

## TEORIA BIOLÓGICA DA EVOLUÇÃO COMO TEMA CENTRAL DA BIOLOGIA: EXPERIMENTO DIDÁTICO-FORMATIVO

### BIOLOGICAL THEORY OF EVOLUTION AS A CENTRAL THEME OF BIOLOGY: DIDACTIC-TRAINING EXPERIMENT

**ALBERTO ROGÉLIO ORIOLI**

Mestre em Ensino de Ciências. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências –  
Universidade Estadual de Goiás / *Campus*-Anápolis CET.  
alberto.orioli@icloud.com

**CLÁUDIO MAGALHÃES DE ALMEIDA**

Doutor em Geologia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências –  
Universidade Estadual de Goiás / *Campus*-Anápolis CET.  
almeidacm@icloud.com

**JOÃO ROBERTO RESENDE FERREIRA**

Doutor em Educação. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências –  
Universidade Estadual de Goiás / *Campus*-Anápolis CET.  
joaorob-ferreira@oul.com.br

**Resumo:** Este artigo apresenta uma síntese do desenvolvimento e reflexões de um experimento didático-formativo que busca aproximar os estudantes/licenciandos em ensino de ciências/biologia dos elementos científicos que compõem o conceito de evolução biológica, sob a perspectiva teórico-pedagógica das relações que se estabelecem entre os processos de ensinar e aprender com base na teoria histórico-cultural. Tal experimento se constitui em uma atividade de aprendizagem que compõe a pesquisa de mestrado desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás (PPEC/UEG), cujo objetivo foi investigar o conceito de evolução biológica na concepção dos estudantes dos cursos de formação inicial de professores de ciências/biologia. A biologia evolutiva se constitui num conteúdo teórico-científico que explica com coerência e clareza os princípios biológicos, a origem, diversidade e adaptação dos seres vivos. Propõe-se que, através de um bom embasamento teórico e de sugestões feitas a partir de pesquisas no campo educacional, o conceito de evolução biológica seja mediado como elemento integrador do ensino de ciências/biologia em um contexto sócio-histórico. A atividade de aprendizagem efetivou-se em ações mediadas em projeto piloto no PPEC, minicurso para licenciandos em ciências, e apresentação em feira de ciências de uma escola pública municipal, no ano de 2014. As análises das ações apontam a complexidade de superar uma corrente pragmática e utilitarista que fundamenta as bases do ensino de ciências/biologia, tanto no ensino fundamental quanto na educação superior. Há prejuízo na compreensão do conceito de evolução, acarretando limitações no seu entendimento. Predomina a visão teleológica da natureza, a não integração dos conhecimentos relacionados à aleatoriedade da variabilidade genética e a convicção de um desígnio especial da natureza humana. Observa-se visão reducionista dos conceitos científicos, abordagem fragmentada da biologia, distorções conceituais, visão teleológica e antropocêntrica. Assim, promover a formação inicial e contínua, rever a prática pedagógica, reorganizar o ensino tradicional de Evolução Biológica em um currículo de caráter crítico-transformador, incentivar a pesquisa em ensino e aprendizagem da biologia evolutiva, estimular estudos a respeito da história e filosofia da ciência e do desenvolvimento do pensamento biológico são atitudes que contribuirão para o ensino desenvolvimental e a internalização dos processos evolutivos.

**Palavras-chave:** Evolução biológica. Ensino de ciências. Formação de professores. Experimento didático-formativo.

**Abstract:** This article presents a synthesis of the development and reflections of a didactic-formative experiment that seeks to bring the students/graduates in science/biology teaching from the scientific elements that make up the concept of biological evolution, from the theoretical-pedagogical perspective of the relations established

between the processes of teaching and learning based on historical-cultural theory. This experiment constitutes a learning activity that composes the master's research developed in the Post-Graduate Program in Science Teaching of the State University of Goiás (PPEC / UEG), whose objective was to investigate the concept of biological evolution in students' conception of the initial training courses for science/biology teachers. Evolutionary biology is a theoretical-scientific content that explains coherently and clearly the biological principles, the origin, diversity and adaptation of living beings. It is proposed that, through a good theoretical foundation and suggestions made from research in the educational field, the concept of biological evolution be mediated as an integrating element of science/biology teaching in a socio-historical context. The learning activity took place in actions mediated in a pilot project in the PPEC, mini-course for major in sciences, and presentation in science fair of a municipal public school, in the year 2014. The analyzes of the actions point out the complexity of overcoming a chain pragmatic and utilitarian basis for the teaching of science/biology in both elementary and higher education. There is damage in understanding the concept of evolution, leading to limitations in your understanding. The teleological view of nature prevails, the non-integration of knowledge related to the randomness of genetic variability and the conviction of a special design of human nature predominates. We see a reductionist view of scientific concepts, fragmented approach to biology, conceptual distortions, teleological and anthropocentric view. Thus, to promote initial and continuing education, to review pedagogical practice, to reorganize traditional teaching of biological evolution into a critical-transformative curriculum, to encourage research in teaching and learning in evolutionary biology, to stimulate studies on the history and philosophy of science and the development of biological thinking are attitudes that will contribute to developmental teaching and the internalization of evolutionary processes.

**Keywords:** Biological evolution. Science teaching. Teacher training. Didactic-formative experiment.

## Introdução

O ensino da biologia evolutiva é o “eixo transversal que percorre todas as áreas das Ciências Biológicas, atingindo inclusive alguns segmentos das ciências exatas e humanidades”, pois “não só explica a diversidade da vida como também proporciona uma excelente oportunidade para análises e reflexões que desenvolvem o espírito crítico daqueles que a estudam” (TIDON; VIEIRA, 2009, p.1).

A teoria da evolução biológica por meio da seleção natural é unificadora da biologia (FUTUYMA, 2002): ocupa posição central nas ciências biológicas (MEYER; EL-HANI, 2005), pois propõe explicar como o mundo vivo se organiza. Originalmente proposta em conjunto por Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913), na Inglaterra do século XIX, tal proposta evolutiva mudou o pensamento científico a respeito do mundo vivo. Abalou conceitos há séculos estabelecidos e tidos como inquestionáveis ao afastar a necessidade da existência de um criador especial para a origem e o desenvolvimento das incontáveis formas de vida existentes na Terra, incluindo a espécie humana.

Nesse sentido, entende-se que a biologia é uma ciência evolutiva e a percepção efetivada a respeito dos fundamentos evolutivos transpassa sua zona de conhecimento biológico, exigindo também um pensar disciplinar histórico, geográfico, geológico e psicológico (MOURA; SILVA-SANTANA, 2012).

A compreensão científica da formação e do funcionamento dos sistemas biológicos é feita a partir dos fundamentos evolutivos, como tão bem expressou Dobzhansky (1973) ao

publicar um artigo com o título *Nothing in biology makes sense except in the light of evolution* [Nada na biologia faz sentido exceto à luz da evolução], e Mayr (2006, p. 105), quando complementa, “posso modificar isto dizendo... à luz da evolução darwiniana”.

Tidon e Lewontin (2004) consideram que a evolução é um tema essencial, pois amplia as perspectivas de entendimento dos fenômenos naturais e da própria natureza da ciência; no entanto, afirmam que pesquisas em diferentes partes do mundo mostram de forma consistente que os resultados do processo de ensino-aprendizagem das teorias evolutivas geralmente não são positivos.

Examinando aspectos do ensino da biologia evolutiva em Brasília (DF), os referidos autores apontam algumas dificuldades relatadas por professores do ensino médio, tais como a falta de preparo para ensinar evolução; a falta de material didático; a falta de tempo para esse conteúdo no currículo; e os conceitos alternativos prévios dos alunos e dos próprios professores, uma vez que parte deles expressa equívocos biológicos como a ideia da adaptação ativa, frequentemente associada a um ideal de progresso.

Em outra publicação sobre o ensino da evolução biológica, Tidon e Vieira (2009) se referem ao artigo supracitado. Considerando as dificuldades dos professores que trabalham conteúdos de evolução biológica no ensino médio em Brasília (DF), afirmam:

Quando indagados sobre padrões e processos evolutivos, quase a metade dos professores entrevistados demonstrou concepções lamarckistas, ao afirmar que a evolução biológica é direcional, progressista, e que ocorre em indivíduos (ao invés de populações). Essas concepções equivocadas, que simplificam a complexidade da natureza, são muito difundidas em várias partes do mundo, provavelmente porque elas parecem lógicas e fáceis de compreender (TIDON; VIEIRA, 2009, p. 1).

A tendência ao aperfeiçoamento é uma lógica presente na mente humana e, portanto, no cotidiano das pessoas que, em geral, buscam progredir em diversos aspectos da vida pessoal e assim percebem também a natureza, como se nela houvesse a intenção de estar sempre em direção a causas finais, rumo à eficiência pré-determinada que nenhuma evolução darwiniana possui.

Sob essa perspectiva, podemos entender a dificuldade de se superar o pensamento relativo ao conhecimento cotidiano a respeito do processo evolutivo quando se consideram argumentos teleológicos e/ou do desígnio divino para explicar a evolução biológica. Tal subjetividade, parcial, acrítica, impregnada de valores pré-concebidos, irreflexiva, restringe o desenvolvimento do pensamento concreto e compromete o processo de construção mental do conhecimento científico, como a reprodução teórica da realidade e, conseqüentemente, a capacidade de enfrentamento de modo competente e científico às questões biológicas atuais e

futuras.

Destacamos, portanto, a importância fundamental de que os docentes de ciências/biologia se sensibilizem com esse fato e atribuam às suas aulas tempo e material suficientes para considerações teórico-científicas acerca da origem e evolução da vida em geral e, especificamente, da espécie humana como sendo produto da natureza e, como tal, submetida às mesmas leis que a governam.

Concordamos com Carneiro (2004) e Goedert (2004), quando as autoras consideram imperativo no ensino da evolução biológica definir com clareza os conceitos científicos, contrapondo-os às concepções cotidianas – conceitos espontâneos –, cuidando para que os termos complexos, tais como *adaptação*, *seleção natural* ou mesmo *evolução*, sejam devidamente esclarecidos, “pois, caso não haja uma compreensão mais profunda e clara dos conceitos evolutivos, pode-se estar favorecendo a formação de ideias distorcidas que tendem a ficar enraizadas e permanentes” (CARNEIRO, 2004, p. 64), comprometendo toda a compreensão sobre esse tema, como, por exemplo, a visão ainda fortemente presente na mente dos estudantes da tendência à perfeição dos seres vivos.

Entendo que a Evolução Biológica, por ser um tema gerador de controvérsias e por deter um caráter fundamental no conhecimento biológico, requer que o seu ensino seja contemplado de maneira clara e integrada durante a formação inicial de professores de Biologia, a fim de minimizar possíveis distorções e dificuldades no entendimento desse tema. Esse aspecto, possivelmente contribuiria para que os professores egressos apresentassem uma maior compreensão dos conteúdos relacionados à Evolução Biológica, bem como se sentissem mais preparados para lidar com situações controversas envolvendo o seu ensino (GOEDERT, 2004, p. 59).

Um dos méritos atribuídos a Darwin é o de propor uma elegante explicação para o processo de evolução biológica com sólida estrutura conceitual. Conhecida como darwinismo, essa teoria é fundamentada nos princípios cientificamente aceitos da variação e da seleção natural, propondo que o principal mecanismo da evolução é o da seleção natural das variações hereditárias (FUTUYMA, 1993).

O conceito de evolução darwiniana considera que em todas as gerações de todas as populações ocorrem grande quantidade de modificações geradas pela imensa produção de variações genéticas e que, pela ação da seleção natural, apenas uma pequena parcela de indivíduos variantes sobrevivem, os quais são responsáveis pela descendência das próximas gerações que, gradualmente, vão se modificando.

A seleção natural encarrega-se de fazer com que certas características de uma população casualmente variada sejam favorecidas, tendo como consequência, ao longo do tempo e por meio dos processos reprodutivos, mudanças na população toda. Esse pensamento

levou Darwin a explicar a evolução biológica como a “descendência com modificação” e a afirmar que a natureza é capaz, por consequência, de produzir novas espécies.

Em mesmo sentido, Futuyma (2002, p. 9) considera que “a Evolução é a descendência, com modificações, de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns”, e que, portanto, “a evolução biológica consiste nas mudanças das características hereditárias de grupos de organismos ao longo das gerações”. Mayr (2009, p. 326) sintetiza, definindo evolução como “processo gradual, por meio do qual o mundo orgânico vai se desenvolvendo desde a origem da vida”.

No entanto, alguns fundamentos evolutivos têm sido frequentemente mal interpretados, quando, por exemplo, não se distingue “evolução biológica” da “teoria evolucionista”, ou quando “evolução” é igualada a “progresso”. Abreu (2007) salienta que sem abordar convenientemente a evolução, é impossível um professor fazer compreender parte substancial dos fenômenos da vida.

Daí a importância de se fazer uma nítida distinção entre a aceitação do processo da evolução e a adoção de uma particular teoria explicativa do seu mecanismo. Isso é decisivamente necessário, na medida em que, a partir do século XVIII, nos deparamos com numerosas tentativas de explicações da evolução biológica, desde os tempos de Lamarck e Darwin até a síntese evolucionista<sup>1</sup>.

Cabe, aqui, distinguir *evolução biológica* da *teoria da evolução biológica*, pois a não distinção clara destes termos reside em um ponto inicial de dificuldade de compreensão do tema evolução biológica.

Aceitar algo como fato significa admitir sua existência a despeito do que sabemos ou compreendemos (GOULD, 2001; FUTUYMA, 2002; GOEDERT, 2004). Do ponto de vista da biologia contemporânea, a ocorrência do processo de evolução biológica é um evento natural e, portanto, um fato, assim como fato é que a Terra é redonda, e gira sobre si mesma e ao redor do Sol.

Por outro lado, a teoria da evolução biológica por meio da seleção natural não é um fato, é uma teoria. Em ciência, teoria “é uma hipótese que foi confirmada ou estabelecida por observação ou por experimentação e é proposta ou aceita como justificativa dos fatos conhecidos” (FUTUYMA, 2002, p. 66). Assim, como todas as teorias, a seu respeito cabem especulações e pode se mostrar vulnerável à rejeição parcial ou total caso seja falseada.

---

<sup>1</sup> Na década de 1940, designou-se síntese evolucionista a combinação da percepção da imensa possibilidade da ocorrência de variação genética nas populações naturais com a crescente aceitação da seleção natural.

Não obstante, a consolidação, nas licenciaturas, de uma concepção de formação docente prática-utilitária, no entendimento de que a competência do professor se resume a um “conjunto de capacidades que lhe permitem resolver rapidamente problemas imediatos do cotidiano escolar” (ROSA; SYLVIO, 2016, p. 420), impõe severa dificuldade de formação teórica, fato que “quase sempre, leva os professores à repetição de modelos e à dependência de propostas e projetos educacionais construídos por outros, já que não possuem elementos para compreender os fundamentos de seu processo de trabalho” (*ibidem*, p. 421).

A contradição aqui está no fato de que tais imposições buscam atender as demandas sociais atuais centradas no que Saviani (2013) denomina neotecnicismo: na perspectiva da lógica mercantil e do capital, associada a políticas educacionais vinculadas aos organismos internacionais que visam quantificar e qualificar o produto do trabalho educativo, posto que este deve ser fundamentado na humanização dos indivíduos.

Nessa direção, discorrendo a respeito da autonomia docente entendida como qualidade educativa (e não meramente profissional), Contreras (2002) admite o conceito de “profissionalidade docente” (e não de profissionalismo) no sentido de que a autonomia docente, a partir da formação intelectual crítica, ascenda à emancipação. Emancipação intrínseca à personalidade do professor que, enquanto portador de independência intelectual e política, é capaz de superar e questionar criticamente as concepções de ensino, das demandas sociais e do trabalho.

Segundo esse autor, o modelo pedagógico em curso está intimamente associado aos princípios positivistas contrapondo-se à dialética, uma vez que a formação atual do professor ocorre a partir de pressupostos da racionalidade técnica e especializada, e da prática profissional reflexiva desprovida de orientação ou dirigida segundo valores e princípios vigentes na sociedade na qual predominam a alienação, o individualismo e os valores econômicos do mercado, não possibilitando aos sujeitos a conquista da própria autonomia intelectual.

De fato, é frequente nas aulas de ciências, professores em postura dogmática, rígida, *a*problemática e *a*histórica da ciência. Não consideram as dificuldades encontradas no percurso do trabalho do cientista, suas limitações e as referentes ao conhecimento científico do tempo presente, a origem do questionamento, e o contexto histórico, político, social e cultural em que o pesquisador está inserido. Essa é a visão exclusivamente analítica, limitada e deformada da ciência, que não considera a unificação dos conhecimentos prévios e como foram construídos, ignorando o trabalho em equipe e corporativo. É a visão ingênua e romântica do pesquisador enquanto mito, que trabalha sem hesitações ou erros,

proporcionando a imagem descontextualizada de uma ciência socialmente neutra. Desconsidera-se, desse modo, que o conhecimento desenvolvido e assimilado a partir de um contexto histórico-cultural tem relevância significativa nas descobertas científicas.

O progresso nas Ciências Biológicas não se caracteriza tanto pelas descobertas individuais, por importantes que sejam, ou pelas proposições de teorias novas, mas muito mais pelo gradual e decisivo desenvolvimento de novos conceitos, e pelo abandono dos que antes eram dominantes. Na maioria dos casos, o desenvolvimento dos conceitos novos mais importantes não foi devido a descobertas individuais, mas muito mais à integração nova de fatos anteriormente estabelecidos. A teoria darwiniana da descendência com modificações, por meio da seleção natural, representa boa ilustração desse princípio (MAYR, 1998, p. 954-55).

Nesse sentido, o professor, a partir do referencial da pedagogia histórico-crítica, munindo-se dos conhecimentos da história, filosofia e sociologia da ciência, pode contribuir para a superação de um ensino de ciências prático-utilitário, desmistificando a visão mágica de como os cientistas atuam na construção do conhecimento ao incorporar a essa construção, caracterizada por situações de fracassos e de sucessos, os complexos valores de natureza social, histórica, cultural, inerentes às relações humanas (QUEIRÓS *et al.*, 2013).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 36) destacam que no processo educativo “busca-se que o aluno compreenda as ciências e as tecnologias como um conjunto de conhecimentos produzidos coletivamente pela humanidade”.

O próprio Charles Darwin, no “*Esboço histórico*” (DARWIN, 1859:2014, p. 17-27), considera diversos autores e produções científicas que o antecederam nas opiniões referentes à origem das espécies. Diz ele:

Devo acrescentar que, dentre os trinta e quatro autores mencionados neste esboço histórico, que admitem a modificação das espécies, ou pelo menos descreem de atos isolados da criação, vinte e sete escreveram artigos sobre história natural e geologia (*Ibidem*, p. 26).

Entre tais autores, Darwin cita Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), Lamarck (1744-1829), conde de Buffon (1707-1788), seu avô, Erasmus Darwin (1731-1802), Goethe (1749-1832), Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844) e Wallace (1823-1913), evidenciando sua compreensão crítica da natureza da ciência enquanto construção histórico-social.

Em vista disso,

o ensino de Ciências deve se voltar para a formação de um indivíduo crítico que saiba assumir os seus deveres, cobrar os seus direitos, intervir de forma consciente nas decisões políticas dentro de uma sociedade, entendendo que as relações sociais, inclusive o conhecimento científico, são uma construção histórico-social. Assim, é necessário que esse indivíduo se reconheça parte desta história e que ele é mais do que um simples objeto alienado no sistema capitalista, mas que pode expressar uma

força capaz de mudar essas relações, com o intuito de buscar a sua humanização (QUEIRÓS *et al.*, 2013, p. 31-32).

Verifica-se, assim, que fatores externos, como influências socioculturais, políticas, ideológicas ou religiosas, interferem nas atividades científicas, bem como nos processos de ensino e aprendizagem. Nessa direção, se entende também como “as descobertas e as teorias do biologista estão quase sempre em conflito com os valores tradicionais da nossa sociedade” (MAYR, 1998, p. 99), dada as atividades científicas, enquanto prática humana, não estarem dissociadas de tais valores.

No sentido de ampliar a visão do professor de ciências/biologia sobre a própria prática, destacamos que os objetivos principais do experimento didático-formativo sobre evolução biológica aqui apresentado, mediado em minicurso, são: (1) identificar as principais evidências da evolução biológica, *reconhecendo-a como um evento natural* e, a partir daí, como o conceito central da biologia; e (2) compreender os fundamentos da biologia evolutiva nos seus princípios, *entendendo-a como a teoria unificadora* da biologia, devendo, portanto, transpassar a educação básica, assim como os cursos de formação inicial e continuada em ciências/biologia.

Posto isso, reforçamos a necessidade de que o docente reveja sua prática pedagógica, integrando a didática específica do conteúdo com a didática geral dos processos de ensino e aprendizagem através de formação teórico-científica contínua, tendo clareza em distinguir as proposições científicas das não científicas. Dessa forma, ao considerarmos a formação de professores, concordamos com Rosa e Sylvio (2016) quando afirmam que

“ensinar a ensinar” não pode ser considerada uma tarefa menor dentro da universidade, tanto na graduação quanto na pós-graduação é preciso que formadores e futuros professores desenvolvam plenamente o conhecimento sobre o ensino e a aprendizagem para que se possa transformar a educação brasileira. Trata-se, portanto, de um conhecimento que deve ser apropriado no processo de formação inicial dos professores, mas que precisará ser desenvolvido em processos de formação continuada, conforme esses professores se tornam mais experientes no ensino escolar e também pela pesquisa, no campo da Didática (ROSA; SYLVIO, 2016, p. 420).

A ação do professor deve ser intencional: considerar os motivos dos alunos e ter clareza das mudanças que deseja promover na mente destes ao encaminhar a formação do pensamento teórico-conceitual do conteúdo abordado de modo contextualizado e, assim, “desenvolver uma nova perspectiva: a de observar sua realidade, compreendê-la e, o que é muito importante, enxergar possibilidades de mudança” (BRASIL, 2006, p. 35).

Para isso, o profissional docente deve ser capaz de transformar o saber científico

em conteúdos formativos, isto é, fazer a transposição didática dos conteúdos de aprendizagem em procedimentos lógicos de pensamento, isto é, colocar os alunos em uma sequência ativa de operações mentais para que possam operar com conceitos. Nesse sentido, entendemos que no processo formal de educação a ação didática deve ocorrer nas escolas.

Escola e ensino existem para promover e ampliar o desenvolvimento mental e a formação da personalidade. Formar capacidades cognitivas é formar o pensamento teórico-científico por meio de abstrações e generalizações, que levam às categorias e aos conceitos, que são procedimentos mentais para nos relacionarmos com o mundo. Desse modo, a atividade pedagógica somente é pedagógica se ela mobiliza as ações mentais dos sujeitos, visando a ampliação de suas capacidades cognitivas e a formação de sua personalidade global. (...) [Aprender] é formar ações mentais ou novos usos de uma ação mental, o que requer, por parte dos alunos, uma atividade reflexiva, e, dos professores, a mediação didática, precisamente a intervenção intencional nos processos mentais do aluno (LIBÂNEO; FREITAS, 2009, p. 6).

Frente a isso, destacamos a importância da atividade escolar no sentido de impulsionar o desenvolvimento mental. Ao discorrer sobre o papel da aprendizagem no desenvolvimento, Vigotski (1995, 2001, 2007) afirma que a aprendizagem só é boa quando está à frente do desenvolvimento e o conduz; isto é, a boa aprendizagem antecede e impulsiona o desenvolvimento da personalidade e da consciência.

Nesse sentido, considerando ainda que o aprendizado escolar “está voltado para a assimilação de fundamentos do conhecimento científico” (VIGOTSKI, 2007, p. 94), é inconcebível pensar em uma sociedade sem escola. Mas não é qualquer escola. Não é qualquer ensino. Busca-se contribuir com a melhor forma de organizar o ensino escolar, visto a importância da apropriação dos saberes historicamente sistematizados que impulsionam o desenvolvimento e ampliam a capacidade de pensamento, favorecendo outras aprendizagens.

### **Experimento didático-formativo**

A partir do pressuposto de que para lidar com a diversidade de fenômenos biológicos e ambientais do tempo presente é imperativo o desenvolvimento do pensamento teórico evolutivo, desenvolvemos, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás (PPEC/UEG), um experimento didático-formativo que busca aproximar os estudantes/licenciandos em ensino de ciências dos elementos que compõem o conceito científico de evolução biológica.

Tal experimento se constitui em uma atividade de aprendizagem mediada no minicurso *A Paleontologia como Ferramenta na Prática Pedagógica*, constante do I

*Encontro de Licenciaturas da UnUCET*<sup>2</sup> (ELU) da UEG, no ano de 2014, realizado na cidade de Anápolis, Goiás (Figura 1(a)).

Criado como uma das ações do Laboratório Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências (LIPEC), com o tema *Licenciatura em foco: desafios e possibilidades*, o Encontro teve o objetivo de promover a integração dos cursos de licenciatura com discussões que permeiam a universidade, as licenciaturas e a educação básica, tendo como foco discussões relacionadas à formação de professores e ao ensino de ciências, fortalecendo o trabalho interdisciplinar entre os cursos oferecidos pela universidade<sup>3</sup>.

A mesma atividade de aprendizagem teve sua estrutura didática-pedagógica transcrita e adaptada cientificamente para alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental II para ser apresentada na *I Feira de Ciência e Tecnologia da Escola Municipal José Botelho Pessoa*, na cidade de Senador Canedo, Goiás (Figura 1(b)), uma semana após o ELU. A Feira de Ciência se deu como proposta de atividade avaliativa da disciplina *Ciência para o Ensino Fundamental*, do PPEC/UEG, idealizada, organizada e realizada pelos mestrandos que a estavam cursando<sup>4</sup>.



(a)



(b)

**Figura 1** – (a) minicurso *A Paleontologia como Ferramenta na Prática Pedagógica*, no I Encontro de Licenciaturas da UnUCET (ELU) da UEG, Anápolis, Goiás; (b) *I Feira de Ciência e Tecnologia da Escola Municipal José Botelho Pessoa*, na cidade de Senador Canedo, Goiás.

**Fonte:** autores, 2014.

Concordamos com Souza e Prestes (2012; 2015) quando consideram que a história da ciência constitui estratégias de motivação e facilitação para o ensino e a aprendizagem de

<sup>2</sup> Atualmente, a UnUCET é denominada CCET - Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas.

<sup>3</sup> [http://www.ueg.br/noticia/19336\\_encontro\\_promove\\_a\\_integracao\\_entre\\_cursos\\_de\\_licenciatura](http://www.ueg.br/noticia/19336_encontro_promove_a_integracao_entre_cursos_de_licenciatura)

<sup>4</sup> Mestrandos Alberto Rogélio Orioli, Eliane Pereira dos Santos e Mariana Araguaia de Castro Sá Lima, sob a supervisão do Prof. Dr. Clodoaldo Valverde, titular da disciplina e do Prof. Dr. Cláudio Magalhães de Almeida, orientador de Alberto Rogélio Orioli.

ciências e da biologia. Nesse sentido, como metodologia, nos pautamos no referencial sócio-histórico-científico a partir de um importante episódio da viagem que Darwin teve a oportunidade de fazer ao redor do mundo a bordo do navio *H. M. S. Beagle*<sup>5</sup>, nos anos de 1831 a 1836. Tal fato histórico relacionado à Darwin e à construção do pensamento evolutivo, associado a outros, culminou no desenvolvimento da representação mental do conceito de seleção natural, conceito nuclear da evolução darwiniana.

No planejamento do experimento didático-formativo, que consiste em ações teórica e prática com os participantes, partimos do pressuposto de que os licenciandos, por se inscreverem no minicurso, e os alunos do ensino fundamental II, por estarem presentes espontaneamente na Feira de Ciências no contraturno, possuem razões, desejos, objetivos e condição afetiva para se envolverem cognitivamente na atividade de aprendizagem (DAVIDOV, 1988), consideramos os demais princípios da teoria histórico-cultural: mediação didática, mediação cognitiva e práticas sociais.

Nesse contexto, no sentido de ampliar o desenvolvimento das capacidades cognitivas dos participantes, levamos em conta as suas concepções prévias correlatas ao tema, as possibilidades de aproximação às zonas de desenvolvimento próximo<sup>6</sup>, as interações sociais colaborativas, o percurso histórico-contextual e os métodos de investigação no desenvolvimento do pensamento evolutivo, o desenvolvimento de operações mentais e consequente reprodução teórica do processo evolutivo.

Objetivamos, igualmente, a promoção dos processos de abstração, generalização, e desenvolvimento cognitivo dos conceitos nucleares e princípios que fundamentam a teoria biológica da evolução por meio da seleção natural, quais sejam: variabilidade genética de uma população, seleção natural, competição intraespecífica, sobrevivência, alterações nas frequências dos genótipos e fenótipos em uma população, e adaptação populacional.

Consideramos também a convicção de Cachapuz (2012, p. 13), fruto de suas experiências e reflexões profissionais (e pessoal) da educação em ciências, quando se refere ao “laço estreito entre o exercício da cidadania participativa e o progresso do conhecimento científico”. Ao justificar o porquê de o ensino das ciências ser importante, afirma: “a ciência

---

<sup>5</sup> *Her/His Majesty's Ship*, Navio de Sua Majestade.

<sup>6</sup> Vigotski explica o conceito de zona de desenvolvimento próximo: “Para elaborar as dimensões do aprendizado escolar, descreveremos um conceito novo e de excepcional importância, sem o qual esse assunto não pode ser resolvido: a zona de desenvolvimento próximo (...) define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de amadurecimento, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário (...) aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que a criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã” (VIGOTSKI, 2007, p. 97-98).

(...) necessita de liberdade e pensamento crítico, precisamente duas condições necessárias para as sociedades democráticas” (*ibidem*).

Antes de efetuarmos o experimento didático-formativo no minicurso, realizamos, como projeto piloto, a ação mediada com o professor titular e dois alunos da disciplina *Ciência para o Ensino Fundamental*, do PPEC/UEG. Cabe notar que apenas um mestrando pertence à área das Ciências Biológicas, o outro, da Matemática e o professor é da área das Ciências Físicas. Os procedimentos e resultados obtidos nesse projeto piloto nos permitiram avançar com segurança para a ação mediada no minicurso com os licenciandos em ciências.

### **Ação mediada**

A ação mediada teve início com uma conversa informal com os participantes a fim de reconhecer seus conhecimentos prévios a respeito de como os seres vivos em geral estão adaptados aos ambientes em que vivem. Abordam-se questionamentos de como se dá essa adaptação e por que só se encontram, por exemplo, leões no continente africano, tartarugas gigantes no arquipélago de Galápagos, cangurus na Austrália e lobos-guará no Cerrado. As diferenças intraespecíficas também são abordadas no sentido de se identificar cientificamente suas origens. Neste momento, inevitavelmente, prevalece o conhecimento cotidiano dos participantes, fruto da percepção sincrética, com os equívocos conceituais e históricos de que os seres vivos progredem em direção a maior complexidade e perfeição, num processo teleológico e de adaptação ativa.

Os estudantes em geral desconsideram os conhecimentos acadêmicos relacionados à genética e à biologia molecular e celular; que as variações (e novidades) nas características dos organismos de uma população surgem por meio de mutações<sup>7</sup>, resultando em mudanças na estrutura das moléculas de DNA que afetam aquelas características. Tais variações são submetidas à recombinação gênica (*crossing-over*) e ao pareamento e separação dos cromossomos homólogos, eventos que ocorrem fortuitamente no processo de meiose durante a produção de gametas nos animais e de esporos nas plantas<sup>8</sup>, amplificando suas expressões.

---

<sup>7</sup> Mutações são processos de alterações na estrutura dos genes. As mutações são aleatórias posto que dependem de ocorrências imprevisíveis quanto a vantagens ou prejuízos, isto é, “sem levar em conta suas possíveis consequências na sobrevivência ou na reprodução dos organismos” (FUTUYMA, 2002, p. 9).

<sup>8</sup> Para se ter uma ideia da imensa variabilidade genética produzida na natureza, considere *apenas* o número de possibilidades de pareamento e separação dos cromossomos homólogos na espécie humana, sem a ocorrência de *crossing-over*: com 23 pares de cromossomos, há  $2^{23} = 8.388.608$  maneiras diferentes de combinações gênicas para cada gameta produzido por uma pessoa. A fecundação acontece quando há o encontro de 2 gametas distintos, portanto a probabilidade de indivíduos, filhos dos mesmos pais, serem geneticamente

A reprodução sexuada e o fluxo gênico entre populações também contribuem para o aumento da variabilidade das características genéticas dos seres vivos.

É importante ressaltar que a variabilidade genética envolve processos estritamente casuais, e que o amplo conjunto genético de variações individuais presentes nas populações está sujeito à seleção natural. Esta, que não é aleatória nem provoca mutações ou recombinações, permite (ou não), entre as combinações disponíveis, chance maior de sobrevivência e reprodução dos indivíduos mais bem-adaptados ao ambiente em que vivem. Mayr (2005, p. 47) enfatiza que a seleção natural é, antes de tudo, um processo de eliminação – “são os indivíduos menos adaptados os primeiros a ser eliminados a cada geração”<sup>9</sup>.

Na medida em que nos aproximamos da zona de desenvolvimento próximo dos participantes, com as abstrações e generalizações desenvolvidas na discussão, introduzimos a ideia de que a evolução biológica envolve processos de modificações e de transformações e, como o mundo não é estático, assim como todos os seres vivos estão constantemente submetidos aos processos de mudanças, tem-se que a evolução biológica é um evento natural, não uma teoria. Nesse momento, se mostra evidente que os participantes, atentos, reconhecem as inter-relações do conteúdo teórico-científico aprendido, mas que até então não os integravam à natureza do processo evolutivo.

Segue-se a apresentação com *slides* da historicidade do desenvolvimento do pensamento evolutivo, seus principais colaboradores e da viagem de Darwin, a qual culminou no desenvolvimento dos princípios conceituais da teoria da evolução biológica: variabilidade, seleção natural e adaptação.

Com o conceito de evolução internalizado e ampliado cognitivamente pelos estudantes, inicia-se a atividade prática. Tomamos como base para essa atividade o artigo *Os Tentilhões de Galápagos: o que Darwin não viu, mas os Grants viram*, de Mori *et al.* (2006), do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da

---

idênticos é  $8.388.608^2 = 70.368.744.177.664$ .

<sup>9</sup> Darwin explica a seleção natural: “(...) quantas e quão variadas diversidades de estrutura devem ser usadas por cada ser em condições alteradas de vida. Podemos considerar improvável, uma vez que já ocorreram variações úteis ao homem, que outras variações de alguma forma úteis a cada ser na grande e complexa luta pela vida venham a ocorrer no curso de várias gerações sucessivas? Se isso acontecer, podemos duvidar (lembrando que nasce um número maior de indivíduos do que aqueles que sobrevivem) que os indivíduos com alguma vantagem sobre outros, mesmo pequena, teriam a melhor chance de sobreviver e de procriar? Por outro lado, podemos estar certos de que qualquer variação, por menos prejudicial que seja, seria destruída por completo. A essa preservação das diferenças individuais favoráveis e das variações e à destruição daquelas que são prejudiciais dei o nome de Seleção Natural ou Sobrevivência dos Mais Aptos. As variações que não são nem úteis nem prejudiciais não seriam afetadas pela seleção natural e seriam deixadas como um elemento flutuante (...) ou então terminariam por se tornar fixas, pela natureza do organismo e pela natureza das condições” (DARWIN, 1859:2014, p. 110).

Universidade de São Paulo (USP), o qual descreve uma ação didática de simulação do processo de seleção natural em aves em um determinado ambiente. Segundo as autoras, “trata-se de uma atividade que pode ser aplicada no ensino médio ou em cursos de graduação em Ciências Biológicas” (MORI *et al.*, 2006, p.1). Note-se, contudo, que ampliamos a abrangência didático-pedagógica do nosso experimento: do ensino fundamental II às licenciaturas.

No sentido de compreender que o ambiente determina as direções da seleção (e não o surgimento das características adaptativas), as autoras desenvolveram uma situação que “simula o que ocorre na natureza em relação à disponibilidade de recursos alimentares e as características morfológicas que possibilitam a utilização destes recursos” (*ibidem*). Essa atividade permite que os participantes compreendam como a seleção natural atua sobre uma população. Elas explicam:

O clima de Galápagos flutua bastante, assim como a quantidade e a variedade dos frutos e sementes que são o alimento principal dos tentilhões, resultando na sobrevivência de diferentes fenótipos em diferentes condições (...). O objetivo da discussão deste trabalho são os dados obtidos com a população de *Geospiza fortis* da ilha de Dafne Menor. Como o número de indivíduos nessa pequena ilha é reduzido, todos são capturados todos os anos, recebem anel com identificação individual e várias medidas morfológicas são tomadas. Entre as descobertas dos Grants, destacam-se três: 1) pequenas variações nas medidas do bico podem resultar na capacidade ou não de comer determinado tipo de semente; 2) aves com bicos menores gastam mais tempo manipulando sementes duras do que aves com bicos maiores, pois essa manipulação está diretamente correlacionada com a força do bico; 3) as dimensões dos bicos são herdadas (...) (MORI *et al.*, 2006, p.1).

Em nossa prática, utilizamos diversas pinças de tamanhos diferentes, as quais representam os bicos das aves (pinças de tirar sobancelha, pinças cirúrgicas, prendedores de roupa, pegadores de alimentos de tamanho médio e grande); e diversas sementes e frutos de tamanhos, texturas, formas e durezas diferentes (nozes, castanha de caju, grãos-de-milho, lentilha, feijão e arroz, uvas-passas), dispostas em bandejas, que representam a variedade e quantidade de alimentos disponíveis no ambiente (Figura 2).



**Figura 2** – Materiais utilizados na ação didática: pinças, frutos, sementes e bandejas.  
**Fonte:** autores, 2014.

A atividade tem início dispondo-se as bandejas contendo as sementes para os grupos de estudantes e distribuindo-se aleatoriamente uma pinça para cada participante, que deve coletar e manter separadas as sementes/frutos em tempo determinado (Figuras 3 e 4). A distribuição aleatória das pinças representa a situação natural de que os seres vivos nascem com determinadas características, neste caso, um determinado tipo de bico, não existindo a opção da escolha. Neste momento, entende-se a casualidade das variações genéticas, distanciando os participantes da visão teleológica da natureza.



**Figura 3** – Estudantes das licenciaturas em ação didática no minicurso *A Paleontologia como Ferramenta na Prática Pedagógica*, no I Encontro de Licenciaturas da UnUCET (ELU) da UEG.  
**Fonte:** autores, 2014.

Ao final do tempo verifica-se quais sementes/frutos sobram nas bandejas, quais são coletados e por quais pinças. Se o participante apresentar dificuldade em coletar sementes/frutos com a pinça que possui, ou coletar quantidade considerada ‘insuficiente para a sobrevivência’, ou ainda não conseguir pegar semente/fruto neste intervalo de tempo, compreende que tal situação representa a eliminação da ave pela incapacidade de obter alimento. Vivencia-se a pressão seletiva que o ambiente exerce sobre os seres vivos, que

“lutam pela vida” (DARWIN, 1859:2014, p. 110). É a ação da seleção natural.

A seguir, altera-se a disponibilidade de sementes/frutos nas bandejas, situação que simula as variações da oferta ambiental dos alimentos no tempo de uma estação do ano, um ano completo ou uma geração das aves, e inicia-se uma nova rodada. Novamente, a dificuldade em obter o alimento com a pinça disponibilizada, ou não obter alimento algum, retrata a impossibilidade de a ave se manter viva. É de se notar, também, que participantes que obtiveram sucesso no tempo anterior não necessariamente conseguem nesta variação – vivencia-se aqui a real situação da inexistência na natureza de fenótipo predestinadamente bem-sucedido para explorar o ambiente, mas sim daquele que é adaptado (ou não) ao meio no qual interage, bem como a falaciosa ideia a respeito de processos ativos de adaptação e teleológicos.



**Figura 4** – Estudantes do ensino fundamental II em ação didática na *I Feira de Ciência e Tecnologia da Escola Municipal José Botelho Pessoa*, na cidade de Senador Canedo, Goiás.

**Fonte:** autores, 2014.

### Considerações finais

A síntese e as reflexões sobre o ensino-aprendizagem do tema evolução biológica realizadas por meio de investigação experimental do processo de formação de conceitos científicos, desde o desenvolvimento do projeto inicial da atividade didática-formativa, sua continuidade através do projeto piloto, do minicurso mediado aos licenciandos no ELU até a apresentação na Feira de Ciências com sua estrutura devidamente transcrita e adaptada para os alunos do ensino fundamental II, foram relevantes e igualmente positivas. Pode-se afirmar que os participantes, de algum modo, vivenciam o processo de elaboração do conhecimento científico em seu percurso lógico-histórico, percebem as contradições entre os conceitos espontâneos e os conceitos científicos, estabelecem relações e, com suas dúvidas e incertezas,

buscam significados e interpretações que culminam na formação de conceitos científicos.

Evidenciamos que os princípios gerais do processo evolutivo são bem entendidos e internalizados pelos participantes da atividade, pois quando são vivenciados a apropriação do conhecimento é naturalmente favorecida, permite generalizações, ascensão do pensamento abstrato ao concreto e desenvolvimento do pensamento teórico, integrando-o ao nível de desenvolvimento real.

A participação nessa atividade é estimulante, requer atividade mental dos alunos que se sentem à vontade, motivados, ‘brincam’ bastante, dialogam, agem de modo colaborativo (e não competitivo), envolvem-se na solução de problemas, estabelecem relações, **experimentam**, constroem significados, contribuem para suas próprias aprendizagens e, ao final da atividade, a partir das mudanças nas suas capacidades de interpretação dos eventos apresentados, ficam com a prazerosa sensação de que realmente vivenciaram o processo evolutivo e a satisfação de terem participado de um episódio histórico-científico importante.

Entendemos, como evidenciado nas ações teórico-práticas do nosso estudo, que os princípios gerais do processo evolutivo por meio da seleção natural podem ser internalizados cognitivamente por alunos de diferentes níveis de escolaridade, do ensino fundamental ao superior, os quais demonstraram superar suas convicções empíricas, sentindo-se ativamente motivados à formalização dos conhecimentos teórico-científico-investigativo do conteúdo estudado, proposições fundamentais da educação escolar que se destina a impulsionar o desenvolvimento da personalidade humana: auto estima, consciência de si, consciência do outro, domínio da própria conduta, concepção do mundo.

Por tais motivos, defendemos que o ensino da evolução biológica esteja integrado às epistemologias das ciências, das ciências biológicas, bem como aos processos pedagógicos, beneficiando-se dos conhecimentos da história, filosofia e sociologia das ciências para a superação do pensamento sincrético que compromete a formação de conceitos teórico-científicos e das dificuldades de aprendizagem características de um ensino prático-utilitário.

No contexto de limitações na elaboração cognitiva dos componentes nucleares para o conceito de evolução biológica destacamos a relevância das formações inicial e continuada para o desenvolvimento de uma autonomia docente, no sentido de permitirem aos licenciandos/professores acesso aos avanços dos conhecimentos no campo da sua disciplina e no campo do ensino, tanto aos conteúdos quanto aos métodos.

Defendemos também que seja necessário combater criticamente toda e qualquer reforma educacional proposta pelos órgãos multilaterais do capitalismo que visam reduzir os níveis de consciências política e coletiva da classe trabalhadora, bem como responsabilizar

somente os professores pela má qualidade do ensino. Pois, por uma mudança essencial na educação, a solução deverá abarcar a totalidade das condições em que se dão as práticas educacionais nas atividades de ensinar e aprender os conhecimentos escolares, aqui especificamente, o pensar evolutivo, uma vez que a apropriação desse conhecimento promove o desenvolvimento intelectual necessário à investigação da ciência da natureza e da sociedade como um todo.

### Agradecimentos

O primeiro autor agradece ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás (PPEC-UEG), pela valorosa contribuição ao longo do processo de mestrado, e a à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pela Bolsa de Formação concedida para o desenvolvimento do projeto de pesquisa e dissertação.

### Referências

BRASIL. MEC/SEB. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**; ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: volume 2, 2006. 135p.

CACHAPUZ, A. F. Do ensino das ciências: seis ideias que aprendi. *In: O ensino das ciências como compromisso social*. Antônio Francisco Cachapuz, Anna Maria Pessoa de Carvalho, Daniel Gil-Pérez (orgs.). São Paulo: Cortez, 2012, 246 p.

CARNEIRO. A. P. N. **A Evolução Biológica aos Olhos de Professores Não-Licenciados**. 204. 137 p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002. 296 p.

DARWIN, C. **A Origem das Espécies**. Tradução Carlos Duarte e Anna Duarte. – 1. ed. – São Paulo: Martin Claret, 2014, 573 p.

DAVIDOV, V. V. **Problemas do Ensino Desenvolvimental**; a experiência da pesquisa teórica e experimental na psicologia. Tradução: José Carlos Libâneo e Raquel A. M. M. Freitas. Soviet Education, 1988.

DOBZHANSKY, T. G. N. in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. **The American Biology Teacher**, n. 35: 125-129, 1973.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. Tradução: Mário de Vivo e Fábio de Melo Sene. 2. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1993. 631 p.

\_\_\_\_\_. **Evolução, Ciência e Sociedade**. Tradução: Nicole S. Loghin-Grosso. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002. 73 p.

GASPARIN, J. L. **Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica**. 5. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2009. – (Coleção educação contemporânea)

GOEDERT, L. **A Formação do Professor de Biologia na UFSC e o Ensino da Evolução Biológica**. 2004. 191 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

GOULD, S. J. **Lance de Dados**; a ideia de evolução de Platão a Darwin. Tradução: Sergio Moraes Rego. Rio de Janeiro: Record, 2001. 332 p.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. M. A Elaboração de Planos de Ensino (ou de unidades Didáticas) Conforme a Teoria do Ensino Desenvolvimental. Texto digitado para uso didático na disciplina Didática e Ensino Desenvolvimental, no Programa de Pós-Graduação em Educação – Linha Teorias da Educação e Processos Pedagógicos. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2009.

MAYR, E. **O Desenvolvimento do Pensamento Biológico**; diversidade, evolução e herança. Tradução: Ivo Martinazzo. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998. 1107p.

\_\_\_\_\_. **Biologia, Ciência Única**; reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. Tradução: Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. 266 p.

\_\_\_\_\_. **Uma Ampla Discussão**; Charles Darwin e a gênese do pensamento moderno. Tradução: Antonio Carlos Bandouk. Ribeirão Preto: FUNPEC Editora, 2006. 195 p.

\_\_\_\_\_. **O que é a Evolução**. Tradução: Ronaldo Sergio de Biasi e Sergio Coutinho de Biasi. Rio de Janeiro: Rocco, 2009. 342 p.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução**: o sentido da biologia [online]. São Paulo: UNESP, 2005.

MORI, L.; MIYAKI, C. Y.; ARIAS, M. C. Os tentilhões de galápagos: o que Darwin não viu, mas os Grants viram. **Genética na Escola**, 2006, vol. 1, n. 1, p. 1-3.

MOURA, J. C. da S.; SILVA-SANTANA, C. de C. A Evolução Humana sob a Ótica do Professor do Ensino Médio. **Revista Metáfora Educacional**. n. 13, p.94-108, jul-dez 2012. Disponível em <<http://tinyurl.com/lx8unfp>> Acesso em 20 de maio de 2014.

QUEIRÓS, W. P.; JÚNIOR, A. F. N.; SOUZA, D. C. Possibilidades da Filosofia, História e Sociologia da Ciência para Superação de uma Concepção Prática-Utilitária da Educação Científica; caminhos a serem percorridos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência & Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 23-40, mai-ago 2013.

ROSA, S. V. L.; SYLVIO, M. C. de. Teoria Histórico-Cultural e Teoria do Ensino Desenvolvimental: bases para uma epistemologia psicológica-didática do ensino. **Educativa**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 419-448, maio/ago 2016.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica**: primeiras aproximações. 11. ed. rev – Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2013.

SOUZA, R. A. L.; PRESTES, M. E. B. História da Ciência no Ensino: uma análise de dissertações de Mestrado. *In: 13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*, 2012, São Paulo. Anais – 13º SNHCT. São Paulo: SBHC, 2012. p. 1-10.

\_\_\_\_\_. Motivação e emoção no ensino de biologia: análise de sequência didática sobre a viagem de Wallace ao Brasil. **Filosofia e História da Biologia**, v. 10, n. 2, p. 233-256, 2015.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching Evolutionary Biology. **Genetics and Molecular Biology**. v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O Ensino da Evolução Biológica; um desafio para o século XXI. **ComCiência**, Campinas, n.107, 2009. Disponível em <<http://tinyurl.com/nbfaptd>>. Acesso em 21 de abril de 2014.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. Trad. Jeferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 5ª reimpressão, 1995.

\_\_\_\_\_. **A construção do pensamento e da linguagem**. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

\_\_\_\_\_. **A Formação Social da Mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.