

## **Evolução biológica: percepções de professores de biologia**

**Luciane Carvalho Oleques<sup>1</sup>, Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos<sup>1</sup> e Noemi Boer<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. <sup>2</sup>Centro Universitário Franciscano, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mails: [loleques@gmail.com](mailto:loleques@gmail.com), [marliselbs@gmail.com](mailto:marliselbs@gmail.com), [nboer@terra.com.br](mailto:nboer@terra.com.br).

**Resumo:** Considerando a importância da evolução para a biologia e seu ensino, o presente artigo relata as concepções sobre evolução biológica de 20 professores de biologia a partir de uma pesquisa empírica. Questões referentes aos conceitos de evolução biológica, teorias evolutivas e evolução humana foram analisadas de modo quali-quantitativo por meio de um questionário. A metodologia utilizada para a análise qualitativa dos dados foi análise de conteúdo priorizando a análise textual para os conceitos de evolução biológica, da qual emergiram categorias. Estas categorias são: significados da evolução, funções de processos evolutivos, fatores evolutivos e dimensões evolutivas. Da análise das questões de teorias evolutivas e evolução humana emergiram categorias de acordo com a adequação das respostas. A Teoria Evolutiva, embora corroborada por diversos autores, ainda causa dilemas no pensamento cognitivo de professores da área biológica, ocasionado pela sobreposição de ideias defendidas pela teoria com outros aspectos sociais, religiosos e principalmente epistemológicos.

**Palavras chave:** evolução, concepções, professores de biologia.

**Title:** Biological evolution: Perceptions of biology teachers.

**Abstract:** Considering the importance of evolution to biology and its teaching, the current paper reports the biological evolution conceptions of 20 biology teachers from empirical research. The issues related to biological evolution concepts, evolution theories and human evolution were quali- and quantitatively analyzed through a questionnaire. The methodology used for qualitative analyzing of data was the content analysis, which prioritized the textual analysis to biological evolution concepts, from which the categories emerged. These categories are: meanings of the evolution, evolutive process functions, evolutive factors and evolutive dimensions. According to the response adequacy the categories emerged from analysis of evolutive theory issues and human evolution. The evolutionary theory, though corroborated by several authors, still causes dilemmas in the cognitive thought of the teachers of biological area. This is caused by the overlapping of ideas defended by theory with other social, religious and mainly epistemological aspects.

**Keywords:** evolution, conceptions, biology teachers.

## **Introdução**

A Teoria Evolutiva representa uma teoria científica que unifica todo o conhecimento biológico. O mérito de tal teoria é dado a Charles Darwin, que propõe duas teses enunciadas como: todos os organismos descendem com modificação a partir de ancestrais comuns, e que o principal agente de modificação é a ação da seleção natural sobre a variação individual, apresentadas em seu livro "A Origem das Espécies" (Futuyma, 1992). À ideia de Darwin, a qual constitui o eixo da Teoria Evolutiva aceita atualmente, foram acrescentados conhecimentos de outras áreas como a genética, sistemática e paleontologia, constituindo a atual Teoria Sintética da evolução (Kutschera e Niklas, 2004).

Apesar da sua grande aceitação no mundo científico, nas décadas de 1970 e 1980 ressurgiu a discussão sobre a amplitude de atuação dos mecanismos evolutivos, onde várias questões vem sendo levantadas em relação a esses mecanismos propostos na Teoria Sintética, como por exemplo a hipótese do processo não ocorrer de forma lenta e gradual tal como indicado no darwinismo, mas alterando "períodos de aparentes paradas evolutivas por períodos pontuados pelo surgimento rápido de novas espécies" (Freire-Maia, 1988, p.379). A teoria do Equilíbrio Pontuado como é denominada foi proposta por Eldredge e Gould em 1972 e embora contrarie a ocorrência do processo evolutivo em relação a sua velocidade, tal teoria não invalida a Teoria Sintética. Também na década de 1970 foi estabelecida a Teoria Neutralista com ênfase aos aspectos da evolução molecular. De acordo com esta teoria grande parte da mudança evolutiva a nível molecular acontece ao acaso relevando a seleção natural a um segundo plano (Lima, 1988).

O desenvolvimento em diversas áreas, especialmente da biologia molecular e da biologia evolutiva, geram explicações consistentes para a variedade de questões relacionadas à origem e evolução da vida (Tidon e Lewontin, 2004). Para esses autores, o cenário descrito está progressivamente a transformar a biologia evolutiva em uma ciência complexa e interativa, onde uma profunda compreensão do assunto, não só demanda conhecimentos em diversas áreas da biologia, mas também de geologia, matemática e filosofia, entre outros.

Com esta explanação poderíamos esperar que a evolução biológica fosse parte importante do currículo de Ciências Naturais. Todavia, observa-se que na prática pedagógica de professores de biologia, estes aspectos nem sempre são contemplados.

Segundo Krasilchik (1992) o desenvolvimento explosivo nas inovações e tentativas de melhoramento do ensino de ciências teve lugar na década de 1970, sendo que o núcleo de tal processo, cujas conseqüências afetam até hoje os currículos das disciplinas científicas, estava situado nos Estados Unidos, sede dos chamados grandes projetos curriculares, entre eles o Biological Science Curriculum Study (BSCS). No Brasil, os Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino médio, reconhecem a importância da evolução e sugerem sua inserção no ensino como eixo integrador dos diferentes conteúdos do currículo de Biologia (Brasil, 1999).

Entretanto, apesar de sua importância, a teoria evolucionária desafia várias crenças de fundo religioso, ideológico, filosófico e epistemológico, o que torna sua abordagem em contexto de sala de aula particularmente difícil, tanto no ensino, por parte dos professores, quanto na aprendizagem, por parte dos alunos (Almeida e Falcão 2005).

Vários trabalhos desenvolvidos na área da educação em ciências têm mostrado dificuldades no processo de ensino e aprendizagem da Teoria Evolutiva. Desde o final da década de 1970 surge com força uma linha de indagação no campo da didática das ciências, que se propõe ao estudo das concepções das ideias científicas dos alunos, especialmente em física, química e biologia (Pintó *et al.*, 1996). Neste caminho, pesquisas relacionadas com a evolução biológica, têm mostrado que este ensino não é satisfatório em várias partes do mundo e apontam para a necessidade de uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem no contexto da evolução biológica.

Brumby (1984) investigou as concepções de evolução de estudantes de medicina, mostrando que a grande maioria apresentava concepções Lamarckistas. Bishop e Anderson (1990) mostraram que mais da metade dos estudantes de ensino médio indicaram concepções errôneas sobre evolução. Mesmo os estudantes que rejeitaram o lamarckismo e alegavam ser darwinistas não conseguiam uma explicação satisfatória para o processo evolutivo. Anderson e colaboradores (2002) desenvolveram um Inventário com concepções alternativas dos estudantes a respeito da evolução, focando vários conceitos, como seleção natural, adaptação, reprodução e especiação. O uso deste material poderia servir de diagnóstico das concepções prévias dos estudantes e dar orientações para o preparo das aulas (Tidon e Lewontin, 2004). Donnelly, Kazempour e Amirshokohi (2008) investigaram a aceitação e rejeição da evolução de alunos do ensino médio, bem como, a visão de como a evolução deveria ser ensinada e o ponto de vista em relação à aprendizagem de evolução. Em uma pesquisa com estudantes universitários de Biologia que concluíram um curso sobre teoria da evolução, Hokayem e BouJaoude (2008), verificaram, entre outras análises, a aceitação dos estudantes sobre a teoria da evolução. Os resultados variaram da aceitação total para completa rejeição da teoria. Esses autores sugerem que as crenças pessoais dos alunos não devem ser subestimadas quanto ao ensino de evolução.

Investigações a respeito deste tema também têm sido realizadas em diferentes regiões do Brasil. Bizzo (1994) constatou que estudantes de escolas paulistas de diferentes níveis socioeconômicos entendiam muito pouco de evolução e sugeriu novas estratégias para o ensino. Mais recentemente Bizzo, Almeida e Falcão (2007) replicaram o trabalho de Bizzo (1994) com estudantes de nível secundário e universitário da cidade de Recife, onde investigaram dois aspectos da Teoria Evolutiva: teoria do uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos. Eles constataram que estes aspectos são aceitos pela maioria dos estudantes como explicação para os processos evolutivos. Na região sul do país, Pazza, Penteado e Kavalco, (2009) compararam as concepções de evolução de alunos calouros das áreas das exatas, humanas e agronomia da Universidade Estadual do Centro-oeste do Paraná. Os dados obtidos nesta pesquisa mostram que,

embora a maioria dos alunos aceite herança com alterações, eles não entendem como a evolução ocorre.

Trabalhos desenvolvidos com professores no Brasil, também mostram que suas concepções evolutivas não refletem as ideias científicas atualmente aceitas. Tidon e Lewontin (2004) examinaram o perfil de professores do ensino médio do Distrito Federal e dados sobre equívocos biológicos, deficiência curricular e material didático fornecido pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. As informações analisadas foram recolhidas junto a professores que trabalham em várias regiões do país. Os autores supracitados, também contribuíram com propostas para melhoria do ensino de evolução biológica. Coimbra e Silva (2007) também analisaram as concepções de evolução biológica, de professores do ensino médio, do município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul. Os resultados revelaram uma forte influência das crenças religiosas na postura dos professores dentro da sala de aula.

A partir da contextualização sobre o tema em estudo, o objetivo deste trabalho é identificar e analisar as concepções sobre evolução biológica de professores de biologia que atuam no ensino médio da rede pública estadual da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. É com base na Teoria Sintética, como referencial cientificamente aceito, que analisaremos as concepções de evolução dos sujeitos desta pesquisa, por ser esta amplamente acolhida no meio escolar. O texto está organizado em três partes interrelacionadas. Inicialmente apresentamos o delineamento metodológico do estudo; na seqüência são apresentados os resultados e discussões dos 20 professores participantes da pesquisa; e na parte final as conclusões e suas implicações para o ensino de ciências.

### **Metodologia da pesquisa**

Esta pesquisa é de caráter quali-quantitativo. Segundo Ludke e André (1996) as investigações qualitativas, por sua diversidade e flexibilidade, não admitem regras precisas. As investigações qualitativas possibilitam a descrição dos dados, a análise indutiva dos dados e o significado que a eles é atribuído (Bogdan e Biklen, 1994). Dados quantitativos também foram considerados, na análise das respostas apresentadas pelos professores.

Participaram da pesquisa 20 professores de biologia do ensino médio, pertencentes a 10 escolas estaduais de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Os sujeitos da pesquisa são identificados neste estudo por P (professor) seguidos por um número a eles atribuídos (P1, P2, Pn).

Referente aos critérios éticos, os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, garantindo o sigilo das informações e o seu anonimato, conforme orientações da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde (Brasil, 2006).

Para a coleta de dados foi utilizado um questionário contendo questões referentes a dados sociodemográficos e questões referentes às concepções e ensino de evolução. Neste artigo, apresentamos a análise das seguintes questões que compõem o questionário:

A questão 1 é uma pergunta aberta – “O que é evolução para você?” - onde procurou-se identificar nas respostas dos professores suas concepções em relação às características e mecanismos da evolução.

A questão 2 apresenta uma situação de ensino, a qual procurou-se identificar se os professores reconhecem os mecanismos evolutivos propostos pelas diferentes teorias evolutivas:

(Universidade Gama Filho – RJ - adaptada) Observe a explicação de um paleontólogo para o surgimento de carapaças em tartarugas.

"Tudo começou há 245 milhões de anos com o Pareiassauro. Esse lagartão herbívoro tinha uma digestão muito lenta e precisava se entupir de comida. Então desenvolveu a carapaça para se proteger dos predadores enquanto fazia sua demorada digestão". a) Você acredita que possa haver algo que comprometa o aprendizado de evolução no texto acima?

Na questão 3 apresentamos uma situação de ensino referente à evolução humana (Figura 1).



Figura 1.- Figura utilizada no questionário representando a evolução humana.

A questão 4 (Tabela 1) apresenta afirmativas que fazem referência aos tópicos conceito evolutivo e teorias evolutivas citados nas questões anteriores.

#### *O caminho percorrido para a análise dos dados*

Os dados analisados referem-se ao perfil dos professores e às questões que tratam as concepções de evolução dos professores.

Para a análise da primeira questão, foi utilizada a técnica de análise textual, que Moraes (2005) define como:

“Processo de desconstrução, seguida de reconstrução, de um conjunto de materiais linguísticos e discursivos, produzindo-se a partir disso, novos entendimentos sobre os fenômenos e discursos investigados” (p.87).

A análise textual envolve a construção de um sistema de categorias a partir da identificação de enunciados dos materiais a ela submetidos, categorizando-os e integrando nesta, descrição e interpretação (Moraes 2005).

Comparando as ideias manifestadas nas respostas dos professores e os princípios teóricos da teoria evolucionária, emergiram as categorias a priori, nos permitindo sintetizar as concepções manifestadas pelos professores.

Estas categorías refletem, em geral, concepções equivocadas dos professores, como, por exemplo, visões teleológicas ao processo evolutivo dos seres vivos. São elas: Significados da Evolução, Dimensões Evolutivas, Fatores Evolutivos e Funções dos Processos Evolutivos.

<b>Afirmativas</b>		<b>Resposta correta</b>
A	Para se comprovar que a evolução ocorreu e ainda ocorre, recorre-se a algumas evidencias, tais como o registro dos fósseis e as homologias anatômicas, fisiológicas e embriológicas.	V
B	A evolução se processa dos seres vivos mais simples para os mais complexos.	F
C	Através da Evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo.	F
D	De acordo com Lamarck, a girafa evoluiu de ancestrais de pescoço curto, o qual se desenvolveu gradativamente pelo esforço do animal para alcançar as folhas das árvores mais altas.	V
E	A Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo procurou integrar os conhecimentos da genética com as idéias de Evolução propostas por Darwin, conciliando em uma única teoria conceitos como a seleção natural, migração, mutação, recombinação gênica e deriva genética.	V
F	A unidade da evolução pode ser tanto um indivíduo quanto uma população, ou seja, pode-se pensar em evolução de um único organismo ou de um conjunto de organismos da mesma espécie.	F
G	De acordo com Darwin os antibióticos levam à formação de bactérias resistentes.	F

Tabela 1.- Afirmativas apresentadas na questão 4, à serem marcadas como verdadeiras (V), falsas (F) ou em dúvida (\*), e suas respectivas respostas corretas.

Para a análise das justificativas atribuídas às duas situações de ensino foram utilizadas as categorias: satisfatória, parcialmente satisfatória, insatisfatória e outras. Esta análise implicou na organização de dados e sucessivas leituras propiciando a apreensão dos significados das ideias manifestadas pelos professores.

Por fim, as afirmativas referentes à questão objetiva de verdadeiro ou falso foram tabuladas quantitativamente, com cálculo de porcentagem. Os itens 2,3,6 e 7 referem-se ao tópico conceito de evolução e enquanto que, os itens 1,4 5 ao tópico teorias evolutivas.

### **Resultados e discussão**

Esta seção está organizada em duas partes interrelacionadas. Na primeira parte, apresenta-se o perfil dos professores participantes da pesquisa e na segunda parte encontra-se a análise das concepções de evolução biológica que compreende o conceito de evolução, teorias evolutivas e evolução humana.

*Perfil dos professores*

As características pessoais dos participantes apontam que 17 são do gênero feminino, e três do masculino. A maioria deles encontra-se na faixa etária dos 30 e 40 anos.

O perfil dos professores aqui analisados mostra que estes apresentam uma formação acadêmica qualificada. Desses, 19 são licenciados em biologia e um em ciências; 17 são formados em instituição pública e três em instituições particulares. A maioria concluiu sua graduação na década de 1990, num total de 12 professores. Ainda, quanto à formação, 11 apresentam pós-graduação, sendo seis na área de Educação.

Quanto à situação funcional destes professores, constatamos que 19 são efetivos no Estado sendo que 10 deles atuam apenas em escola estadual. Os demais atuam, além da escola estadual, em outras redes de ensino.

Quanto à experiência profissional, 14 deles estão no magistério há mais de 11 anos e apenas seis há menos de 10 anos. Também verificamos que 13 professores atuam em mais de um turno e, além de biologia, todos lecionam ou já lecionaram outra disciplina, entre elas ciências, química, física, matemática e ensino religioso. Este cenário demonstra que boa parte dos professores em serviço desenvolve atividades múltiplas podendo levar a um aproveitamento insatisfatório de sua disciplina e comprometer o seu ensino.

*Análise do conceito de evolução*

As análises do conceito de evolução compreendem as respostas dadas à questão 1 e aos itens B,C,F e G da questão 4 (Tabela 1).

As respostas manifestadas pelos professores na questão 1 foram categorizadas e discriminadas na tabela 2.

<b>Categorias</b>		<b>(%)</b>
<b>Categorias intermediárias</b>	<b>Categorias finais</b>	
Transformação Maturação Finalidade/propósito	Significados da evolução	80
Função de sobrevivência Função de adaptação.	Funções do processo evolutivo	45
Fator extrínseco Fator intrínseco	Fatores evolutivos	50
Dimensão temporal Dimensão biológica Dimensão cultural	Dimensões evolutivas	55

Tabela 2.- Categorias que sintetizam as concepções de evolução biológica dos professores.

Para facilitar a categorização das respostas, estabelecemos um referencial baseado no aparecimento de expressões que surgem a partir da unitarização, ou seja, unidades definidas da fragmentação das respostas

apresentadas pelos professores. A tabela 3 mostra a relação das expressões e as categorias às quais se referem.

<b>Expressões</b>	<b>Categorias intermediárias</b>	<b>Nº de prof.</b>
Mudanças; diversidade genética; modificações; alterações bioquímicas; diferenças; descendência com modificações; processo de diversificação dos seres vivos; mutações; variabilidade.	transformação	13
Os organismos evoluem conforme suas necessidades.	finalidade/ propósito	5
Desenvolvimento dos organismos; referência à direção que os organismos seguem; preditividade.	maturação/ direção	4
Mudanças que os organismos passam; diferenças dos organismos; diferentes linhagens; referências aos organismos.	dimensão orgânica	4
Ao longo do tempo; de uma geração para outra; ao passar do tempo.	dimensão temporal	5
Pressões culturais; o que podemos fazer enquanto espécie.	dimensão cultural	3
Levam a adaptar; tenta se adaptar; adaptação.	função adaptativa	9
Conseguem sobreviver; espécies viventes.	função de sobrevivência	3
Faz referências à pressão externa do meio para adaptar o organismo; de acordo com as mudanças; em decorrência das mudanças ambientais; pressão ambiental.	fator extrínseco	6
Motivação interna do organismo para se adaptar ao ambiente; produz um indivíduo adaptado; diferenças selecionadas; tentativa das espécies; sofrem para determinados ambientes.	fator intrínseco	4

Tabela 3.- Unidades das categorias e suas expressões.

*Categoria: Significados da Evolução*

Esta categoria engloba as conotações atribuídas às características e aos processos evolutivos. Cerca de 80% dos professores manifestaram em suas respostas significados que se enquadram nesta categoria, os quais serão analisados separadamente:

(i) Evolução como transformação: 13 dos professores associam evolução com transformações ocorridas ou “sofridas” pelos seres vivos em seu aspecto biológico tanto em nível de organismo - transformação perceptível (P1), quanto em nível de genes- transformação imperceptível (P3) evidenciadas em respostas como a dos professores:

P1: "As mudanças que ocorrem nas características dos organismos ao longo do tempo".

P3: "Mudanças ou alterações na bioquímica, que levam a adaptar o indivíduo ao seu ambiente".

Além do seu aspecto biológico, apenas dois professores perceberam a evolução como transformação no seu aspecto cultural, transitando por essas duas dimensões evolutivas, perceptível através dos seus efeitos como mostra a resposta do professor:

P20: "Os seres vivos sofrem evolução de acordo com as mudanças que ocorrem no meio ambiente, que também são provocadas pelo homem através dos diversos tipos de poluição".

As análises dos depoimentos acima mostram que o processo de transformação em seu âmbito biológico está claro para a maioria dos professores como um tipo de transformação que, para ciência, constitui evolução.

(ii) Evolução como finalidade: a associação da evolução com finalismo ou propósito do processo evolutivo pôde ser percebida nas colocações de cinco professores. A ideia de que o processo evolutivo está relacionado a um propósito pré-determinado, numa perspectiva teleológica, e que não é aceita nos modelos científicos (Sepúlveda e El Hani, 2007), fica nítida na resposta abaixo:

P5: "Pra mim os organismos evoluem conforme suas necessidades, o corpo tenta se adaptar às mudanças dos fatores ambientais".

Os professores também percebem a adaptação como uma resposta ao processo evolutivo finalista dos organismos. Observa-se essa ideia na resposta a seguir:

P9: "É o desenvolvimento dos organismos, suas adaptações ao longo do tempo conforme ou frente às mudanças do ambiente".

A expressão "suas adaptações", é percebida pelo professor como um ajuste em resposta ao ambiente visando o aperfeiçoamento dos organismos.

Para Sepúlveda e El Hani (2007) o significado da palavra 'adaptação' é consistente com aquele que encontramos em sua etimologia, a partir dos termos latinos *ad* + *aptus*, ou seja, em direção a um ajuste.

Também a expressão "frente às mudanças do ambiente", sugere que o professor percebe evolução apenas como um processo em direção a causas finais, ou seja, a evolução biológica tem um objetivo. Essa informação mostra que o professor não compreende que os mecanismos de evolução têm um componente estocástico.

(iii) Evolução como maturação: a ideia de maturação como processo evolutivo presente nas respostas de quatro professores, está associada ao desenvolvimento dos organismos e preditividade, expressados pelos professores P9 e P16:

P9: "É o desenvolvimento dos organismos, suas adaptações ao longo do tempo conforme ou frente às mudanças do ambiente".

Na resposta de P9 a expressão “É o desenvolvimento dos organismos”, associa evolução ao desenvolvimento orgânico dos seres, esta ideia está veiculada ao termo original da palavra “Evolução” concebida na teoria pré - formista, alegando que os seres vivos, o homem em particular, já estavam pré-formados no óvulo e no esperma humano (Almeida e Falcão, 2005). Assim sendo, o termo evoluir ou evolvere significa desenrolar, crescer (Gould, 1987).

Ainda como concepção de maturação, os professores demonstraram compreender o processo evolutivo como algo unidirecional, preditível, uma vez que maturar significa predizer o rumo da evolução, ficando nítida na resposta de P16:

“Processo de perceber-se de onde vim, quem sou e para onde vou, e ainda o que podemos fazer para continuarmos enquanto espécie evoluindo com equilíbrio”.

A ideia antropocêntrica fica clara na concepção de preditividade manifestada pela expressão, “de onde vim, quem sou e para onde vou”, o que distorce o entendimento de evolução como algo natural e inerente a todos os seres vivos. A expressão “evoluindo com equilíbrio” permite inferir que o professor entende que o processo evolutivo ocorre em direção a uma causa final positiva.

#### *Categoria: Funções do processo evolutivo*

Esta categoria compreende 45% das respostas emitidas pelos professores e está representada por duas subcategorias: função adaptativa e sobrevivência.

(i) função adaptativa: a concepção de que evolução ocorre para adaptar os seres vivos é apresentada por todos os professores incluídos na categoria função do processo evolutivo, evidenciado nos exemplos abaixo:

P3: “Mudanças ou alterações na bioquímica, que levam a adaptar o indivíduo ao seu ambiente”.

P14: “É um processo (evolução) de contínua modificação pelo qual passam todas as espécies vivas na tentativa de adaptarem-se ao ecossistema em que estão inseridos”.

P18: “É a maneira como os seres vivos se adaptam as condições do meio onde estão”.

Nos exemplos citados observa-se a noção de que o ambiente faz pressão para que os organismos possam criar novas estruturas e se adaptar. Assim, a adaptação é vista como uma causa do processo evolutivo, contrariando o sentido evolutivo desta palavra.

Também, nos deparamos com a questão da linguagem, onde a palavra adaptação assume significados diferentes em diferentes contextos.

Para Sepúlveda e El-Hani (2007) os vários significados do conceito de adaptação são parte de uma série de desafios expostos pela controvérsia acerca de seu papel epistemológico na biologia, instaurada no seio da crítica ao programa de pesquisa adaptacionista, iniciada ao final da década de 1960.

A palavra "adaptação" tem sido empregada na biologia para referir-se a mudanças fisiológicas ocorridas ao longo da vida dos organismos, assim como, para referir-se a mudanças evolutivas que ocorrem em nível de populações, ao longo da filogênese (Sepúlveda e El-Hani, 2007).

Neste aspecto, percebemos que os professores concebem a adaptação evolutiva como características desenvolvidas para atender a uma necessidade surgida durante a vida (adaptação ontogenética), ao invés de, conceberem como características que permitam à espécie condições mais favoráveis de existência (adaptação evolutiva).

(ii) função de sobrevivência: esta concepção foi demonstrada nas respostas de apenas três professores incluídos na categoria função do processo evolutivo, no qual o argumento utilizado para função de adaptação- ajuste causal apropriou-se para função de sobrevivência, como descrito nos exemplos abaixo:

P5: "Pra mim os organismos evoluem conforme suas necessidades, o corpo tenta se adaptar às mudanças dos fatores ambientais e aquelas espécies que conseguem sobreviver".

P19: "De acordo com as explicações científicas, são transformações e adaptações que as espécies sofrem para sobreviverem nos determinados (diversos) ambientes terrestres".

Percebemos que nas duas subcategorias analisadas, função de adaptação e sobrevivência, a concepção de funcionalidade ou de causas finais está presente nos respostas dos professores.

#### *Categoria: Dimensões Evolutivas*

Esta categoria foi evidenciada em 50% das respostas manifestadas pelos professores, onde constatamos três subcategorias: (i) dimensão orgânica, (ii) cultural e (iii) temporal.

(i) dimensão orgânica: esta dimensão foi explicitada por quatro professores onde fica nítida a noção de que evolução acontece em nível de estrutura física dos organismos, conforme exemplo a seguir:

P4: "Processo de mudanças gradativas pelo quais os organismos passam".

(ii) dimensão cultural: foi detectada na resposta de três professores mostrando a ideia que evolução acontece devido à interferência direta ou indireta do homem, conforme o exemplo abaixo:

P20: "Os seres vivos sofrem evolução de acordo com as mudanças que ocorrem no meio ambiente, que também são provocadas pelo homem através dos diversos tipos de poluição".

(iii) dimensão temporal: apareceu nas respostas de cinco dos professores, na qual a evolução acontece em uma escala de tempo, como mostram os exemplos a seguir:

P6: "A evolução é um processo lento e gradual".

P7: "É um processo contínuo de adaptação das espécies ao longo do tempo em decorrência das mudanças ambientais".

A noção de tempo apresentada pelos professores “ao longo do tempo” para demonstrar evolução é a mesma apresentada pelos livros didáticos.

Bellini (2006) argumenta que o tempo para os autores dos manuais didáticos é algo determinante da evolução, mas é um tempo genérico, não apresentando seus aspectos geológicos e biológicos. Esta mesma autora relata que os autores dos textos falam em evolução lenta e gradual, assim como foi expresso por P6 “processo lento e gradual”. Também salienta que o tempo é uma dimensão da evolução, porém não deve ser representado como escada, pois esta não representa o caminho desse tempo quando se trata de evolução, nem tão pouco aceito como lento e gradual pelos paleontólogos.

Os professores também demonstraram em suas respostas, expressões que manifestavam mais de uma dimensão, como o exemplo abaixo:

P1: “As mudanças que ocorrem nas características dos organismos ao longo do tempo.”

Neste sentido, a evolução ao se processar em um dos níveis, não elimina a ocorrência de outros níveis.

#### *Categoria: Fatores Evolutivos*

Esta categoria está representada nas respostas de 55% dos professores que relacionam o processo evolutivo com fatores evolutivos- intrínsecos e extrínsecos, ou seja, os seres vivos evoluem por meio de pressões externas (fatores extrínsecos) ou por motivações internas (fatores intrínsecos).

(i) fator intrínseco: foi evidenciada nas respostas de seis dos professores, onde a evolução acontece devido a uma necessidade inerente dos seres vivos, conforme a resposta a seguir:

P14: “É um processo de contínua modificação pelo qual passam todas as espécies vivas na tentativa de adaptarem-se ao ecossistema em que estão inseridos”.

A expressão “na tentativa de adaptarem-se ao ecossistema”, evidencia a compreensão do professor de que as espécies têm uma necessidade intrínseca de adaptarem-se ao meio como uma função causal.

(ii) fator extrínseco: esta subcategoria foi manifestada nas respostas de cinco professores, conforme exemplos:

P7: “É um processo contínuo de adaptação das espécies ao longo do tempo em decorrência das mudanças ambientais”.

P5: “[...] o corpo tenta se adaptar às mudanças dos fatores ambientais e aquelas espécies que conseguem, sobrevivem”.

Evidenciamos que, alguns professores compreendem evolução como uma resposta dos seres vivos às condições ambientais levando a uma mudança gradativa ao longo do tempo. Essa concepção de que o ambiente é que causa a mudança torna a variabilidade genética e a hereditariedade das características não tão importantes no processo evolutivo.

A ideia de que o ambiente exerce pressões sobre os seres vivos foi a hipótese central de Lamarck, onde o corpo manifesta mudanças em função

dessas pressões, utilizando algumas partes mais do que outras, surgindo à noção de uso e desuso (Bellini, 2006).

Em ambos os fatores, intrínseco e extrínseco, representados nas respostas dos professores, percebemos a ideia de propósito, finalidade, onde os seres vivos desenvolvem novas características, pois necessitam para a sua sobrevivência.

As concepções de evolução biológica demonstradas pelos professores a partir da questão 4 foram analisadas com base nas quatro afirmativas falsas apresentadas na tabela 4.

<b>Afirmativas falsas</b>	<b>F(%)</b>	<b>V(%)</b>	<b>* (%)</b>
<b>1<sup>a</sup></b>	45	45	10
<b>2<sup>a</sup></b>	35	65	-
<b>3<sup>a</sup></b>	50	40	10
<b>4<sup>a</sup></b>	50	35	15

Tabela 4.- Afirmativas da questão 4 que envolvem significados e processos evolutivos, a serem marcadas como verdadeiras (V), falsas (F) ou em dúvida (\*).

1<sup>a</sup>.- A evolução se processa dos seres vivos mais simples para os mais complexos.

Esta afirmação aborda a ideia de "complexidade", "progresso". Os resultados mostraram que 45% dos professores acreditam que a evolução acontece do mais simples ao mais complexo e 45% não acreditam que a evolução se processa neste caminho. Apenas dois professores ficaram em dúvida diante desta afirmação.

A noção de complexidade é apresentada por Lamarck em uma de suas explicações para a diversificação dos seres vivos. Esta visão sobre aumento da complexidade pressupõe um arranjo dos seres vivos em cadeia (Meyer e El-Hani, 2005).

Provavelmente essa visão equivocada apresentada pelos professores, de que a evolução resulta em complexidade dos seres vivos, está vinculada a dois aspectos: primeiro ao que são apresentados nos livros didáticos, como os "níveis de organização dos seres vivos", onde os seres são apresentados da sua forma mais simples - a célula, a sua forma mais complexa - o organismo; e segundo ao surgimento dos primeiros seres vivos que evoluíram em direção a seres mais complexos. Aqui percebemos que os professores não fazem uma distinção com o que é aceito atualmente para explicar o processo evolutivo, já que a evolução não leva necessariamente à complexidade dos seres.

2<sup>a</sup>.- Através da evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo.

Os resultados obtidos na questão acima mostram que 65% dos professores têm como verdadeira tal questão e 35% como falsa.

A noção de "progresso" embutida nesta afirmativa, onde os seres vivos evoluem a um aperfeiçoamento, melhorando cada vez mais, também é uma visão lamarckista e aceita pela maioria dos professores.

Segundo Barahona (1998), progresso é definido a partir de valores subjetivos, e atualmente este termo tem sido substituído pelos biólogos como direção. A autora ressalta que é difícil avaliar se a evolução biológica tem uma direção sem dizer se esta é ou não progressiva, e argumenta que direção não implica em progresso.

3ª.- A unidade da evolução pode ser tanto um indivíduo quanto uma população, ou seja, pode-se pensar em evolução de um único organismo ou de um conjunto de organismos da mesma espécie.

Para essa afirmativa 50% dos professores assinalaram falso, 40% verdadeiro e 10% ficaram em dúvida. Os resultados revelam que alguns professores acreditam que a evolução pode ocorrer em nível individual.

De acordo com Futuyama (1992), o conceito de evolução engloba três aspectos: evolução como transformação, populações como unidades evolutivas e a transmissão das alterações via material genético.

Isso demonstra que a metade dos professores não tem conhecimento de um dos princípios fundamentais do processo evolutivo, ou seja, as populações como unidades evolutivas.

4ª.- De acordo com Darwin os antibióticos levam à formação de bactérias resistentes.

Esta afirmação, equivocada, passa a ideia de que o meio (antibióticos) faz pressão para a formação de novos seres (bactérias). Os resultados obtidos mostram que 50% dos professores não concordam com a afirmativa, 35% concordam e 15% têm dúvida.

A análise que se faz aqui é que 50% dos participantes ainda não apresentam uma ideia clara sobre os fatores evolutivos, uma vez que a mudança causal é frequente no pensamento desses professores.

As bactérias resistentes são um resultado direto da seleção natural, onde o uso frequente e desnecessário dos antibióticos permitem que as mesmas persistam e se reproduzam nas populações bacterianas substituindo as menos resistentes após algumas gerações (Meyer e El-Hani, 2005).

#### *Análise das teorias evolutivas*

Para a análise das concepções sobre as teorias evolutivas consideramos as respostas dadas às questões 2 e 4.

##### Questão 2: Teoria de Lamarck

Nesta questão, apresentamos aos professores uma situação de ensino que menciona um exemplo explicativo das ideias de Lamarck. Aos professores foi perguntado se tal exemplo pode comprometer o aprendizado do processo evolutivo, e solicita uma justificativa.

As respostas dos professores foram categorizadas conforme a adequação de suas justificativas. São as seguintes:

##### *Categoria satisfatória*

Compreende respostas que mostram o conhecimento dos professores a respeito das Teorias Evolutivas, ou seja, o exemplo apresentado mostra a

teoria de Lamarck e que não concebe a explicação do processo evolutivo aceito atualmente. Esta ideia foi concebida por 35% dos professores, conforme o exemplo abaixo:

P4: "Sim. Pois é o meio ambiente que seleciona os indivíduos mais aptos e nesse caso (descrito) o indivíduo foi quem mudou para se adaptar ao meio".

Na expressão "meio ambiente que seleciona" evidenciamos uma interpretação correta de P4 sobre o processo evolutivo aceito atualmente.

#### *Categoria parcialmente satisfatória*

Inclui as respostas referentes ao conhecimento dos professores sobre a teoria de Lamarck, mas que em suas justificativas apresentam a evolução como processo de função de adaptação e sobrevivência. Esta concepção é evidenciada em 20% das respostas dadas pelos professores, exemplifica a seguir:

P15: "Sim. Devem ter existido lagartos com carapaças e sem carapaças. Somente obtiveram sucesso os que tinham carapaça, os que não tinham acabaram se extinguindo, os mais evoluídos (com carapaça), mais adaptados, sobreviveram."

Compreendemos que P15 reconhece a teoria de Lamarck, justifica adequadamente com um exemplo que remete à teoria de Darwin, porém, utiliza a expressão, "mais evoluído" passando a ideia de que o processo evolutivo segue uma direção para seres mais complexos.

Entretanto, a evolução acontece no mundo natural sem necessariamente levar a complexidade e pode levar a sobrevivência ou extinção das espécies.

#### *Categoria insatisfatória*

Compreende as respostas que mostram a total falta de conhecimento dos professores quanto às teorias evolutivas ou que apresentam ideias finalistas ou criacionistas. Nesta categoria foram incluídas 45% das respostas dos professores, conforme o seguinte exemplo:

P19: "Não. Não acredito que comprometa o aprendizado, pois não seria a única explicação criativa, entre as muitas apresentadas pelo evolucionismo".

A expressão "explicação criativa entre as muitas apresentadas pelo evolucionismo" permite inferir que P19 não aceita a teoria evolucionista como explicação para origem e diversidade das espécies demonstrando uma concepção criacionista. Desse modo, a concepção de P19 pode comprometer o ensino de evolução, uma vez que ciência e religião são áreas de conhecimentos distintos e não deve interferir uma na outra. Gould (2002) utiliza o conceito Magistérios Não-Interferentes (MNI), onde ciência e religião são áreas distintas, cabendo à ciência desenvolver os conhecimentos relativos a fatos da natureza, enquanto à religião cabe comprometer-se aos aspectos relacionados ao significado e valores da vida humana.

Embora os professores apresentem certo conhecimento das teorias evolutivas, percebemos que falta entendimento em relação aos significados das palavras.

Tidon e Lewontin (2004) constataram que boa parte dos professores considera “mais fácil” distinguir os temas que envolvem as teorias de Darwin e Lamarck, mas apresentam ideias lamarckistas para explicar a evolução da vida.

As concepções sobre teorias evolutivas demonstradas pelos professores também são analisadas a partir das afirmativas verdadeiras da questão 4, apresentadas na tabela 5.

<b>Afirmativas verdadeiras</b>	<b>F(%)</b>	<b>V(%)</b>	<b>* (%)</b>
<b>1<sup>a</sup></b>	-	100	-
<b>2<sup>a</sup></b>	-	100	-
<b>3<sup>a</sup></b>	-	95	5

Tabela 5.- Afirmativas da questão 4 que envolve as teorias evolutivas, a serem marcadas como verdadeiras (V), falsas (F) ou em dúvida (\*).

As afirmativas apresentados na tabela acima fazem referência às evidências da evolução, ao clássico exemplo do pescoço da girafa de Lamarck e ao conceito da Teoria Sintética respectivamente.

Os resultados mostram que 100% dos professores consideram verdadeiras as 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> afirmativas, e 95% verdadeira a 3<sup>a</sup> afirmativa. Apenas um professor ficou em dúvida para esta última afirmação.

Esses resultados evidenciam alguns pontos referentes ao ensino de evolução, a saber:

Os professores identificam sem problemas as ideias fundamentais das Teorias Evolutivas ou exemplos, como a do pescoço da girafa, mas não conseguem desvincular as concepções de finalismo, de direção de Lamarck dos processos evolutivos, indo ao encontro das respostas de questões anteriores aqui discutidas.

As três afirmativas analisadas por último referenciam tópicos do livro didático, demonstrando que o livro didático, na maioria das salas de aula, continua prevalecendo como o principal instrumento utilizado no processo ensino-aprendizagem. No entanto, mesmo com a crescente qualidade dos livros didáticos, o professor não pode ser refém dessa única fonte (Delizoicov et al., 2002).

Bellini (2006) argumenta que as questões sobre evolução são ricas e densas, mantendo-se atuais com a colaboração da genética. Entretanto, esta autora relata que os manuais de ciências fazem a opção por argumentos “didáticos”, que reduzem a rica história evolutiva a metáforas e/ou as noções pedagógicas não mais das teorias, mas dos elementos periféricos do discurso científico (pescoço da girafa).

#### *Análise da evolução humana*

Para as concepções sobre evolução humana analisamos as respostas dadas referentes à questão 3. Nesta questão apresentamos aos professores

uma situação de ensino que representa um modelo de evolução humana que ainda se faz presente em alguns livros didáticos.

As respostas dadas pelos professores foram categorizadas, conforme a sua adequação em:

#### *Categoria satisfatória*

Compreende as respostas que não concordam com o modelo apresentado, e suas justificativas apresentam concepções que melhor explicam a evolução humana, ou seja, analogia de árvore. Essa ideia aparece em 30% das respostas, como mostram os exemplos a seguir:

P7: "Não. Por que mostra uma evolução em uma única direção. Não relata graus de parentesco entre as espécies".

P8: "Não. É uma visão simplista da evolução humana, uma vez que vários tipos de hominídeos poderiam ter coexistido".

As proposições "Não relata graus de parentesco entre as espécies" e "vários tipos de hominídeos poderiam ter coexistido" indicam percepções que estão em consonância com a teoria evolutiva humana aceita atualmente que pode ser representada pela analogia de árvore.

Darwin em "A origem das Espécies" documentou a ideia de que todos os seres vivos são aparentados uns aos outros e de que novos seres se originam a partir de outros pré-existentes (ancestralidade comum), propondo que todos os seres vivos estão conectados uns aos outros por meio do que chamou de "árvore da vida".

#### *Categoria insatisfatória*

Inclui as respostas que concordam com o modelo apresentado, e suas justificativas estão adequadas ao mesmo, ou seja, analogia de escada. Inclui-se nesta categoria 35% das respostas manifestadas e exemplificadas abaixo:

P3: "Sim. Está mostrando as mudanças sucessivas da evolução do homem".

P9: "Sim. Pelas modificações anatômicas".

A analogia de escada representa a ideia de evolução linear, onde um ancestral da origem ao outro e assim sucessivamente até chegar ao ápice da evolução, o homem.

A noção de fila indiana é considerada a escalada do mundo orgânico em direção ao melhoramento, aperfeiçoamento e remonta à ideia de *Scala Naturae* de Aristóteles e seus degraus rumo à complexidade.

Bellini (2006) relata que a metáfora de escada ignora a riqueza da história humana apresentada pelas descobertas paleontológicas. Esta autora argumenta que a analogia de escada mostra que "temos procurado uma única e progressiva sequência que liga o símio ancestral ao homem moderno".

As respostas dos professores retratam uma concepção muito próxima ao senso comum, é provável que tais respostas tenham a influência da mídia e

de alguns livros didáticos que ainda apresentam essa concepção equivocada de evolução humana.

#### *Categoria outras*

Compreende 35% das respostas dadas pelos professores e não contém uma ideia explicativa relacionada ao tema.

P16: "Sim. As teorias tentam explicar".

P17: "Depende da teoria em debate".

P20: "Não. É um esquema muito superficial".

A brevidade das respostas acima permite inferir que os professores incluídos nessa categoria não dominam o assunto em questão. Uma possível explicação a este fato pode estar associada às crenças religiosas dos professores, visto que os conhecimentos científicos frequentemente estão mesclados a concepções religiosas por parte dos professores (Sepúlveda e El-Hani, 2004).

A análise geral das respostas apresentadas nesta seção mostra que 70% dos participantes da pesquisa têm pouco ou quase nenhum conhecimento sobre evolução humana. Isto indica que, provavelmente, mesmo abordando o conteúdo de evolução biológica em suas aulas, o tema evolução humana raramente é discutido.

#### **Considerações finais**

Como encerramento deste trabalho e não do assunto em questão, algumas considerações emergem da análise das concepções de evolução biológica dos professores discutidas a seguir:

Ao longo da análise realizada percebemos que as categorias apresentam significados que são constantes nos três temas analisados.

Entre essas categorias identificamos concepções equivocadas a respeito da noção de evolução como processo causal, finalista e diretivo, bem como, um processo progressivo que abarca o melhoramento e complexidade dos seres. Este pensamento cognitivo presente nas respostas dos professores aproxima-se muito do pensamento manifestado por estudantes em trabalhos relatados por pesquisadores da área citados neste estudo.

Também observamos que as palavras associadas ao processo evolutivo como adaptação e evolução, são utilizadas com conotação variadas, contrárias às utilizadas pela ciência. Alguns fatores que podem acarretar tais concepções são: a polissemia das palavras, a noção simplista dos processos naturais e uma visão antropocêntrica dos processos evolutivos. Estes fatores afastam os professores sob o ponto de vista conceitual, da visão compartilhada pela comunidade científica atual.

Neste sentido, o processo ensino-aprendizagem da evolução biológica fica prejudicado, já que os professores não dominam adequadamente alguns conceitos evolutivos. Argumentamos que é necessário um maior domínio do conhecimento histórico da teoria evolutiva e seus processos. A História da Ciência, entendida de forma mais ampla, como a história da construção do conhecimento, pode promover uma educação científica adequada ao

permitir o aspecto dinâmico do saber científico, ou seja, de que a ciência é um processo constante de produção de conhecimento (Scheid, 2008). Só assim os professores poderão detectar os possíveis equívocos apresentados por seus alunos e auxiliar a superação de tais dificuldades.

A teoria evolutiva, embora corroborada pela comunidade científica, ainda causa dilemas no pensamento cognitivo de professores. Entretanto, também constatamos que em relação a alguns aspectos relacionados aos significados da evolução as ideias apresentadas pelos professores estão em consonância com as apresentadas pela ciência.

### **Referências bibliográficas**

Almeida, A.V. e J.T. da R.Falcão (2005). A Estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. *Ciência & Educação*, 11, 1, 17-32.

Anderson, D.L.; Fisher, K.M. e G.J. Norman (2002) Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 10, 952-978.

Barahona, A. (1998). El progreso en la ciencia y en la biología. Em S. Martínez, A. Barahona (Eds), *Historia y explicación en biología* (pp.125-138). México: Universidad Nacional Autónoma de México. F.C.E.

Bogdan, R.C. e S.K. Biklen (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto. (Coleção Ciências da Educação).

Bellini, L.M. (2006). Avaliação do conceito de evolução nos livros didáticos. *Estudos em Avaliação Educacional*, 17, 33, 7-28.

Bishop, B.A. e C.W. Anderson (1990) Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 5, 415-427.

Bizzo, N.M.V. (1994). From down house landlord to Brazilian high school-students - what has happened to evolutionary knowledge on the way?. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 5, 537-556.

Bizzo, N.; Almeida, A.V e J.T.R. Falcão (2007). A compreensão de estudantes dos modelos de evolução biológica: duas aproximações. Em: E.F. Mortimer, (Ed.), *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis: Abrapec.

Brumby, M.N. (1984). Misconceptions about the concept of natural-selection by medical biology students. *Science Education*, 68, 4, 493-503.

Cicillini, G.A.A. (1991). *Evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de Biologia no 2o grau: análise da concepção de Evolução nos livros didáticos* (pp.1-143). Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Coimbra, L.R. e J. Silva (2007). Ensino de evolução biológica e a necessidade de formação continuada. Em: E.F. Mortimer, (Ed). *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis. Abrapec.

Delizoicov, D.; Angotti, J.A. e M.M. Pernambuco (2002). *Educação em Ciências e prática docente: ensino de Ciências- fundamentos e métodos*, São Paulo: Cortez.

Donnelly, L.A.; Kazempour, M. e A. Amirshokoochi (2009). High Scholl student's Perceptions of evolution instruction: Acceptance and evolution learning experiences. *Research Science Education*, 39, 5, 643-660.

Freire-Maia, N. (1988). *Teoria da Evolução: de Darwin à Teria Sintética*. Belo Horizonte: Itatiaia.

Futuyma, D.J. (1992). *Biologia Evolutiva*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq.

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

Gould, S.J. (2002) *Pilares do Tempo: ciência e religião na plenitude da vida*. Rio de Janeiro: Rocco.

Hokayem, H. e S. BouJaoude (2008). College student's perceptions of the theory of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 4, 395-419.

Krasilchik, M. (1992). Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil. *Em Aberto*, 11, 55,3-8.

Kutschera, U. e K.J. Niklas (2004), The modern theory of biological evolution: an expanded synthesis, *Naturwissenschaften*, 91, 6, 255-276.

Lima, C.P. (1988). *Evolução biológica: controvérsias*. São Paulo: Atica.

Lüdke, M. e M.E.D.A. André (1986). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

Meyer, D. e C.N. El-Hani (2005). *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora Unesp.

Ministério da Educação do Brasil (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica.

Ministério da saúde do Brasil (2006). *Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa*. Brasília: Conselho Nacional de Saúde.

Moraes, R. (2005) Mergulhos Discursivos: análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos. Em. M. do C. Galiuzzi, J.V. de. Freitas, (Eds.). *Metodologias emergentes em educação ambiental* (pp. 85-114). Ijuí: Unijuí.

Pazza, R.; Penteadó, P.R. e K.F. Kavalco (2009). Misconceptions about evolution in Brazilian freshmen students. *Evolution: Education and Outreach*, 3, 1, 107-113.

Pintó, R.; Aliberas, J. e R. Gómez (1996). Tres Enfoques de La Investigación sobre Concepciones Alternativas. Investigación y experiencias didácticas. *Enseñanza de las ciencias*, 14, 2, 221-232.

Sepúlveda, C. e C.N. EL-Hani (2004). Quando visões de mundo se encontram: religião e Ciência na trajetória de formação de alunos

protestantes de uma licenciatura em Ciências Biológicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 9, 2, 137-175.

Sepúlveda, C. e C.N. El-Hani (2007). Controvérsias sobre o conceito de adaptação e suas implicações para o ensino de evolução. Em: E.F. Mortimer, (Ed), *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis: Abrapec.

Scheid, M.N.J. (2008). Contribuições do cinema na formação inicial de professores de Ciências Biológicas. *Vivências: revista eletrônica da URI*, 6, 4, 15-21.

Tidon, R. e R.C. Lewontin (2004). Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, 27, 1, 124–31.