

USANDO CLADOGRAMAS NO ENSINO DE EVOLUÇÃO: O PAPEL DAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DOS ESTUDANTES

USING CLADOGRAMS TO TEACH EVOLUTION: THE ROLE OF STUDENTS' SOCIAL REPRESENTATIONS

Márcio Andrei Guimarães¹
Washington Luiz Pacheco de Carvalho²

¹Unesp - FC, Pós Graduação em Educação para a Ciência, marcio_andrei@terra.com.br

²Unesp - FEIS, Departamento de Física e Química, washcar@dfq.feis.unesp.br

Resumo

Várias pesquisas no ensino e aprendizado de biologia têm mostrado que evolução é um tópico difícil de ensinar e aprender. Isso pode ser devido a diversos fatores, como o fato de que a teoria evolutiva de Charles Darwin dispensa a intervenção divina e a própria natureza conceitual da evolução darwiniana. Mesmo com esses problemas, a evolução é considerada a linha unificadora da biologia e sua principal teoria, portanto o ensino de evolução deveria ter uma perspectiva evolutiva em seus diversos conteúdos. Uma possibilidade real de abordagem evolutiva em biologia é a utilização de cladogramas no ensino de tópicos como zoologia, botânica e fisiologia, entre outros. Entretanto, mesmo com o uso de estratégias diferenciadas como os cladogramas, o ensino de evolução tem que enfrentar as representações sociais dos estudantes, as quais afetam a maneira como eles vêem o mundo e a maneira como eles aprendem o conteúdo científico.

Palavras-chave: Evolução, Cladogramas, Representações Sociais.

Abstract

Several researches in biology teaching and learning have shown that evolution is a difficult topic to teach and learn. This can be due to many factors as the rejection of divine intervention in Darwin's Theory and the conceptual nature of Darwinian evolution. Despite these problems, evolution is held as an unifying line of biology and it is the guideline for biology teaching; so, school contents of biology should be focused under an evolutionary perspective, and in this sense, cladograms, that are a way of representing evolution, could be used to emphasize this aspect in the teaching and learning of disciplines like zoology, botany and physiology, among others. However, even with the use of differentiated strategies such as cladograms, the teaching of evolution has to face students' social representations that affect the way they see the world and the way they learn scientific content.

Keywords: Evolution, Cladograms, Social Representations

INTRODUÇÃO

Há certo consenso sobre a evolução ser umas das principais teorias da biologia e da sua importância para o ensino (BRASIL, 1999; NAS, 2004). Os Parâmetros Curriculares Nacionais sugerem que a evolução seja a linha unificadora dos conteúdos em biologia. Nessa perspectiva a evolução permearia toda a disciplina de biologia e não seria somente mais um conteúdo a ser ensinado de forma isolada e muitas vezes esquecido. Porém, a evolução darwiniana oferece dificuldades conceituais, além de desafiar as convicções religiosas dos estudantes. Além disso, os estudantes possuem concepções sobre evolução mesmo antes de entrar na escola e estas diferem radicalmente do conhecimento científico aceito e são resistentes a mudança (DEADMAN; KELLY, 1978).

PESQUISAS EM ENSINO DE EVOLUÇÃO

Uma das primeiras pesquisas sobre concepções de estudantes em relação à evolução foi realizada por Deadman e Kelly (1978). Em suas pesquisas, esses autores mostraram que os estudantes possuíam concepções sobre conceitos evolutivos mesmo antes de os aprenderem na escola.

Brumby (1984) realizou pesquisa sobre concepções de evolução de estudantes de medicina australianos. Nesse trabalho, mostrou que a maior parte deles tinha concepções lamarckistas sobre o assunto. A maioria dos estudantes entrevistados acreditava que as bactérias se tornavam resistentes aos antibióticos devido à necessidade, e que caracteres adquiridos, como bronzeamento, seriam transmitidos aos descendentes.

Clough e colaboradores (1987), tentando avaliar como os conceitos científicos dos estudantes mudam ao longo do tempo, entrevistaram um grupo de estudantes de 12 anos e outro de 14, os quais foram entrevistados novamente após dois anos. Seus dados mostraram que poucos estudantes davam uma explicação darwinista para o conceito de adaptação, explicando-o como uma resposta, consciente ou não, à necessidade. Seus resultados mostraram que as concepções cotidianas são resistentes à mudança e não se alteram mesmo após um período de instrução formal.

Bishop e Anderson (1990) mostraram que mais da metade dos estudantes de ensino médio de sua amostra tinha concepções erradas a respeito da evolução. Os estudantes entrevistados acreditavam que o ambiente forçava a mudança de caracteres dos seres vivos e que essas mudanças eram transmitidas aos descendentes. Mesmo os estudantes que rejeitavam explicitamente o lamarckismo e declaravam-se darwinistas não forneciam explicações satisfatórias para o processo evolutivo. Outro problema apontado pelos autores é o de que muitas palavras que se referem a conceitos evolutivos têm significado diferente na linguagem cotidiana e de os meios de divulgação científica reforçarem concepções erradas. Os pesquisadores concluem o trabalho afirmando que os métodos instrucionais usados em sua amostra não foram efetivos e argumentam que, se sua amostra fosse representativa da população, o debate entre criacionistas e evolucionistas seria o debate entre dois tipos de fé, pois ambos os grupos possuíam pessoas com pouco entendimento da evolução. Assim, muitos dos estudantes de sua pesquisa aceitavam o darwinismo mais por conta do prestígio e poder da ciência do que por realmente ter entendido seus conceitos e teorias.

Em uma pesquisa com estudantes universitários de um curso introdutório de biologia, Greene (1990) verificou que, após estudarem evolução, somente 3% deles tinham um entendimento correto da seleção natural e que 43% entendiam parcialmente esse conceito. Nessa pesquisa, o autor pôde verificar a semelhança entre a lógica dos estudantes e a lógica de pensadores do passado, principalmente Lamarck. Greene conclui afirmando que a evolução pode

ser um tópico interessante para que os estudantes tomem consciência de suas concepções erradas e comecem a repensar suas suposições.

Bizzo (1994) analisou a visão de evolucionistas como Ernst Mayr, Emanuel Radl e Richard Dawkins, entre outros, e concluiu que muitos desses autores, durante a transposição do conhecimento evolutivo para o público leigo, reinterpretaram o pensamento original de Darwin e o enriqueceram com novos conceitos, muitas vezes bem diferentes do pensamento darwinista original. Ainda nesse estudo, constatou que os estudantes, de diferentes níveis socioeconômicos, entendiam muito pouco de evolução e ressaltou o desenvolvimento de novas estratégias para o ensino. Também apontou que os estudantes identificavam o homem como referência central na evolução e que a adaptação é um processo de ajustamento do indivíduo ao meio.

Demastes e colaboradores (1995) replicaram os trabalhos de Bishop e Anderson (1990), mas utilizaram um grupo controle. Duas turmas receberam um ensino tradicional enquanto outras duas receberam um ensino pautado pelo modelo de mudança conceitual. A análise dos resultados mostrou que não havia correlação com o entendimento dos conceitos evolutivos e o uso do modelo de mudança conceitual.

Muitas dessas pesquisas usaram o modelo de mudança conceitual proposto por Posner e colaboradores (1982). Mesmo assim muitas delas mostraram que o entendimento dos estudantes a respeito da evolução não melhora muito após o ensino. Algumas estratégias diferenciadas planejadas para o ensino de evolução obtiveram um melhor resultado.

ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO

Utilizando o material didático “*Evolution of Life on Earth*”, desenvolvido pelo “*Biological Science Curriculum Study (BSCS)*”, Settlage (1994) realizou uma pesquisa com estudantes do ensino médio aos quais foram aplicados pré e pós-testes. As respostas dos estudantes foram agrupadas em categorias como necessidade, uso, variação etc. A maior parte dos estudantes que se encaixava nas categorias necessidade e uso, no pré-teste, mudaram para a categoria variação no pós-teste.

Zuzovsky (1994) relata os resultados de um curso ministrado para estudantes de biologia que já lecionavam. A pesquisadora mostrou que havia uma grande semelhança entre as explicações dadas pelos estudantes professores com as explicações das crianças entrevistadas por eles durante uma das atividades do curso. Em ambos os relatos prevaleceram idéias lamarckistas a respeito da evolução. Os participantes do curso concluíram que a mudança de crenças e valores seria muito mais complexa do que o proposto pelo modelo de mudança conceitual.

Duveen e Solomon (1994) utilizaram RPG (*role-play game*) como estratégia para o ensino de evolução. Os autores tentaram destacar a influência social e cultural nos trabalhos dos cientistas. Na simulação, o livro “*Origem das Espécies*” é posto em julgamento por blasfêmia. Alguns alunos interpretaram personagens como Thomas Huxley, Charles Darwin, o capitão Fitzroy e o bispo Wilberforce e alguns personagens fictícios. Os alunos recebiam informações sobre o comportamento, caráter, e a atitude de seu personagem em relação ao darwinismo. Segundo os autores do trabalho, a utilização desse tipo de estratégia poderia ser eficiente em mostrar a natureza da ciência, como o fato de que os cientistas podem defender teorias sobre as quais não têm muitas certezas e como o meio social e cultural podem influenciar a forma pela qual explicam um fenômeno. Apesar de relatar a estratégia como bem sucedida, os pesquisadores não avaliaram a aprendizagem decorrente dela.

Jensen e Finley (1995) utilizaram a estratégia de mudança conceitual em conjunto com a história da ciência a fim de permitir um melhor entendimento da teoria evolutiva pelos estudantes. Os autores propuseram recapitulações de situações conflituosas do passado, em atividades didáticas, com o intuito de criar conflitos cognitivos. Para que houvesse conflito cognitivo, os estudantes deveriam conhecer suas explicações e deveriam se sentir insatisfeitos

com elas. Segundo os pesquisadores, se o ensino de evolução recapitular os eventos da teoria de evolução de Darwin, de forma a encontrar condições para a mudança conceitual, os estudantes substituiriam suas concepções iniciais por concepções darwinistas. Os autores concluem afirmando que o uso da história das ciências no ensino de evolução pode ser promissor.

No intuito de descobrir como os estudantes entendem a evolução, Anderson e colaboradores (2002) desenvolveram um inventário (CINS – *Conceptual Inventory of Natural Selection*) compreendendo testes de múltipla escolha que empregavam os conceitos científicos e as concepções alternativas mais comuns sobre evolução. O uso desse material, nos primeiros dias de aula, poderia ser útil no diagnóstico de concepções prévias dos estudantes e dar orientações para o preparo de aulas (TIDON; LEWONTIN, 2004).

Rudolph e Stewart (1998) apontam que as dificuldades dos estudantes seriam mais bem compreendidas se fossem comparadas com a resistência da comunidade científica em aceitar as teorias de Darwin. Segundo eles, os aspectos metafísicos e metodológicos do trabalho de Darwin poderiam explicar a resistência encontrada na comunidade de seu tempo. No primeiro caso, a explicação inteiramente naturalista para a origem das espécies elimina o agente divino, o que era contrário ao pensamento da época em que predominavam o essencialismo e a teleologia cósmica. Em relação ao segundo aspecto, a concepção de ciência estava ligada ao paradigma newtoniano, que valorizava as generalizações que podiam ser demonstradas empiricamente, ou aquelas cujas previsões poderiam ser verificadas.

Em resumo, os estudantes apresentam idéias prévias sobre os conceitos relativos à evolução biológica. Muitas pesquisas abordaram o ensino de evolução utilizando o modelo de mudança conceitual sendo que nem todas obtiveram resultados satisfatórios. Aquelas pesquisas que incluíram atividades diferenciadas, como o uso de história da ciência e RPG, obtiveram resultado melhor, o que indica a validade do desenvolvimento de novas estratégias de ensino. Porém, mesmo nos casos em que houve entendimento dos conceitos evolutivos, não significa que eles substituíram as concepções prévias dos estudantes, pois estas são muito resistentes à mudança. Um dos fatores para que isso ocorra parece ser a linguagem, já que os termos usados na teoria evolutiva têm significados diferentes na vida cotidiana. Da mesma forma, os meios de divulgação científica e professores podem reforçar o uso incorreto dos termos ao tentar simplificar conceitos. Um outro ponto a destacar é que as visões de mundo dos estudantes podem ser incompatíveis com os modelos científicos que estão aprendendo. Assim, mesmo entendendo os conceitos do aprendizado os estudantes podem não substituir sua visão de mundo.

A maior parte das pesquisas, senão todas, que vêm sendo realizadas em evolução dão grande ênfase ao processo evolutivo, ou seja, são destacados os mecanismos que explicam as mudanças. Segundo Amorim (manuscrito não publicado), uma das maiores contribuições do pensamento darwinista foi a representação da história da diversidade conectando as espécies atuais, em diferentes níveis, em uma grande unidade, ou seja, a existência de uma filogenia. Talvez a ênfase no processo se deva ao fato de a filogenia ser um dos conceitos evolutivos mais abstratos, pois a conexão entre espécies pertence ao passado e não pode ser observada diretamente. Talvez o fato de a filogenia ligar os seres humanos com o restante do mundo vivo também seja um motivo de cautela. Amorim sugere ainda que, em vista da importância da filogenia no pensamento de Darwin, ela devesse ser chamada de teoria evolutivo-filogenética, para diferir de outras teorias evolutivas, como a lamarckista.

Uma forma de sanar essa lacuna seria o estudo de evolução através de um enfoque filogenético. Por isso, a sistemática filogenética se constitui em uma ferramenta possível de ser usada para a análise do padrão evolutivo, de como os seres vivos se conectam ao longo de sua história.

A sistemática é a ciência da diversidade e a sistemática filogenética tenta organizar essa diversidade a partir de um ponto de vista evolutivo, ou seja, mais que a simples catalogação e busca de semelhanças, a sistemática filogenética, ou cladística, busca as relações evolutivas entre

os grupos de seres vivos. Para isso pode utilizar tanto dados tão diversos como morfológicos, moleculares e comportamentais. Um dos produtos da sistemática filogenética são os cladogramas, árvores filogenéticas que mostram as relações de parentesco entre os seres vivos.

No Brasil, tentativas de introduzir o ensino de sistemática filogenética na educação básica vêm sendo feitas no ensino médio (AMORIM *et al*, 2001; AMORIM, 2002) e fundamental (SCHUCH; SOARES, 2003) com ótimas perspectivas.

Em vista dos problemas apontados e das perspectivas vislumbradas, tivemos como objetivo neste trabalho o estudo das contribuições da sistemática filogenética e o uso de cladogramas no ensino de evolução.

O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para a constituição de dados da pesquisa desenvolvemos um mini-curso intitulado “*Encontrando parentesco entre os seres vivos*”. Nesse curso foram abordados a história do pensamento evolutivo; as teorias evolutivas de Charles Darwin; a história da sistemática, a sistemática filogenética e seus métodos; e a evolução dos animais representada através de cladogramas. Também foram abordados temas que tinham relação com a sistemática, como a biotecnologia, a evolução humana e a ciência e tecnologia. A carga horária total do curso foi de quarenta horas.

Os estudantes que participaram do mini-curso eram todos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública do interior do Estado de São Paulo. Inicialmente, o curso foi divulgado e houve dez inscritos, já que o curso foi ministrado no período vespertino e poucos alunos interessados tinham disponibilidade no horário. No presente trabalho todos os estudantes receberam nomes fictícios.

Alguns dos participantes da pesquisa (Atena e Demeter) tinham forte inclinação religiosa enquanto os outros não mostraram tal inclinação e muitas vezes se mostravam contrários à religião.

Após o encerramento do curso os estudantes foram entrevistados, suas entrevistas foram gravadas e interpretadas. Dos dez participantes foram aproveitadas cinco entrevistas, pois as demais apresentaram problemas de perda de continuidade por gravação defeituosa. Todo o procedimento de constituição e análise de dados se baseou na perspectiva fenomenográfica de pesquisa.

A PESQUISA FENOMENOGRÁFICA

A fenomenografia é um método de pesquisa relativamente novo. Seu desenvolvimento se deu no início na década de 1970 por pesquisadores da Universidade de Gotemburgo liderados por Ference Marton. O termo Fenomenografia foi cunhado em 1979, mas só apareceu pela primeira vez em uma publicação de Marton, em 1981. O termo fenomenografia é derivado das palavras gregas *phainomenon*, que significa aparência, e *graphein*, que significa descrição. Assim, a fenomenografia se ocupa da descrição das coisas que aparecem para as pessoas (MARTON, 1981).

A fenomenografia nasceu a partir de uma série de estudos empíricos. Nesses estudos, Marton e seus colaboradores queriam investigar as seguintes questões: 1) O que significa dizer que algumas pessoas são melhores aprendizes que outras? e 2) Por que algumas pessoas aprendem melhor que outras? (MARTON; BOOTH, 1997).

Para tentar responder a essas questões, os pesquisadores pediram que alguns estudantes lessem um texto sobre o qual deveriam discutir posteriormente. Ao analisarem as respostas dos alunos sobre o texto, os pesquisadores notaram que havia um número limitado de formas diferentes de entendê-lo. Essas diferentes formas foram colocadas em categorias, de acordo com

suas semelhanças, e hierarquizadas. Os pesquisadores também perceberam que as características individuais dos estudantes, sua experiência de aprendizagem, passada e presente, a qualidade do ensino a que estavam submetidos e a natureza dos procedimentos de avaliação, influenciavam o aprendizado. Os diferentes resultados no processo de aprendizagem também estavam fortemente relacionados com as formas como os participantes da pesquisa se relacionavam com o texto, o tipo de aproximação do sujeito com o ato de aprender (MARTON; BOOTH, 1997).

Existem várias fontes de informação para a pesquisa fenomenográfica, pois as pessoas podem experienciar as coisas e expressar suas experiências de diversas maneiras. Assim, podem ser utilizadas observações de grupos, desenhos, respostas escritas, entrevistas e documentos históricos. Todavia a entrevista individual vem sendo a fonte de informação mais utilizada (MARTON, 1986).

A entrevista deve ser encarada como um diálogo e deve facilitar a tematização de aspectos até então não tematizados da experiência das pessoas. Esses aspectos passam de irrefletidos a refletidos, ou seja, o sujeito toma consciência deles e cria teorias para poder explicá-los. Os participantes devem falar sobre coisas que muitas vezes não pararam para pensar.

A entrevista fenomenográfica não deve ter muitas questões preparadas antecipadamente, pois muitas questões vão se originar a partir daquilo que os participantes dizem. As questões formuladas durante a entrevista devem ser abertas para que os participantes tenham maior liberdade na escolha das dimensões das questões que queiram responder. Estas dimensões são importantes, pois revelam os aspectos da relevância estrutural do indivíduo (MARTON, 1986). Durante a entrevista, o pesquisador deve estimular os participantes a refletir sobre o texto, situação ou problema apresentados. As entrevistas são gravadas e transcritas *verbatim* para análise posterior.

Durante a análise das entrevistas, o pesquisador deve se despir de preconceitos e teorias sobre o mundo. Da mesma forma, deve ter em mente que não busca nas entrevistas conceitos considerados “certos” ou “errados”, mas sim por diferentes tipos de conceitos sobre o mundo, pela variação. Essa abordagem é o que Marton (1981, 1986, 1994) chama de perspectiva de segunda ordem: o foco está naquilo que o sujeito pensa a respeito dos fenômenos do mundo. Em contraposição, a perspectiva de primeira ordem se refere às afirmações de como as coisas são, aos fatos.

A primeira fase da análise consiste na leitura atenta das entrevistas individuais em busca de citações (frases, significações, maneiras de ver, expressões de sentimentos, conceituações próprias etc.) relevantes para a questão investigada. Quando encontradas, as citações devem ser marcadas e seus significados devem ser interpretados. Algumas vezes o significado de uma citação é a própria citação, mas, em geral, deve-se interpretá-la levando-se em conta o contexto do qual foi retirada. É importante lembrar que, muitas vezes, citações idênticas podem ter significados diferentes. Da mesma forma, um mesmo entrevistado pode exibir diferentes conceitos para um mesmo fenômeno. As citações de todas as entrevistas formam um conjunto de citações que será a base da segunda etapa. Nessa etapa, a atenção é desviada do individual para o coletivo, ou seja, os limites que separam os indivíduos são esquecidos e as citações são analisadas em conjunto. Assim, cada citação tem dois contextos: o da entrevista individual de onde foi retirada e o do conjunto de significados onde está inserida. A interpretação é um processo interativo que leva em conta esses dois contextos.

O resultado do trabalho interpretativo são as categorias de descrição. As citações com significado semelhante são colocadas em uma mesma categoria. O conjunto de categorias forma o espaço de resultados (outcome space). O espaço de resultados é representado por um número limitado de tipos qualitativamente diferentes de modos de experienciar o fenômeno, ou seja, diferentes categorias de descrição, incluindo a relação entre elas. Se a entrevista cobre múltiplos tópicos ou múltiplos aspectos de um dado fenômeno, o pesquisador deverá criar um espaço de resultados para cada tópico ou aspecto desse fenômeno. Durante a leitura da entrevista, deve-se

focar um aspecto do fenômeno de cada vez, enquanto outros aspectos ficam congelados (AKERLIND, 2002).

O espaço de resultados obtido na pesquisa é parcial, não é o único possível, pois é o resultado da experiência do pesquisador. Em vista disso, as entrevistas devem constar em sua totalidade e serem reproduzidas fielmente para que outros pesquisadores possam analisá-las.

Em nossas entrevistas buscamos entender vários aspectos relacionados à evolução e obtivemos vários espaços de resultados. Os mais importantes para o contexto evolutivo, que era objeto de nossa pesquisa, foram “adaptação”, “seleção natural”, “cladogramas”, “origem da diversidade”, , “ancestralidade comum” e “evolução humana”. Na próxima seção são evidenciados alguns dos discursos representativos de cada espaço de resultados.

RESULTADOS

Como na maioria das pesquisas realizadas através do mundo ficou nítida a dificuldade de entendimento dos conceitos evolutivos. Entre eles destaca-se o conceito de adaptação que é muito utilizado em linguagem cotidiana com um sentido teleológico. Para a evolução darwiniana a adaptação é algo que só pode ser observado *a posteriori*, ou seja, após ocorrerem as alterações ambientais e as características favoráveis serem fixadas. Apesar de ter sido mostrado no estudo de cladogramas que as características adaptativas deveriam estar presentes nos indivíduos antes das modificações do ambiente, as entrevistas mostraram que alguns estudantes entendiam a adaptação como uma mudança, consciente ou não, dos organismos como uma resposta às alterações do meio:

Ele [animal] é obrigado a mudar senão entra em extinção. (Hermes)
Ah, ele [o animal] teve que se adaptar ao que tinha. (Atena)

Entretanto todos foram capazes de reorganizar as idéias quando confrontados com exemplos conflitantes. Heracles, Perséfone e Demeter foram capazes de dar definições precisas de adaptação:

[adaptação é] Maior quantidade de fatores que proporcionam a vida dele, como no mar o peixe que tiver a nadadeira que nada mais rápido vai sobreviver melhor dos predadores, na terra o que tiver a perna que corre mais vai sobreviver dos predadores, e assim vai. (Heracles)

Talvez porque eles tenham uma característica que eles não tinham usado só que aí como o meio começou a selecionar eles, eles passaram a ter que usar inconscientemente. (Perséfone)

Adaptação? Se for... Adaptação? O ambiente selecionaria ele onde ele melhor, né, viveria. Por exemplo, se ele morasse nas folhas por ser marrom ele seria mais visto pelos predadores aí ele passou a viver nos troncos e aí a partir disso ele não foi mais predado. Podia ter o da folha e o do tronco, mas os das folhas foram predados e sobreviveram os dos troncos. (Demeter)

A seleção natural foi melhor entendida que a adaptação. Os estudantes perceberam que os indivíduos que sobreviviam tinham características favoráveis ou que os eliminados não possuíam condições de sobreviver no meio ambiente. Várias vezes foi citado que os indivíduos adaptados ao meio eram selecionados e sobreviviam, ou seja, que a seleção natural originava os indivíduos adaptados ao ambiente. Nesse sentido a adaptação poderia ser entendida como algo passível de avaliação a posteriori, o que conflitava com os discursos sobre adaptação tomados isoladamente. A idéia de sobrevivência dos mais fortes também apareceu no discurso de alguns estudantes. Em seguida temos alguns exemplos de discurso sobre seleção natural:

Bom, ela (a seleção natural) seleciona os indivíduos que vão viver [...] baseado no mais adaptado, no mais desenvolvido, no que tem melhores condições para sobreviver. (Hermes)

[seleção natural] É quando o meio seleciona os indivíduos... não é o que tem mais capacidade... é o que tem mais chances de sobreviver nele. (Perséfone)

[pela seleção natural] Sobrevivem os melhores, os mais fortes e os mais adaptados. (Heracles)

Os cladogramas são árvores filogenéticas que mostram as relações de parentesco entre os organismos. Os métodos para sua construção são ditados pela sistemática filogenética (ou cladística). Neste trabalho os estudantes tiveram dificuldades na construção dos cladogramas baseados em modelos hipotéticos comumente usados no ensino de sistemática. Entretanto a construção de cladogramas mostrou que os tipos de dados e a sensibilidade do pesquisador poderiam afetar o resultado do trabalho. Assim a ciência foi vista como dependente de fatores externos e sua neutralidade foi questionada. Outro aspecto destacado pelos alunos foi que os cladogramas representam uma fotografia, ou conhecimento momentâneo sobre a diversidade e que pode ser alterado devido ao refinamento das técnicas de pesquisa ou descobrimento de novas espécies

De forma geral os estudantes entenderam os cladogramas como sendo a “árvore genealógica” dos seres vivos e destacaram relevância por facilitar o estudo dos animais por ter uma abordagem comparativa e evolutiva:

Bom, ele [o cladograma] mostra a evolução no período de tempo. (Hermes)

[o cladograma] É tipo uma árvore genealógica que mostra... os que estão no topo são os mais adaptados, mostra a adaptação, como eles chegaram até lá. E o grau de parentesco, talvez. (Atena)

[o cladograma] É parentesco entre os bichos, é a árvore genealógica deles. (Perséfone)

Isso aqui do cladograma é mais fácil, você vai olhando as características. Mas aprender as características internas, a formação dos ossos, essas coisas assim foi meio complicado. (Heracles)

Os conceitos que causaram maior controvérsia, principalmente entre os participantes religiosos foram “a origem da diversidade”, “ancestralidade comum” e “evolução humana”, justamente por abolirem as explicações divinas para a origem das espécies (MAYR, 1998).

Para todos os estudantes a diversidade da vida na Terra surgiu por mutações no DNA. Alguns alunos apontaram a influência do isolamento geográfico como fator de cladogênese, ou seja, o surgimento de duas novas espécies a partir de uma, como mostrado nos cladogramas em suas ramificações. Para esses estudantes ficou clara a origem a diversidade por processos evolutivos. Para Demeter e Atena, entretanto, as novas espécies surgiram após um evento de criação especial. A partir das espécies inicialmente criadas por Deus, outras se originaram por mutações.

Na minha opinião Deus criou primeiramente e depois, através do que já existia, foi surgindo o que hoje existe. (Demeter)

Se originou de várias mutações e devido a separações geográficas. O que acontecia com determinada espécie não aconteceu com outra, umas evoluíram e outras se mantiveram como estavam, e assim houve a biodiversidade que existe hoje. (Heracles)

Eu achava que Deus tinha criado cada coisa. Hoje eu vejo que não. Não que eu desacredite que ele criou cada coisa. Ele criou, mas as coisas se evoluíram. (Atena)

Para Demeter as novas espécies poderiam ter surgido por hibridação:

Por exemplo, animais de diferentes espécies talvez, poderia ter ocorrido deles terem se cruzado e ter nascido uma outra espécie. Ter se transformado, alguma coisa assim. (Demeter)

Segundo Amorim (1997), a teoria de ancestralidade comum foi uma das maiores contribuições de Darwin, tanto que a única figura do “Origem das espécies” é uma árvore filogenética que mostra a mesma origem entre os organismos. Essa mesma teoria, entretanto, é fonte de sérios conflitos, pois tira o status especial do ser humano e o coloca no mesmo nível que os outros seres vivos já eu seria mais um ramo da árvore da vida.

Em seus discursos os estudantes mostraram que a ancestralidade comum é sinônimo de parentesco e que os cladogramas mostrariam essas relações. Um aprendizado importante na construção dos cladogramas foi a distinção entre características devido à origem comum (homologia) daquelas devido à adaptações ambientais (analogias). Os estudantes perceberam que caracteres adaptativos não são úteis para a inferência de ancestralidade comum e reforçaram o papel do meio ambiente no processo evolutivo. A utilização de dados moleculares também foi destacada como importante para a inferência de filogenias.

Contudo, para Demeter o homem não tem ancestral comum com qualquer ser vivo, pois fora criado por Deus. Em alguns momentos Demeter afirmou que o chimpanzé era o grupo irmão do homem devido à semelhança genética. Isso não significa, entretanto, que ele esteja aceitando parentesco entre os dois organismos, mas apenas ressaltando a semelhança genética. Da mesma forma Demeter afirmou que todos os fósseis de homínídeos foram criados por Deus de forma isolada e, além disso, não teriam qualquer relação com os homens atuais.

Porque eu acredito que Deus fez e eu acho assim, a ciência tem que explicar, mas não é uma coisa muito provável de falar assim... é tudo uma probabilidade de ser assim, mas não é concreto. (Demeter)

Todos os outros estudantes também afirmaram que o chimpanzé é o grupo irmão do homem após construírem um cladograma de homínídeos baseado em dados moleculares. Para Heracles, Perséfone e Hermes os seres humanos não estão sujeitos aos processos evolutivos devido à estabilidade relativa de seu meio ambiente, ou seja, o homem, através da tecnologia, cria meios de otimizar sua sobrevivência como remédios, vacinas, máquinas etc. Demeter apontou ainda que a única evolução a que o homem está sujeito é a evolução tecnológica.

[a evolução humana] Seria tecnológica porque ele estaria evoluindo... estaria usando a tecnologia para evoluir. Ah, eu não sei explicar isso não. (Perséfone)

[o homem não evolui] Por causa da cultura. Por exemplo, se a gente não tivesse cultura, assim, a gente poderia abandonar um filho deficiente por que ele não ia poder fazer nada, né? (Hermes)

Por meio da análise dos cladogramas Heracles entendeu que o homem não se originou do macaco, mas que ambos possuem um ancestral comum:

Não, tipo assim, quando falava que o homem era parente do macaco eu ia imaginar que o macaco resolveu andar em pé e raspou os pelos. Agora você vai falar que o homem não é irmão do macaco, mas tem um mesmo ancestral comum. (Heracles)

DISCUSSÃO

Segundo o modelo de mudança conceitual, os estudantes poderiam trocar suas concepções prévias por concepções cientificamente aceitas desde que sofressem um conflito cognitivo e se tornassem insatisfeitos com suas concepções, entendessem as novas explicações dadas pelo professor e as aceitassem como plausíveis e, finalmente, percebessem que as novas explicações são frutíferas (POSNER *et al*, 1982).

Nesse trabalho pudemos perceber que os estudantes foram capazes de entender alguns conceitos como adaptação e seleção natural. Esse entendimento, entretanto, não implicava em uma aceitação da teoria da evolução como um todo. Isso ocorreu principalmente com as alunas mais ligadas à igreja. Deméter, por exemplo é capaz de explicar e utilizar melhor o conceito de adaptação que seus colegas que afirmavam aceitar a evolução, como Hermes.

Esses dados permitem a seguinte reflexão: o que é mais importante, aceitar a evolução darwiniana sem entender seus conceitos básicos ou o contrário, entender bem os conceitos sem, contudo, aceitar a evolução? Não se trata apenas de ciência versus fé, mas na avaliação do que realmente é desejável e possível no ensino de evolução.

Ernst Mayr (1998) destaca que a teoria da evolução é na verdade composta de teorias menores como a seleção natural e a origem comum dos seres vivos e que vários pesquisadores, em diferentes períodos aceitaram algumas dessas teorias e rejeitaram outras, dando a impressão de uma total negação do darwinismo.

Nesse trabalho verificamos que os pontos que tocavam diretamente no ser humano eram os mais conflitantes para as alunas religiosas, assim como era para Alfred Russel Wallace, (MAYR, 1998), co-descobridor da evolução dos organismos. Conceitos como adaptação podem ser difíceis até mesmo para cientistas o que dirá para estudantes do ensino médio (DE LA GANDARA, 2002), mas a origem comum dos organismos e evolução humana já são tópicos que tocam as visões de mundo das pessoas.

Cobern (1994) afirma que os conceitos sobre evolução podem ser incompatíveis com a visão de mundo dos estudantes e, dessa forma, haveria uma grande resistência em sua aceitação, ainda que pudessem ser capazes de entender os conceitos científicos para aplicá-los em contextos específicos, como exames escolares. Também destaca que deve ser considerado que os estudantes podem entender a evolução, mas não apreendê-la, ou seja, podem falar sobre a evolução sem que necessariamente substituam sua visão de mundo. De fato, como visto aqui no caso de Demeter, o bom entendimento dos conceitos evolutivos não garante que ela será aceita pelos estudantes, da mesma forma que muitos a aceitam sem a entenderem, devido ao prestígio e poder da ciência (BISHOP; ANDERSON, 1990).

Para Serge Moscovici (2003) diferentes sociedades têm diferentes opiniões sobre como as coisas devem ser, sobre o que devemos fazer, sobre o que é justo, o que é verdadeiro e belo. Essas diferentes formas de ver o mundo são formas particulares de compreender e se comunicar, um modo que cria tanto a realidade quanto o senso comum. Essas representações sociais são aspectos de nossa realidade e são uma atmosfera em relação ao indivíduo ou ao grupo e influenciam suas vidas de forma direta desde a infância

O ponto de partida da teoria das representações desenvolvida por Moscovici (2003) é a diversidade de indivíduos, atitudes e fenômenos. O objetivo da teoria das representações sociais é descobrir como as pessoas e os grupos podem construir um mundo estável a partir da diversidade. A finalidade de todas as representações é transformar algo não familiar em algo familiar.

Assim os estudantes chegam à escola com suas representações a respeito de como o mundo funciona, o que é certo ou errado e, muitas vezes, essas representações se chocam com os conhecimentos que irão adquirir na escola. Essas representações sociais afetarão de forma

decisiva o aprendizado dos estudantes e serão utilizadas como ancoragem para os novos conhecimentos. Quanto mais próximos os novos conhecimentos estiverem das representações dos estudantes, maior será a possibilidade de aceitação desses novos conhecimentos.

Nesse estudo a influência religiosa na vida das estudantes afeta a sua aceitação da evolução, mas não impede o aprendizado de alguns de seus conceitos. No caso de Atena a evolução chega mesmo a ser plausível, sem que, contudo, sua crença na criação especial seja abandonada. Por outro lado, uma aceitação da evolução biológica não garante que seus conceitos centrais sejam entendidos de forma satisfatória.

Por uma perspectiva do modelo de mudança conceitual, as estudantes perceberam como plausíveis as novas explicações estudadas juntamente com os cladogramas, mas não houve aparente troca de uma concepção prévia por uma concepção científica. Porém a utilização dos cladogramas permitiu o entendimento de conceitos básicos por todos os estudantes.

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO

Considerando que a aprendizagem pode ser afetada pelas visões de mundo ou pelas representações que os estudantes têm dos fenômenos, é importante que o professor preste atenção nesses aspectos em sala de aula. O professor deve ter bem claro seus objetivos ao discutir evolução em sala de aula e não mostrar uma atitude autoritária, pois não serão algumas horas de ensino que modificarão todas as representações construídas em anos de convivência social. Talvez a aceitação total da evolução não seja o mais importante, mas sim sua apreciação como uma teoria plausível seja o mais adequado nessas situações.

BIBLIOGRAFIA

- AKERLIND, G. S. Principles and practice in phenomenographic research. *Proceedings of the International Symposium on Current Issues in Phenomenography*. Camberra, Australia, 2002. disponível em <<http://www.anu.edu.au/cedam/ilearn/symposium/abstracts.html>>. Acesso em: 10 de agosto de 2004.
- AMORIM, D. S. Paradigmas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. (manuscrito não publicado).
- AMORIM, D. S. A mesma origem. *Jornal das Ciências*, n. 6, ano 1, p. 4. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. 2002.
- AMORIM, D. S. *et al.* Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de Zoologia e Botânica no 2º grau. In BARBIERI, M. R. et al. (orgs), *A construção do conhecimento do professor: uma experiência de parceria entre professores do ensino fundamental e médio da Rede Pública e a universidade*. Ribeirão Preto: Holos Editora/FAPESP. 2001. p 41-49.
- ANDERSON, D. L. *et al.* Development and evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection. *Journal of research in Science Teaching*, v. 39, n. 10, p. 952 – 978, 2002.
- BISHOP, B. A.; ANDERSON, C. V. Students' conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of research in Science Teaching*, v. 27, n. 5, p. 415 – 427, 1990.
- BIZZO, N. M. V. From Down House landlord to Brazilian high schools students: what has happened to the evolutionary knowledge on the way? *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, p. 537 – 556, 1994.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica, *Parâmetros Curriculares nacionais: Ensino Médio*. Brasília, Ministério da Educação. 1999.
- BRUMBY, M. Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, v. 68, n. 4, p. 493 – 503, 1984.

- CLOUGH, E. E. *et al.* How do children's scientific ideas change over time? *School Science Review*, v. 69, p. 255 – 267, 1987.
- COBERN, W. W. Point: belief, understanding, and the teaching of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, p. 583 - 590, 1994.
- DE LA GANDARA, M. *et al.* Del modelo científico de “adaptación biológica” al modelo de “adaptación biológica” en los libros de texto de enseñanza obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 2, p. 303-314. 2002.
- DEADMAN, J. A.; KELLY, P. J. What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education*, v. 12: p. 7 – 15, 1978.
- DEMASTES, S. S. *et al.* Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: cases of replication and comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 5, p. 535 – 550, 1995.
- DUVEEN, J.; SOLOMON, J. The great evolution trial: use of role-play in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 5, p. 575 – 582, 1994.
- GREENE, E. D. The logic of university students' misunderstandings of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 27, n. 9, p. 875 – 885, 1990.
- JENSEN, M. S.; FINLEY, F. N. Teaching evolution using historical arguments in a conceptual change strategy. *Science Education*, v. 79, n. 2, p. 203 – 216, 1995.
- MARTON, F. Phenomenography – A research approach to investigating different understandings of reality. *Journal of Thought*, v. 21, n. 3, p. 28-49. 1986.
- MARTON, F. Phenomenography – describing conceptions of the world around us. *Instructional Science*, v. 10, p. 177-200. 1981.
- MARTON, F.; BOOTH, S. *Learning and awareness*. New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates. 1997.
- MAYR, E. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: Editora da UnB. 1998.
- MOSCOVICI, S. *Representações sociais: Investigações em psicologia social*. Petrópolis: Vozes. 2003.
- NAS (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES). *Teaching about evolution and the nature of sciences*. Washington, DC. National Academic Press. 1998. Disponível em: <<http://books.nap.edu/catalog/5787.html>>, acesso em 17 de outubro de 2004.
- POSNER, G. J. *et al.* Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 66, p. 211 – 227, 1982.
- RUDOLPH, J. L.; STEWART, J. Evolution and the nature of science: on the historical discord and implications for education. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 35, n. 10, p. 1069 – 1089, 1998.
- SCHUCH, L. M. M.; SOARES, M. B. Oficina de classificação: de Pokemons e infoartrópodos à sistemática filogenética. *Cadernos do Aplicação*, UFRGS, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 9-18., 2003.
- SETTLAGE, J. Conceptions of natural selection: a snapshot of the sense making process. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, p. 449 – 457, 1994.
- TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, v. 27, n. 1, p. 124 – 131, 2004.
- ZUZOVSKY, R. Conceptualizing a teaching experience on the development of the idea of evolution: an epistemological approach to the education of science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, p. 557 – 574, 1994.