darwin até hoje.** Campinas, SP: Papyrus, 1995.

DARWIN, C. **A origem das espécies.** 4. ed. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 2002.

_____. **A origem do homem e a seleção sexual.** Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 2004.

ESTEVES, F.; FIGUEIREDO, F.; RUMJANEK, F. D.; IGLESIAS, R.; ARAÚJO-JORGE, T. C. de; SILVA, W. D. da. **Grandes Temas em Biologia.** Vol. 1 e 2 – 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.

GOEDERT, L. **A formação do professor de Biologia e o ensino da Evolução Biológica.** 2004. 122f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

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

FUTUYMA, D. J. **Evolução, ciência e sociedade.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico.** Brasília: EdunB, 1998.

MILLER, G. F. **A mente seletiva: como a escolha sexual influencia a evolução da natureza humana.** Rio de Janeiro: Campus, 2000.

PINKER, S. **Tábula Rasa: A Negação Contemporânea da Natureza Humana.** São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

SANTOS, S. **Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula.** São Paulo: Annablume, 2002.

TIDON, R.; LEWONTIN, R.C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, 27, p.1-8, 2004.

ZHAHVI, A.; ZHAHVI, A. **The handicap principle: a missing piece of Darwin's puzzle.** Oxford: Oxford University Press, 1999.