

O Ensino de Evolução e a Construção dos Significados

The Teaching of Evolution and the Construction of Meanings

Mário Alexandre de Oliveira

Universidade Federal da Grande Dourados
alebio03@gmail.com.br

Lenice Heloísa de Arruda Silva

Universidade Federal da Grande Dourados
leniceheloisa@gmail.com

Resumo:

Neste trabalho apresentamos e discutimos uma abordagem para o Ensino de Evolução que busca respeitar as características do desenvolvimento humano e da construção de conceitos como descrito por Vigotski. Nessa abordagem o Ensino de Evolução se dá a partir de três conceitos básicos são eles: Variabilidade, Adaptação e Seleção Natural. O desenvolvimento deste estudo foi inspirado no Método Funcional de Dupla Estimulação descrito por Vigotski. No desenvolvimento deste estudo observamos inicialmente que a palavra Evolução, bem como a palavra Adaptação existiam na fala de alguns estudantes, porém no contexto inicial elas apareceram isoladas e vazias de significado. Durante o estudo dos conceitos de Variabilidade, Adaptação e Seleção Natural evidenciamos, por meio da análise das transcrições das falas dos estudantes, a resignificação do conceito de Adaptação e a significação dos conceitos de Variabilidade e Seleção Natural culminado, por fim, na resignificação do conceito de Evolução.

Palavras-chave: ensino de evolução, construção de significado, conceito, teoria histórico-cultural

Abstract

We have shown and discussed a approach to the Teaching of Evolution, considering the characteristics of human development and of concepts construction as described by Vigotski. In this new approach, the Teaching of Evolution is proposed from three basic concepts, which are: Variability, Adaptation and Natural Selection. The application of this study was inspired by the Stimulation Double Functional Method described by Vygotsky. During the development of this work, we have observed initially the word Evolution, as well as, the word Adaptation existed in the some students' statement, which were isolated and meaningless, in the initial context. However, during the investigation of

the Variability, Adaptation and Natural Selection concepts, we could note through the students' statements transcriptions the shift in the signification of the Adaptation concept and the signification of the Variability and Natural Selection concepts, which, finally, were culminated in the shift in the meaning of the Evolution concept.

Key Words: teaching of evolution, meaning making, concept, historical-cultural theory

Introdução

Entre os que estudam as Ciências Biológicas há uma célebre frase dita por um dos maiores nomes da Ciência do Século XX, T. Dobzhansky (1973, p. 125): “Nada faz sentido em Biologia exceto à luz da Evolução”. Nesta frase, muitas vezes, repetida e nunca superestimada vemos o poder e abrangência dessa teoria que se tornou o paradigma central das Ciências Biológicas. Entendemos que os conhecimentos produzidos em Biologia somente estão unidos formando um único corpo de conhecimento se tiverem como lógica interna a Evolução. Tal perspectiva nos parece ser assumida oficialmente, dado que o Ministério da Educação reconhece a importância do ensino do tema Evolução nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, destacando em seu texto a “Origem e Evolução da Vida” como um dos seis temas estruturadores do ensino de Biologia. O mesmo texto afirma que a Evolução deve ser tratada em todos os conteúdos da disciplina, pois além de ser um tema estruturador ele é um elemento central e unificador no estudo da Biologia (BRASIL, 2006). No entanto, a despeito da sua importância para o Ensino de Biologia, a Evolução como fenômeno e teoria é comumente negligenciada nas escolas de Ensino Médio, pois o tema Evolução em geral não é abordado ou, quando é abordado, é desenvolvido de forma superficial, isolado de outros temas como Botânica, Ecologia, Zoologia, Microbiologia e no fim da grade curricular (CARNEIRO, 2004; ZAMBERLAN, 2012).

Considerando as dificuldades enfrentadas pelos estudantes para construir o conceito de Evolução biológica diagnosticadas em vários artigos que versam sobre o tema (ZAMBERLAN, 2012; CARNEIRO, 2004; BIZZO E EL-HANI, 2009), propomos uma abordagem para o Ensino de Evolução. Para propor esta abordagem nos perguntamos por onde devemos principiar o Ensino deste tema? Seria prudente iniciar o Ensino de Evolução pela própria discussão a respeito da Evolução? Para respondermos a estas questões discutiremos brevemente sobre a construção do conceito sob a perspectiva da teoria histórico-cultural do desenvolvimento humano.

O processo de elaboração conceitual

Dentro da perspectiva histórico-cultural o processo de elaboração e apropriação/internalização de conhecimentos/conceitos pelo sujeito acontece pela mediação do outro. Esta mediação se dá por meio da linguagem. Nesse sentido, em nosso estudo concentramos nossas análises principalmente na linguagem verbal. Com base nessa perspectiva entendemos que uma palavra não é apenas o conjunto de fonemas que a formam, mas a consideramos como o signo de um conceito ligado a outros conceitos por relações de significado. Dessa forma, o surgimento de uma palavra na fala de um estudante pode desvelar o conceito construído, bem como as relações de significado deste com outros conceitos. Para Vigotski (2000) “todo conceito é mediado por outro

conceito”, sendo assim parece ser difícil explicar algo a respeito de qualquer coisa sem se valer de outros conceitos. Segundo esse teórico, compreender a relação entre os conceitos é fundamental para compreender o processo de aprendizagem, pois os conceitos não são estanques, não são construídos isoladamente e nem estão simplesmente justapostos como se o significado de um não interferisse no significado dos demais. Assim, os significados são relacionados por grau de generalidade, sendo que um conceito mais geral recebe significado de conceitos menos gerais. Por exemplo: os conceitos calça, camisa, sapato estão subordinados ao conceito roupas que é um conceito com maior generalidade (VYGOTSKY, 2000). Como no exemplo anterior, os conceitos de Variabilidade, Adaptação e Seleção Natural são subordinados ao conceito de Evolução. Acreditamos que os estudantes possam construir o conceito de Evolução tendo como base as articulações de conhecimento feitas a partir da internalização dos conceitos básicos que dão significado ao conceito de Evolução, podendo assim compreender e compartilhar com outros estudantes explicações científicas sobre a origem e diversificação dos seres vivos. Nesses termos, este trabalho teve por objetivo investigar se uma Atividade Pedagógica focada nos conceitos de Variabilidade, Adaptação e Seleção Natural, pode promover a aprendizagem do conceito de Evolução em estudantes do Ensino Médio.

Metodologia

Nossa pesquisa investigou a construção do conceito de Evolução, a partir da abordagem que ora apresentamos com estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede Pública de Ensino da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. A nossa abordagem se baseou na sistematização conceitual vigotskiana apoiada nos conceitos de Variabilidade, Adaptação e Seleção Natural. A ferramenta de Ensino empregada nesta pesquisa foi inspirada no método Funcional de Dupla Estimulação descrito por Vigotski (2000), cuja ideia é fornecer duas séries de estímulos, uma inicial e outra final. O estímulo inicial foi a proposição de um problema a ser resolvido pelos estudantes e no estímulo final retomamos o problema inicial, com o intuito de direcionar e sistematizar os conceitos construídos durante o desenvolvimento da solução do problema.

O problema inicial foi tentar descobrir como se dá o fenômeno da resistência bacteriana a antibióticos. Este exemplo foi escolhido para aproximar o estudante dos fenômenos evolutivos e desmistificar a ideia de que a Evolução é um assunto pertencente apenas a biólogos e paleontólogos que se debruçam sobre fósseis empoeirados.

Desta forma nossa ferramenta de Ensino foi composta por duas séries de estímulos (inicial e final) e uma etapa de desenvolvimento dividida em três módulos.

Estímulo inicial: O Problema

O problema a ser resolvido deve sempre superar a capacidade imediata do estudante de resolvê-lo sem ajuda. Isso porque, segundo Vygotsky (2000) a aprendizagem precede o desenvolvimento. Assim, apresentamos um vídeo curto de uma reportagem jornalística que retratava o surgimento de bactérias resistentes a antibióticos. Este vídeo teve como objetivo criar a pergunta básica que permeou todas as atividades e que retornou ao final dos módulos a fim de dar sentido e permitir a organização dos conceitos elaborados durante a atividade. Como o surgimento de cepas bacterianas resistentes a múltiplos antibióticos é um fenômeno evolutivo e sua compreensão passa pela construção de significados a respeito dos processos evolutivos propomos este problema como cenário para o desenvolvimento de nossa ferramenta de Ensino.

Módulo 1: Discutindo o conceito de Variabilidade

O primeiro módulo foi destinado à formação do conceito de variabilidade fenotípica intraespecífica. Neste módulo entregamos aos estudantes um conjunto de 40 fotos de indivíduos fenotipicamente distintos de quatro espécies animais (*Homo sapiens*, *Felis catus*, *Canis lupus familiaris*, *Bos taurus*) e propusemos como atividade principal aos estudantes agrupar as fotos por espécie. Assim criamos o ambiente para podermos observar e discutir as diferenças fenotípicas existentes dentro das espécies, com o intuito de levar o estudante a construir significado para o conceito Variabilidade como sendo as pequenas variações fenotípicas observáveis dentro das biopopulações. Ainda neste módulo os estudantes foram questionados quanto à existência e as causas da existência da Variabilidade fenotípica nas populações.

Modulo 2: Resignificando o conceito de Adaptação

Dentro deste módulo foi apresentado um recorte de vídeo “A vida Secreta das Plantas”, apresentando um exemplo de adaptação. Neste caso, o exemplo escolhido foi a adaptação dos pés de maracujá às borboletas heliconia (disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=yibuGgMzDjM> acesso em 13/02/14). As discussões provocadas pelo vídeo estão presentes na discussão dos resultados.

Terceiro Módulo: Construindo o Conceito de Seleção Natural

Neste módulo retomamos os conceitos de Variabilidade e Adaptação e propusemos um mecanismo de seleção a partir da seleção artificial feita pelo ser humano para a criação das raças de cães. Logo em seguida, trabalhamos os conceitos de Variabilidade, Adaptação e Seleção Natural no contexto de uma simulação computacional, cuja interface gráfica é voltada para jovens estudantes de língua portuguesa (disponível em http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/natural-selection, acesso em 17/02/2014). Esta interface computacional simula a interação entre populações de predador (lobos) e presa (coelhos) em dois tipos de ambientes distintos: Equador (fundo marrom) e Ártico (fundo branco). A população de coelhos tem pelagem branca como fenótipo selvagem e pelagem castanha como fenótipo mutante. As populações de coelhos e lobos se reproduzem em número e tempo de geração de acordo com o algoritmo do programa. O usuário deve escolher o tipo de ambiente onde acontece a simulação Equador ou Ártico. Quando o ambiente escolhido é o Ártico cujo fundo é branco os coelhos cuja pelagem é castanha são os mais predados, por ficarem em evidência no ambiente branco, logo sua proporção na população de coelhos rapidamente decresce e desaparece da população. Já quando o ambiente selecionado pelo usuário é o Equador cujo fundo é marrom os coelhos brancos são os mais predados, fazendo sua proporção na população decair em cada geração até que haja apenas coelhos castanhos.

Estímulo Final: Reorganizando as ideias

No módulo de fechamento foi reapresentado o vídeo sobre o surgimento de superbactérias resistentes a praticamente todos os antibióticos existentes, (disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=iPKsIZkwtPQ> acesso em 20/01/2014). Foi dado um tempo extra para que os estudantes trabalhassem em conjunto e para que pudessem ter tempo de elaborar e reelaborar os conceitos trabalhados nos módulos anteriores e fazerem suas considerações sobre o problema tentando explicar: como surgem superbactérias e qual é a relação entre o controle na venda de antibióticos e o surgimento de bactérias resistentes.

As informações que serviram de base para a construção dos dados foram coletadas por meio de videogravação durante o desenvolvimento das atividades. Por meio de uma filmadora, procurou-se registrar a dinâmica das ações e das atividades desenvolvidas, assim como as falas dos sujeitos participantes da investigação, isto é, as interações discursivas ocorridas entre a professor/pesquisador e os alunos. A construção dos dados implicou várias leituras das transcrições dos vídeos e das atividades realizadas. Tais fontes de dados foram, por sua vez, recortadas e submetidas à análise do conteúdo neles expressos, para se extrair descrições, elaborações e interações desenvolvidas durante a investigação.

Resultados e Discussão

Para facilitar a compreensão dos resultados de nossa pesquisa dividimos as transcrições das trocas discursivas em episódios que ilustram momentos importantes na construção do significado. A fala de cada sujeito denominamos turno, que são numerados em ordem crescente de acordo com que foi falado. Vale ressaltar que as letras P, C e E que iniciam cada turno referem-se ao professor, a classe (quando dois ou mais estudantes se pronunciam ao mesmo tempo e da mesma forma) e estudante (os estudantes são distinguidos com um número após a letra E).

Estímulo inicial – primeiras elaborações

A seguir apresentamos um trecho de episódio em que se pode observar as trocas discursivas ocorridas entre os estudantes e o professor/pesquisador, logo após a apresentação do vídeo que apresenta o problema do surgimento de bactérias super-resistentes. Aqui o professor/pesquisador faz inúmeras perguntas com o intuito de sondar o conhecimento dos estudantes no que concerne ao tema Evolução, ao mesmo tempo em que ele tenta ajustar o nível de suas questões para o nível de conhecimento observado. A seguir apresentamos as interações verbais ocorridas no episódio.

- 01 P: Trinta, Quarenta anos atrás existia essa bactéria?
02 E3: Existia.
03 P: Mas, se ela existisse e ela sendo resistente a vários antibióticos ela já não teria se propagado antes?
04 E3: Ela já existia e foi se aprimorando.
05 P: Você acha que ela foi se aprimorando?
06 E2: É, tipo ela foi melhorando. É antigamente...
07 E1: Foi criando resistência.
08 P: Foi criando resistência?

Podemos perceber que os estudantes E3, E2 e E1 (turnos 25 a 30) parecem conceber Evolução biológica como sinônimo de desenvolvimento, aprimoramento direcionado (Ariza e Martins, 2010). Assim, na compreensão desses estudantes as bactérias estariam se desenvolvendo no sentido de tornarem-se resistentes aos antibióticos. Nesse diálogo podemos observar, também, que embora os estudantes aceitem o fato de que as espécies não possuem uma forma fixa, eles parecem não entender os mecanismos pelos quais uma espécie pode apresentar uma modificação observável no fenótipo médio de sua população.

Ainda no episódio acima, podemos notar que os estudantes apresentam respostas curtas, evidenciando buscar mais “encaixar” sua resposta à pergunta feita pelo professor/pesquisador, do que elaborar uma resposta mais complexa. A falta de elaborações mais extensas por parte desses estudantes evidencia aspectos que consideramos importante salientar. O primeiro aspecto diz respeito ao fato de que, caso as elaborações dos estudantes fossem mais extensas indicaria que vários conceitos foram relacionados e que eles já teriam se apropriado de conceitos sistematizados/científicos sobre Evolução. Em outros termos, na elaboração de suas respostas os conceitos seriam explicitamente apresentados como um sistema de ideias inter-relacionadas. Segundo Góes (1997), na elaboração dos conceitos sistematizados/científicos, a palavra vai marcar a relação com outros conceitos, numa rede de palavras já significadas. O conceito científico é formado ao se inserir em relações de níveis de generalidade, num sistema organizado hierarquicamente. Por isso, é considerado sistematizado.

Desenvolvimento – Ressignificando o conceito de adaptação e construindo o conceito de Seleção Natural

As falas que analisaremos a seguir sucederam imediatamente a exibição de um trecho do documentário “A vida secreta das plantas”. O vídeo possui uma duração de 2 minutos (<<http://www.youtube.com/watch?v=y1buGgMzDjM>>) e trata da relação ecológica entre a borboleta Helicônia e a o pé de maracujá. O professor/pesquisador inicia fazendo uma recapitulação do vídeo assistido checando como os estudantes relacionam os principais conceitos tratados no vídeo.

01 P: Ela come, ela destrói a planta, né? Então essa é a situação da planta. Olha tem uma determinada borboleta que vem aqui põe ovos e nascem lagartas vorazes e comem toda a planta inteira. Essa é a demanda, é o quê está pedindo uma resposta, tá? É sobre isso que vai se adaptar e qual é a resposta da planta?

02 E9: A folha dela produz a imitação de ovos para a borboleta pensar que ali já tem e não depositar.

03 E1: Autodefesa.

04 P: Então, da parte da planta é imitar um ovo, já que ela não deposita ovos onde ela acha que já tem e produzir... Agora vamos pensar o seguinte: A planta pensou isso?

05 E9: Isso que eu tô tentando entender.

06 P: A planta não pensou isso! Né?

07 E9: Mutação? (fala baixo)

08 P: Pode falar!

09 E9: Uma adaptação?

Nesse episódio verificamos que a estudante E9 no turno 02 elabora uma explicação para o fato de pés de maracujá apresentar pequenos pontos em suas folhas semelhantes aos ovos da borboleta Heliconia. Porém, como podemos ver no turno 04 e 05 esta explicação possui algumas premissas que frustram a ideia de explicar o fenômeno como o fato de a planta raciocinar e autodeterminar a produção dos pontos. No turno 05 observamos que a estudante começa a rever as relações de significados entre os conceitos percebendo que sua primeira ideia não parece correta. A estudante E9 apresenta a palavra Mutação (turno 7) e Adaptação (turno 9) que já demonstra um processo de construção do conceito de Seleção Natural. Estes dois conceitos não apareciam nas elaborações iniciais da estudante no turno 2 e esses conceitos que estão ligados por nexos de abstração lógica são empregados de modo adequado diante da busca pela explicação de como surgiram os pontos amarelos nas folhas dos pés de maracujá.

Estímulo Final – Relaborando o conceito de Evolução

O episódio apresentado abaixo é a transcrição das discussões dos estudantes na última ação da atividade pedagógica. O professor/pesquisador reexibiu o vídeo que mostra o surgimento de bactérias super-resistentes, que foi apresentado no início da intervenção, e pediu para que os estudantes discutissem em grupo duas questões:

1ª Como se explica o surgimento de bactérias super-resistentes a antibióticos?

2ª Por que o governo quer combater o surgimento de novas super-bactérias controlando o uso de antibióticos?

As transcrições de áudio deste episódio focam as discussões dentro de um dos grupos. Isso difere do que vinha ocorrendo até o episódio anterior, em que as transcrições eram feitas a partir do áudio da classe. Ou seja, as discussões analisadas até aqui englobavam toda a classe. Neste episódio, porém englobam apenas os estudantes de um grupo. Como a atividade proposta era uma discussão em grupo, utilizamos essas transcrições para avaliar o desenvolvimento dos estudantes a partir da atividade proposta.

1 P: Então, gente eu quero que vocês discutam em grupo como estas bactérias surgiram e por que é necessário o controle no uso de antibióticos.

2 E3: É para escrever?

3 P: Se vocês acharem que é melhor, sim!

4 E3: Pode ser à lápis?

5 P: Se vocês quiserem pode!

6 E9: Eu acho que é tipo assim, elas evoluíram! Porque é isso que nós estamos estudando, né?

7 E7: Mas, como nós vamos falar? É que se ele pedir pra gente falar lá na frente?

8 E9: Ah, a gente fala que as bactérias tinham umas que eram mutantes e eram resistentes a antibióticos, mas no começo elas ficavam no meio da população e ninguém notava, mas quando as pessoas começaram a tomar antibiótico demais, aí o antibiótico matou as que não eram resistentes e só sobrou as que eram resistentes.

9 E7: É então, acho que tem que dizer que elas foram selecionadas por que eram as mais adaptadas.

10 E6: Ah, gente pode falar o que a (E9) disse tá bom.

11 E7: Oh, professor vem aqui.

12 E6: Mas, por que tem que controlar os antibióticos?

13 E7: É para não selecionar mais bactérias ...

No turno 6 o estudante E9 conclui que as bactérias super-resistentes evoluíram de linhagens de bactérias (turno 08) ancestrais mutantes para a resistência a antibióticos. Ainda no turno 08 observamos que ao explicar como ocorreu o “surgimento” de tais bactérias o estudante E9 inclui os conceitos de Variabilidade ao mencionar que na população de bactérias havia umas que “eram mutantes e eram resistentes a antibióticos”, inclui, também, a ideia de Adaptação ao dizer que o antibiótico “matou” as que não eram resistentes e, por fim, o conceito de Seleção Natural ao mencionar que “só sobrou as que eram resistentes”. Podemos observar que o estudante elaborou corretamente uma explicação para o surgimento de linhagens de bactérias resistentes e que, para tal, se valeu do conceito de Evolução construído a partir da sistematização conceitual ensinada na atividade pedagógica. Tanto a explicação de como as novas linhagens bacterianas surgem quanto a explicitação dos processos evolutivos apresentam-se em consonância com o conhecimento escolar. No turno 9 o estudante E7 faz ressalvas sobre a fala do estudante E9 (turno 8) pedindo que sejam acrescentados os termos “selecionadas” e “mais adaptadas”. As ressalvas feitas pelo estudante E7 demonstram que ele reconhece nos processos descritos pelo estudante E9 os conceitos Adaptação e Seleção Natural. Mais do que isso o estudante E7 sente a falta das palavras que carregam em seu

significado os conceitos chave que explicam o fenômeno. Podemos dizer que o estudante E7 encontra-se em um nível de desenvolvimento superior ao observado no estudante E9. Isso porque, embora as elaborações conceituais observadas nos turnos 6 e 8 estejam corretas, o estudante E9 ainda se vale mais das descrições concretas do processo do que das definições abstratas do conceito. Já no caso do estudante E7 podemos perceber no turno 9 uma aproximação dos conceitos abstratos significados nas palavras que os definem. Porém, esta constatação possui apenas um caráter investigativo, não se trata de definir aqui qual estudante foi “melhor” ou “pior” nas atividades, mesmo porque ambos apresentaram um desenvolvimento bastante satisfatório.

Considerações Finais

Durante a análise dos episódios observamos uma nítida diferença entre as explicações propostas pelos estudantes no início e no final da Atividade Pedagógica para o surgimento de bactérias resistentes a antibióticos. Nas elaborações iniciais notamos que os estudantes recorriam a argumentos finalistas, progressivistas e a conceitos isolados de outros para tentar explicar fenômenos evolutivos. Ao analisarmos as falas dos estudantes durante a aplicação do estudo notamos uma evolução conceitual no uso dos conceitos Variabilidade, Adaptação e Seleção Natural. Tais explicações para os processos evolutivos se tornam mais aprofundadas como podemos observar nos quadros 1, 2 e 3. As elaborações finais apresentam-se mais longas e conectando vários conceitos para sustentar o argumento sem recorrer a afirmações finalistas ou progressivistas.

Referências Bibliográficas

BIZZO, N.; EL-HANI, C. N. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. **Filosofia e História da Biologia**, V. 4, n. 1, 2009, p.235-257.

BRASIL. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ministério da Educação, Brasília, 2006. Disponível em http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf, acesso em 05/04/2015.

CARNEIRO, A. P. N. A evolução biológica aos olhos de professores não licenciados. 2004. 137 p. Dissertação de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

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

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução do russo de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000, 496 p. Título original: Michliêníe I Rietch.

ZAMBERLAN, E. S.; SILVA, M. R. O Ensino de Evolução Biológica e sua Abordagem em livros didáticos. **Educação e Realidade**, V. 37, n. 01, 2012.p.187-212.