

A COMPREENSÃO DE ESTUDANTES DOS MODELOS DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: DUAS APROXIMAÇÕES

STUDENTS' UNDERSTANDING OF BIOLOGICAL EVOLUTION: TWO APPROACHES

Nelio Bizzo¹

Argus Vasconcelos de Almenida²

Jorge Tarcísio da Rocha Falcão³

¹Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo/Programa de Pós-graduação (bizzo@usp.br)

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia. (argus@db.ufrpe.br)

³Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Psicologia (falcao.jorge@gmail.com)

Resumo

São relatadas duas pesquisas que tiveram o objetivo de evidenciar o entendimento que jovens estudantes têm de aspectos básicos da evolução biológica. O primeiro estudo envolveu testes padronizados, os quais foram utilizados originalmente no início dos anos 1990, com estudantes de ensino médio. Nesse estudo a amostra foi estendida para estudantes universitários do curso de Biologia (n=20), e do ensino médio (n=20). O outro estudo relatado aqui traz os resultados de entrevistas de jovens alunos (n=11) que moram em jazigos fossilíferos, que se defrontam com marcas do passado remoto todos os dias. Os resultados demonstram que a compreensão dos estudantes é pobre, e que o contato direto com fósseis por si só não pode assegurar a percepção do tempo geológico e dos enormes lapsos de tempo requeridos na fossilização e processos correlatos.

Palavras Chave: Ensino de evolução, darwinismo, neodarwinismo.

Summary

We report two pieces of research carried out in order to know young students' understanding of basic aspects related to biological evolution. The first study was carried out with standardized tests, which were originally used in the early 1990's, with high school students. In this study a sample was extended to undergraduates who are studying for a Biology degree (n=20), and High School students (n=20). The other study reported here show the results of interviews carried out in a place plenty of fossils, with young students (n=11), who face traces of the distant past everyday. Results show that students understanding is poor, and direct contact with fossils themselves cannot assure students' perception of geological time and the enormous lapses of time required for fossilization and related processes.

Keywords: Evolution education, Darwinism, neodarwinism.

Introdução

A importância do ensino de evolução na educação básica tem mostrado ser cada vez maior com o passar do tempo (Tidon & Lewontin, 2004). Na base desta constatação há um grande volume de evidências que apontam para a grande quantidade de informações às quais o cidadão comum é exposto cotidianamente.

Não é necessário ser especialista em biologia molecular para ter notícia de avanços da biotecnologia no mundo atual. Da mesma forma, a resistência a inseticidas e antibióticos tem sido amplamente noticiada de forma rotineira. O discurso ambiental, em especial ao tratar de endemismos, requer uma compreensão evolutiva da diversidade biológica, e esta implica uma dimensão populacional. A biotecnologia tem trazido novas possibilidades de modificação de espécies, de maneira como nenhum hibridista jamais poderia ter sequer imaginado.

De fato, há uma ampla gama de situações nas quais o conhecimento evolutivo é essencial para a própria compreensão do conhecimento biológico e da biotecnologia atual.

Apesar de sua importância, a aprendizagem de conceitos ligados à evolução tem se mostrado muito difícil, segundo as pesquisas publicadas na literatura especializada. Desde a pioneira abordagem de John Deadman, estudante do professor Peter Kelly no fim da década de 1970, tem sido revelada a persistência de diferentes idéias conflitantes com o modelo teórico postulado pela biologia evolutiva (Bizzo, 1994). Apesar de sua importância, a área de ensino de evolução tem produção relativamente pequena, tanto do ponto de vista numérico como do ponto de vista qualitativo (Tidon & Lewontin, 2004). Compreender os fatores que contribuem para essa persistência é um dos maiores objetivos de nosso grupo de pesquisa, o que explica a realização de estudos com comerciais de televisão, livros didáticos etc.

A literatura especializada continua a apontar o tema da evolução biológica como sendo central para o entendimento das ciências biológicas. Fora a longa contenda entre “criacionismo” e “evolucionismo”, que tem ganhado vulto no Brasil, há um reconhecimento internacional da necessidade de pesquisas na área. Stern (2004) afirma que o entendimento das idéias centrais sobre evolução biológica é parte essencial da alfabetização científica e que há necessidade de aprofundar pesquisas na área. Sua atenção se volta para os livros didáticos de biologia e o artigo relata os resultados da avaliação de 9 livros norte-americanos. A premissa básica para a aprendizagem da evolução biológica, que aparece nesse artigo como a primeira de um elenco de seis idéias, é a de que as espécies atuais se desenvolveram ao longo de longos intervalos de tempo, a partir de espécies distintas (Gould, 2003).

Existe uma bibliografia já bastante conhecida, onde estudos recentes (Stern, 2004; Blackwell et alii, 2003; Moore and alii, 2002) confirmam que a falta de compreensão dos processos evolutivos resiste a diferentes estratégias de ensino, atestada em diferentes estudos já clássicos e que servem de referência (Bishop and Anderson, 1990; Bizzo, 1994; Brumby, 1984). Entre as explicações para as deficiências de aprendizagem são apontados diferentes fatores, desde maturidade psicológica até a presença de anacronismo nas reconstruções históricas (referido na bibliografia como “whiggism”).

Existe ligação intrínseca entre os estudos referentes ao ensino e aprendizagem de evolução e genética (Engel-Clough and Wood Robinson, 1985; Lewis et alii, 2000; Wood-Robinson, 1994). No entanto, esses estudos focalizam o ensino-aprendizagem, mas não investigam o liame de representações sociais que contribuem para a formação e reiteração das concepções dos estudantes.

Do ponto de vista metodológico são empregados diferentes referenciais teóricos, mas nesta pesquisa utilizamos aproximações de tanto quantitativos quanto de pesquisa qualitativa (Lüdke e André, 1986; André, 1996, 1997). Temos sentido a necessidade de aportes mais específicos de bases etnográficas, da psicologia cognitiva e da antropologia social (Rogoff, 2003).

Neste trabalho apresentamos o resultado de pesquisas nas quais se buscou, por um lado, aprofundar a percepção do entendimento de evolução de estudantes do ensino médio a partir de uma aproximação quantitativa. Ao mesmo tempo e paralelamente, buscou-se uma aproximação qualitativa, buscando compreender a estruturação de modelos mentais em jovens com alta motivação afetiva.

A Abordagem Quantitativa: métodos

Um instrumento de coleta de dados utilizado em pesquisa anterior (Bizzo, 1994) com 144 estudantes paulistanos, foi aplicado na cidade de Recife, em um grupo de 40 estudantes (Almeida, 2007).

A base teórica do instrumento e sua construção tem apoio parcial na Teoria de Resposta ao Item (TRI) e na Escala de Likert, com modificações. A psicometria chama de “variáveis não observáveis” ou “traços latentes” as características do sujeito que podem interferir em seu sucesso em responder a estímulos, mas que não são passíveis de medição ou aferição direta. Embora seja possível estipular o peso e a altura de um estudante, o mesmo não se estende à sua inteligência, conhecimento, ansiedade ou nível de interesse frente a um conjunto de questões. Foi assumido, na construção desse instrumento, que a performance do respondente depende de um conjunto de habilidades ou traços latentes. Além disso, assumiu-se a segunda premissa básica da TRI, qual seja, que a relação entre a probabilidade de escolha de uma resposta guarda uma relação definível com sua dificuldade e seu poder de discriminação.

Diante de questões que apresentam possibilidades de múltipla escolha (itens 1 e 2) foi apresentado um problema (P), um comando (C) e duas alternativas de escolha. Uma delas apresenta a possibilidade alinhada com o lamarquismo típico de livros didáticos (A1) e a outra tem no darwinismo clássico (A2) sua referência canônica. Além disso, solicita uma justificativa (J).

O problema descreve uma característica anátomo-funcional de uma espécie animal e o comando pede uma manifestação de preferência pelo texto que melhor explique a origem da característica. A opção apresentada é uma escala numerada de 1 a 5, na qual o número 3 é opção ambivalente, os dois extremos (1 e 5) manifestam preferência pelo item mais próximo e os números intermediários (2 e 4) são opções indicadoras de interesse e engajamento negativos.

Nas três questões seguintes, que encerram o instrumento, pedem-se explicações para questões abertas, referindo-se a problema bem conhecido, como a existência de bagres albinos em riachos de cavernas escuras (questão 3), ou a problema pouco conhecido, mas de grande importância histórica (questão 4), ou ainda a definição mais ampla (questão 5). Estas três últimas questões não serão analisadas neste artigo, sendo consideradas em oportunidade posterior.

As questões aqui analisadas são as seguintes:

P1:

Patos selvagens voam muito bem. Patos domésticos são incapazes de voar. Comparando-se o peso dos ossos das duas aves nota-se que os ossos das pernas do pato doméstico são mais pesados e os das asas são mais leves do que os do pato selvagem.

C:

Atenção: Assinale “1” se a afirmação da ESQUERDA estiver certa, “5” se a afirmação da DIREITA estiver certa e “3” se AMBAS estiverem certas.

A1.1:

Devido ao fato de usarem pouco as asas e muito as pernas, os patos domésticos fortaleceram os ossos das patas e estão enfraquecendo os ossos das asas.

A1.2:

Os patos domésticos têm ossos mais pesados nas pernas devido variações acidentais que apareceram no passado. O mesmo pode ser dito dos ossos da asa

P2:

Os guepardos conseguem atingir velocidades de até 100 km/h quando estão correndo atrás de presas. Como um biólogo explicaria a evolução dessa habilidade nesse animal, supondo que eles descendam de ancestrais que podiam correr até 30 km/h?

C:

Atenção: Assinale “1” se a afirmação da ESQUERDA estiver certa, “5” se a afirmação da DIREITA estiver certa e “3” se AMBAS estiverem certas.

A2.1:

Com o tempo a maioria dos guepardos foi desenvolvendo os músculos e ossos, o que foi possibilitando alcançar velocidades cada vez maiores. Seus descendentes foram conseguindo elevar essas velocidades.

A.2.2:

Ao longo do tempo apareceram por acaso alguns guepardos que conseguiam correr mais do que os outros. Eles conseguiam caçar melhor, se alimentar melhor e ter mais descendentes dos que os animais mais lentos.

A aplicação do questionário foi efetivada pelos próprios professores das disciplinas de Biologia (ensino médio) e de Genética e Evolução (ensino superior) e envolveu 40 estudantes voluntários, escolhidos ao acaso, por sorteio, em cada turma, sendo 20 do ensino médio e 20 do ensino superior. Os estudantes do ensino médio foram divididos em dois subgrupos: um do 1º. ano cujos alunos-sujeito não haviam estudado o tema Evolução e outro do 2º. ano cujos alunos-sujeito haviam trabalhado recentemente o tema em sala de aula. Os estudantes do ensino superior foram, por sua vez, igualmente divididos em dois subgrupos: um do Bacharelado e outro da Licenciatura em Ciências Biológicas. Neste relato não nos aprofundaremos nos resultados encontrados nos subgrupos citados (para detalhes, v. Almeida, 2007).

A Abordagem Qualitativa: cenários

As variáveis afetivas envolvidas em estudos quantitativos não podem ser aferidas diretamente, embora possam ser estimadas por indicadores de falta de interesse, por exemplo. O estudo inicial revelou baixo nível de acerto, em especial com as duas questões objeto da presente análise. A fim de compreender melhor as razões desse baixo desempenho foi elaborado um roteiro semi-estruturado de entrevistas que buscou

conhecer o que pensam jovens aprendizes de alta motivação intrínseca, adolescentes moradores de jazigos fossilíferos brasileiros.

A partir de entrevistas clínicas, seria possível compreender as interpretações que são elaboradas a partir do contato com as evidências fósseis disponíveis em grande quantidade em certas localidades especialmente localizadas.

O projeto envolveu coleta de dados em três localidades. A primeira situa-se na Formação Santa Maria, na cidade de Mata (RS), um afloramento fossilífero magnífico, contendo alguns dos mais importantes registros de lenhos fósseis silicificados do planeta. Os fósseis ocorrem inclusos no Arenito Mata, relacionado a um sistema fluvial entrelaçado, ou encontram-se rolados sobre sedimentos de diferentes idades, na forma de fragmentos de pequeno a grande porte. Os lenhos fósseis consistem em formas gimnospérmicas, relacionadas a coníferas representando provavelmente uma flora mesofítica originada por mudanças climáticas iniciadas na passagem Meso-Neotriássico (Sommer, M.G.; Scherer, C.M.S. 2002).

As outras duas localidades situam-se na região da Formação Santana, cujos fósseis destacam-se por possuírem os primeiros registros de tecidos moles (não ósseos) de pterossauros e tiranossauros do mundo, as primeiras fanerógamas fósseis da América do Sul e abundância de peixes. Trata-se de região com grande densidade fossilífera, da mesma Formação Santana, mas com características únicas. Ao contrário do lado sul, onde há intensa atividade da indústria de processamento do gesso, o lado norte tem atividade extrativa (numa das entrevistas foi registrado o estampido da explosão de dinamite da mina Pedra Branca). Associada à atividade extrativa da gipsita dos evaporitos, existe intensa atividade laminadora, em especial dos folhelhos calcários, datados do Albiano (106-100 m.a.). Esta última atividade é compartilhada pelos meninos da região, que trabalham nas serrarias nos períodos em que as lavras não estão alagadas. Disso resulta um conhecimento extremamente rico sobre fósseis, principalmente de invertebrados, que constituem um afloramento verdadeiramente único no mundo. As entrevistas realizadas demonstram essa riqueza.

Os locais mais visitados e com expressiva ocorrência de fósseis são relacionados principalmente aos municípios de Santana do Cariri, que emprestou seu nome a formação, os municípios de Nova Olinda, Crato, Abaiara, Jardim e Porteiras, na porção Cearense da bacia. Exu, Ipubi, Trindade e Araripina, na porção Pernambucana e na porção Piauiense, Simões e Marcolândia. Em todos os sítios fossilíferos, têm-se ocorrências de plantas, vertebrados e invertebrados. Foram entrevistados jovens das cidades de Santana do Cariri, e Nova Olinda, na porção cearense, e Araripina, na porção pernambucana.

Ao focalizar jovens moradores de jazigos fossilíferos, pode-se explorar o entendimento profundo de jovens que têm acesso a uma pletera de evidências, as quais muitas vezes nem sequer estudantes de graduação de ciências biológicas tiveram a oportunidade de conhecer de perto.

Os dados coletados no lado Norte da Chapara do Araripe, junto com os dados da cidade de Mata (RS) e do lado sul de Chapada do Araripe têm elementos preciosos que nos permitem compreender como evidências consideradas indiscutíveis podem se vistas a partir de diferentes óticas. O conjunto de entrevistas, com exceção dos registros de Nova Olinda e Santana do Cariri, foi utilizado em uma análise preliminar por um orientando de doutorado (Jéferson Botelho), que estudou aspectos importantes da compreensão do tempo geológico (Botelho, 2006).

A região recebe paleontólogos com grande frequência e tem no Museu de Paleontologia de Santana do Cariri uma referência mundial. Isso faz daquela população um grupo profundamente “contaminado”, do ponto de vista da pesquisa sociocultural.

Isso se justifica pela quantidade de iniciativas levadas a cabo, inclusive para divulgar conhecimento paleontológico junto aos meninos da região. Nesse particular, chamou a atenção o fato de nenhuma das entrevistas registrar o conhecimento dos pterossauros da região, objeto inclusive de documentários internacionais e de trabalho realizado com os meninos da região por um paleontólogo inglês há pouco tempo.

As visitas de coleta de dados demonstraram que os moradores têm conhecimentos aprofundados dos fósseis, mas não podem deixar de lado o aspecto comercial e legal inclusive. Isso faz com que os moradores tenham receio em relação a estranhos fazendo perguntas sobre fósseis na região. O comércio clandestino está presente e impõe padrões de conduta que demandam uma estada prolongada para desenvolver estudos em bases etnográficas.

O presente relato incluirá apenas os resultados desse último conjunto de entrevistas do lado Norte da Chapada do Araripe, que são ainda inéditos, não tendo sido utilizados por Botelho, 2006. Foram entrevistados 11 jovens, com idades entre 11 e 15 anos, voluntários contactados na escola Visconde de Cairu, no Município de Nova Olinda. As entrevistas ocorreram em diferentes locais, como a casa dos próprios estudantes, suas cercanias, e locais de trabalho, como uma serraria de calcário.

Resultados

Teste Escrito: Alunos de Ensino Médio

Doze dos vinte alunos de nível médio (60%) assinalaram a alternativa 1 para a situação 1, demonstrando acreditar que o fato do pato doméstico exercitar as pernas as fortalece e que o não uso das asas as enfraquece (teoria do uso e desuso); os cinco alunos que marcaram a alternativa 3 (25%), isto é, que acreditavam que ambas (1 e 5) explicariam o processo (são alternativas excludentes), fizeram uma justificativa inconsistente, pois explicaram o processo pela teoria do uso e desuso; os três alunos que assinalaram a alternativa 5 (15%), correspondente à ação do acaso combinada à seleção (cientificamente aceitável), não fizeram uma justificativa satisfatória das suas respostas. No total, portanto, 85% dos estudantes acreditam na teoria do uso e desuso e apenas 15% acreditam no acaso e seleção para explicar o processo. Portanto, a teoria do uso e desuso na presente situação é um poderoso esquema explicativo.

Fato interessante a observar do ponto de vista do ensino e aprendizagem, é que por hipótese inicial os alunos do 2º ano, por terem estudado Evolução no ensino médio, teriam melhor poder explicativo para a situação. Entretanto, esta hipótese não foi observada: nenhum aluno do 2º ano assinalou a alternativa 5.

Na segunda situação afirma-se que os guepardos atingem grandes velocidades na caça às presas. Pede-se que os alunos suponham que eles descendam de animais que podiam correr muito menos. Apresentam-se duas opções: a da direita diz que devido ao acaso apareceram alguns guepardos que conseguiam correr mais do que os outros se alimentavam melhor e tinham mais descendentes; a alternativa da esquerda diz que os guepardos foram desenvolvendo os músculos e os ossos, atingindo maiores velocidades e seus descendentes teriam conseguido aumentar essas marcas. Embora seja uma espécie exótica (presumivelmente não-familiar aos estudantes), este aspecto não pareceu impedir a compreensão da situação problema.

Dos 20 estudantes de ensino médio 11 (55%) assinalaram a alternativa 1, acreditando que o treino constante dos guepardos tenha sido responsável pela evolução da espécie. Deve-se notar que as teorias do uso e desuso e da herança dos caracteres adquiridos são aspectos cruciais e estão explicitadas na alternativa 1, assim como

aspectos conceituais vinculados à teoria da seleção natural estão explicitadas na alternativa 5. Vale salientar que apenas 4 sujeitos assinalaram a alternativa 5 como resposta para a situação-problema 1 (20%). Dessas, 3 justificaram satisfatoriamente a sua resposta e 1 apresenta uma justificativa insatisfatória para sua escolha.

Dos 11 que assinalaram a alternativa 1, 3 estudantes responderam rejeitando o papel do acaso nos processos da biologia evolutiva, conforme ilustra o extrato reproduzido abaixo:

SUZY (sujeito 11, aluna do 2^o ano do ensino médio): *A evolução dos guepardos ocorreu ao decorrer de um longo tempo e não por acaso.*

Outro enfatiza que:

LEANDRO (sujeito 17, aluno do 2^o ano do ensino médio): *O animal foi se desenvolvendo e seus ancestrais também foram evoluindo aos poucos, mas eles não apareceram por acaso.*

Outros 2 enfatizam a “necessidade” da mudança, 3 não justificaram a sua resposta; 1 justifica a adaptação pelo meio e 2 justificam pelo uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos.

Dos 5 estudantes que assinalaram a alternativa 3 (25%), 3 não justificaram a sua resposta, 1 fez uma justificativa inconsistente pela seleção natural e outro pelo uso e desuso. Também nessa questão se percebe uma maior consistência nas respostas da alternativa 5 dos estudantes do 1^o ano (2); nas respostas do 2^o ano apenas um justificou satisfatoriamente a sua escolha.

As justificativas apresentadas à situação demonstram uma grande convicção nos efeitos hereditários das modificações corporais adquiridas durante a vida dos indivíduos, confirmando a tendência gerada nas respostas da situação anterior: a teoria do uso e desuso é articulada à teoria da herança dos caracteres adquiridos e se constituem em freqüentes esquemas explicativos no processo de conceitualização dos estudantes.

Teste Escrito: Alunos de Ciências Biológicas

Na situação 1, 6 dos 20 estudantes de nível superior produziram respostas explicativas fundadas na alternativa 1 (30%), demonstrando acreditar que o fato do pato doméstico exercitar as pernas as fortalece e que o não uso das asas as enfraquece (teoria do uso e desuso); dos 9 alunos que assinalaram a alternativa 3 (45%), isto é, que acreditavam que ambas as alternativas (1 e 5) explicariam o processo (as alternativas 1 e 5 são excludentes), 3 fizeram apelo a uma justificativa inconsistente e explicaram o processo pela teoria do uso e desuso; 5 alunos assinalaram a alternativa 5 (25%), correspondente à ação do acaso combinada à seleção (cientificamente aceitável), propondo uma justificativa considerada satisfatória para suas respostas. No total, portanto, 45% dos estudantes acreditam na teoria do uso e desuso, 30% acreditam que ambos os processos são possíveis e 25% acreditam no acaso e seleção para explicar o processo. Portanto, a teoria do uso e desuso na presente situação é um poderoso modelo conceitual explicativo, mesmo entre alunos dos cursos superiores de Biologia.

Nas respostas à situação 2, dos 20 estudantes 5 (25%) assinalaram a alternativa 1, acreditando que o treino constante dos guepardos tenha sido responsável pela evolução da espécie. Assim, 7 respostas assinalaram a alternativa 5 (35%). Dessas, 6 justificaram satisfatoriamente as suas respostas, notando-se a ocorrência da explicação

pelo processo de mutação, combinado com os processos de variação ao acaso e seleção natural (cientificamente aceitáveis) e 1 apresenta uma justificativa pelo uso e desuso.

Dos 5 que assinalaram a alternativa 1, 2 estudantes responderam rejeitando o papel do acaso nos processos da biologia evolutiva, e outro assinalou a alternativa 4, por não concordar com a expressão “por acaso” contida na alternativa 5.

Dos 7 estudantes que assinalaram a alternativa 3 (35%), 3 não justificaram a sua resposta, 1 fez uma justificativa inconsistente pelo uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos (HCA) e outros 2 pelo processo de mutação.

No total, portanto, 35% das respostas dos estudantes acreditam no uso e desuso para explicar a situação do aumento da velocidade dos guepardos e outros 35% acreditam na variação ao acaso e no processo de seleção natural. Note-se, por outro lado, a emergência das respostas relacionadas ao processo de mutação. No apêndice, são apresentados os dados brutos da amostra de estudantes e das respostas das duas questões.

Entrevista: Jovens de Alta Motivação Intrínseca

As entrevistas foram gravadas em transcritas, tendo sido analisadas de acordo com diferentes metodologias. Inicialmente apresentamos uma análise fática baseada em algumas das dez categorias de análise utilizadas no estudo.

O nível de conhecimento de animais e plantas da atualidade foi evidenciado pela nomeação de diferentes espécies. A maioria dos jovens (n=6) apresentou nomes de animais e plantas diversas encontradas na região. Das mesma forma, o nível de conhecimento de fósseis da região foi elevado, tendo sido nomeados espontaneamente “zigue-zague” (libélula) (n=3), “bacalhau” (n=2), “piaba” (n=2), escorpião (n=2), “piabinha”, “besouro”, “peixe”, “sapo”, “tartaruga”, “planta” (n=1).

Foi surpreendente que nenhuma menção espontânea tenha sido feita a “pterossauros”, apesar do grande trabalho desenvolvido na região, que mobilizou moradores e o Museu de paleontologia local, da Universidade Regional do Cariri. Invariavelmente os nomes utilizados espontaneamente para designar fósseis coincidiram com os nomes de animais e plantas da biota atual, mesmo se não ocorram na região (como “bacalhau”).

Para a grande maioria dos entrevistados (n=8) os animais e plantas fossilizados pertencem a espécies atuais. Isso explica a coincidência de nomes de fósseis e espécies da biota atual, o que pode evidenciar a recusa em admitir não apenas a possibilidade do processo evolutivo, mas também a extensão do tempo geológico. Há que se ponderar a proximidade das formas fósseis com as espécies atuais, em um local onde a fossilização é de fato excepcional, tendo preservado partes moles e detalhes de invertebrados verdadeiramente impressionantes.

O conhecimento do tempo requerido para fossilização, a admissão da existência do tempo profundo e outros parâmetros têm sido ainda objeto de análise, que buscam consolidar dados de todas as entrevistas anteriores. Além disso, planeja-se a realização de entrevistas complementares em outra localidade na qual haja marcada diferença entre a biota atual e o registro fóssil presente no local.

Discussão: A Persistência das Idéias dos Alunos

A comparação dos estudos de Bizzo, 1994, e de Almeida, 2007. demonstram grande consistência. Nas duas oportunidades, os resultados se afastaram muito daquilo que se poderia chamar de compreensão dos modelos atuais de evolução biológica. A

amostra mais recente, conquanto menor, demonstrou resultados de certa forma surpreendentes, dado que até mesmo estudantes universitários de curso de Ciências Biológicas apresentam modelos muito próximos daqueles de estudantes de nível médio, ambos igualmente distanciados do que se chamaria de darwinismo clássico, ou mesmo uma formulação contemporânea.

Os resultados da amostra qualitativa demonstram que as evidências fósseis são elementos insuficientes para convencer os alunos não apenas da plausibilidade da evolução biológica, mas também da existência do tempo geológico profundo. Deve-se considerar que uma variável importante ainda por ser testada, é a influência da proximidade das biotas atual e fóssil a explicar a persistência desses modelos. Esta variável poderá ser eventualmente testada estendendo-se o trabalho a outro jazigo fossilífero no qual a fauna e floras atuais sejam marcadamente diferentes do documentário fóssil. A pesquisa histórica aponta para a região pré-alpina da Itália, objeto das primeiras investigações geológicas, nas quais Lazzaro Spallanzani (1729-1799) pesquisou os depósitos marino-montanos, confirmando a visão de que o planeta tinha passado por grandes “revoluções” (Bizzo, N.; Bizzo, L., 2006).

A própria historiografia tradicional confere pouca importância a eventos que levaram à compreensão do tempo profundo, desde a formulação original de Charles Darwin. Esta efetivamente se deu em 1835, ainda durante o trecho sulamericano de sua viagem com o Beagle (Bizzo, N.; Bizzo, L., 2006). Estudos adicionais estão sendo empreendidos de maneira a poder colher mais evidências e aprofundar análises sobre os modelos de evolução biológica e tempo geológico de jovens estudantes.

Bibliografia

Almeida, A.V. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Lamarck e Darwin e os processos de conceitualização da biologia evolutiva. Tese de Doutorado, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA, PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA (2007).

André, M.E.D.A. Etnografia na prática escolar. Campinas: Papirus, 1995

_____. Tendências atuais da pesquisa na escola. Cadernos CEDES. São Paulo, Ano XVIII, n. 43, p. 46-57, dez. 1997.

Bishop B.A. and Anderson C.W.. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, 27: 415-427, 1990.

Bizzo, N.V.V. From Down House Landlord to Brazilian Highschool Students: What has happened to evolutionary knowledge on the way? **Journal of Research in Science Teaching** 31: 537-556, 1994.

Bizzo, N.; Bizzo, L.E.M. Darwin in the Andes. **Journal of Biological Education** 40(2): 68-73, 2006

Blackwell, W.H, M.J.Powell and G.H.Dukes, The Problem of Student Acceptance of Evolution. **Journal of Biological Education** 37(2): 58-65, 2003.

Brumby, M. ,Misconceptions about the concept of natural selection. **Science Education** 68: 493-503, 1984.

Engel-Clough, E. and Wood-Robinson, C. Children's understanding of inheritance. **Journal of Biological Education** 19: 304-310, 1985.

Gould, S.J., **I Have Landed**. New York, Three Rivers Press, ,2003.

Lewis, J., Leach, J, and Wood-Robinson, C., What's in a cell? – Young people's understanding of the genetic relationship between cells within an individual. **Journal of Biological Education** 34(3): 129-134, 2000.

Lüdke, M., André, M. **A pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986

Moore, R., Mitchell, G., Rod Bally, Inglis, M., Day, J. And Jacobs, D., Undergraduates' understanding of evolution: ascriptions of agency as a problem for student learning. **Journal of Biological Education** 36(2): 65-71, 2002.

Rogoff Barbara, *The Cultural Nature of Human Development*. Oxford: Oxford University Press, 2003.

Sommer, M.G.; Scherer, C.M.S. 2002. Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata (Mata e São Pedro do Sul), RS - Uma das mais importantes "florestas petrificadas" do planeta. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A. ; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert- Born, M.L.C. (Edits.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. v. 01: 03-10

Stern, L., Effective assessment: probing students' understanding of natural selection. **Journal of Biological Education** 39(1): 12-17, 2004.

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

Wood-Robinson, C.. Young people's ideas about inheritance and evolution. **Studies in Science Education** 24: 29-47, 1994.

Anexo – Detalhamento da Amostra e Dados Brutos das Respostas
Codificação e frequência de distribuição dos sujeitos por gênero

classes	valor	Frequência absoluta	porcentagem
feminino	1	23	57,5%
masculino	2	17	42,5%
total		40	100%

Codificação e frequência de distribuição dos sujeitos por nível de escolarização.

classes	valor	Frequência absoluta	porcentagem
1 ^o ano EM	1	10	25%
2 ^o ano EM	2	10	25%

bacharelado	3	10	25%
licenciatura	4	10	25%
Total		40	100%

Codificação e frequência de distribuição das respostas dos sujeitos à Questão 1 (1 a 5)

classes	Valor	Frequência absoluta	porcentagem
“lamarckista”	1	18	45%
ambas	3	14	35%
“darwinista”	5	8	20%
Total		40	100%

Codificação e frequência de distribuição das respostas justificadas dos sujeitos à Questão 1

classes	valor	Frequência absoluta	porcentagem
“lamarckista”	1	25	62,5%
“darwinista”	2	7	17,5%
“neodarwinista”	3	3	7,5
ambas	4	3	7,5%
sem justificativa	5	2	5.0%
Total		40	100%

Codificação e frequência de distribuição da análise das respostas dos sujeitos à Questão 1

classes	valor	Frequência absoluta	porcentagem
Justificativa satisfatória	1	25	62,5%
justificativa insatisfatória	2	13	32,5%
sem justificativa	3	2	5%

total		40	100%
-------	--	----	------

Codificação e frequência de distribuição das respostas dos sujeitos à Questão 2 (1 a 5)

classes	valor	Frequência absoluta	porcentagem
“lamarckista”	1	16	40%
ambas	3	12	30%
“darwinista”	4	1	2,5%
“darwinista”	5	11	27,5%
total		40	100%

Codificação e frequência de distribuição das respostas justificadas dos sujeitos à Questão 2

classes	valor	Frequência absoluta	porcentagem
“lamarckista”	1	16	40%
“darwinista”	2	8	20%
“neodarwinista”	3	5	12,5%
ambas	5	2	5%
sem justificativa	6	9	22,5%
Total		40	100%

Codificação e frequência de distribuição da análise das respostas dos sujeitos à Questão 2

classes	valor	Frequência absoluta	porcentagem
Justificativa satisfatória	1	24	60%
justificativa insatisfatória	2	7	17,5%
sem justificativa	3	9	22,5%
total		40	100