

Conhecimento sobre seleção natural de graduandos em Ciências Biológicas

Knowledge about natural selection in Biological Sciences undergraduate students

Maria da Conceição Vieira de Almeida Menezes

mariaalmeida@uern.br

Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo

magffaraujo@gmail.com

Kleberson de Oliveira Porpino

klebersonporpino@uern.br

Resumo

O ensino de evolução biológica na educação básica apresenta dificuldades para aprendizagem do estudante. Muitas dessas dificuldades estão relacionadas ao não entendimento dos conteúdos que são trabalhados sobre o tema em sala de aula. Considerando que estudantes que chegam aos cursos de graduação em Ciências Biológicas podem apresentar dificuldades no entendimento sobre evolução biológica, o presente estudo objetivou fazer um levantamento dos conhecimentos de graduandos em Ciências Biológicas sobre seleção natural, conteúdo considerado fundamental para o entendimento da teoria evolutiva. Foi aplicado um questionário com 37 graduandos nas modalidades de licenciatura e bacharelado, este, constou de questões objetivas de múltipla escolha e uma questão interpretativa sobre seleção natural. Os resultados apontaram que os conhecimentos apresentados pelos graduandos sobre seleção natural ainda se encontram apoiados na ideia de evolução numa perspectiva Lamarckista, nesse sentido, entende-se que é necessário melhorar o ensino sobre evolução biológica com os graduandos participantes do estudo.

Palavras chave: evolução biológica, ensino, seleção natural

ABSTRACT

The teaching of biological evolution on primary education presents difficulties for student learning. Many of those difficulties are related to lack of understanding of the contents that are seen in the classroom about the subject. Considering that students who reach the undergraduate courses on Biological Sciences can display difficulties on the understanding of biological evolution, the present study aimed to survey the level of knowledge of undergraduate students in the Biological Sciences about natural selection, a subject deemed fundamental for the understanding of evolutionary theory. A questionnaire was applied to 37 students of the licentiate and baccalaureate modalities, with multiple-choice questions and a single interpretative question about natural selection. The results indicated that the knowledge exhibited by the undergraduate students about natural selection still leans on a Lamarckist perspective of evolution, and, in that regard, it was concluded that it's necessary to improve the teaching about biological evolution to the participants of the study.

KEYWORDS: Biological evolution, teaching, natural selection.

Introdução

A relevância do estudo e da compreensão acerca da teoria evolutiva é reconhecida, mas o ensino de seus conteúdos ainda é desafiador para professores e alunos. Muitas vezes, a aprendizagem de evolução biológica é vista como conflitante entre o saber científico e as crenças que as pessoas têm sobre a origem da vida. A abordagem conceitual desses temas se estabelece em uma dimensão muito própria de um conhecimento que requer capacidade para a abstração que extrapole a simples memorização de termos e significados (VALENÇA; FALCÃO, 2012).

Há conteúdos em evolução biológica cuja compreensão torna necessário relacioná-los a outros assuntos estudados, como é o caso, por exemplo, de seleção natural, considerado central para entender a teoria evolutiva. A apresentação clara de termos como herança gênica, adaptar e reprodução diferencial são cruciais para a compreensão da seleção natural e, portanto, há de ser considerada a melhor forma possível de apresentá-la para a aprendizagem do aluno.

Alguns estudos têm investigado o entendimento da teoria evolutiva por estudantes e professores, cujos resultados evidenciam que os equívocos ainda persistem (TIDON; LEWONTIN, 2004; SINATRA *et al.*, 2008; ABRAHAM *et al.*, 2009; CUNNINGHAM; WESCOTT, 2009; GREGORY, 2009; PAZZA *et al.*, 2010; WHITE; YAMAMOTO, 2011; OLEQUES *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2011; VALENÇA; FALCÃO, 2012).

O entendimento dos alunos sobre evolução biológica apontado por esses estudos concebe as ideias prévias ou preconcebidas que esses estudantes tinham a respeito dos assuntos de evolução. É importante ressaltar a importância dessas ideias prévias que os aprendizes trazem para a sala de aula e acompanham todo o processo de ensino e aprendizagem. Para Pozo e Crespo (2009), as concepções alternativas ou as ideias prévias dos alunos se estabelecem como indicador importante para mediar o ensino de conceitos científicos, porque é partindo dessas concepções que o professor consegue identificar o que o aprendiz sabe sobre dado assunto que se pretende ensinar.

Nesse sentido, as concepções alternativas não devem ser encaradas como problema para o ensino, pois é inevitável que o aluno chegue à escola com ideias preconcebidas a partir das leituras que tem sobre o mundo à sua volta, principalmente do convívio familiar e cultural. Portanto, essas ideias não podem ser ignoradas ou colocadas insistentemente como sendo erradas, mas apresentadas em diálogo com o saber científico para que ele possa confrontar aquilo que sabe com o conhecimento científico das disciplinas escolares.

Essas concepções devem ser encaradas como meio facilitador para a aprendizagem do aprendiz, uma vez que pode aproximá-lo do desconhecido, do ponto de vista da ciência, com o que ele disponibiliza de informação, mesmo que de forma equivocada ou errada, e assim fazer com que construa novos conceitos.

Um das tarefas primordiais do professor durante o processo de ensino e aprendizagem é possibilitar a compreensão dos estudantes sobre o que se está a ensinar, devendo lançar mão de recursos e estratégias que facilitem a transposição didática. No caso de se considerar os conhecimentos prévios que os alunos têm sobre determinado tema, cabe-lhe a oportunidade de oportunizar que novos saberes sejam construídos pelo educando, no sentido de tornar o ensino mais relevante e valorativo para esse sujeito.

Esse trabalho apresenta e discute os conhecimentos que graduandos em Ciências Biológicas, que ainda não estudaram o conteúdo de evolução biológica no curso superior, exprimem a partir de saberes apreendidos no ensino médio sobre seleção natural. O estudo objetivou identificar nos graduandos ingressantes no curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Rio Grande o conhecimento que eles apresentam sobre os assuntos de seleção natural

Metodologia

Abordagem metodológica do estudo

Para o tratamento dos dados, utilizou-se abordagem de pesquisa qualitativa e quantitativa, com metodologia adequada para esse tipo de estudo, em que uma técnica complementa a outra na descrição e explicação das informações coletadas (SERAPIONI, 2000).

Para Serapioni (2000), há diferença entre as duas abordagens em termos de validação. O método quantitativo apresenta validade externa, em que os resultados são generalizáveis, enquanto que o método qualitativo indica validade interna, no qual se sobressaem os aspectos específicos e particulares do objeto de investigação. Segundo o autor, a combinação dos métodos traz bons resultados para as pesquisas no campo das ciências sociais.

A pesquisa quantitativa é aplicada quando se pretende conhecer, através de um questionário, por exemplo, os índices comparativos de uma realidade empírica social a partir das opiniões e impressões dos indivíduos que fazem parte de determinado contexto. Nesse caso, cabe ao pesquisador delimitar o campo investigativo, fazendo o recorte de dada realidade, podendo ser uma escola, instituições, comunidades, entre outros (OLIVEIRA, 2005; MINAYO, 2008; CRESWELL, 2010). Já a pesquisa qualitativa dimensiona a interpretação dos dados das questões complexas e singulares do grupo investigado, procurando relatar as possíveis causas do fenômeno (OLIVEIRA, 2005; MINAYO, 2008; CRESWELL, 2010).

Instrumento de pesquisa – o questionário

O instrumento aplicado foi um questionário com questões de múltipla escolha e uma questão com situação que descrevia o processo de seleção natural – o aluno deveria interpretá-la e marcar a alternativa correta que correspondesse à explicação desse processo.

O questionário constituiu-se em três fases:

- a) Fase exploratória – realizou-se a revisão de estudos de questionários semelhantes e a partir daí elaborou-se a primeira versão;
- b) Fase de revisão – o questionário foi submetido a uma revisão científica por especialista da área de evolução biológica para correção e sugestões;
- c) Fase de consolidação – feitas as correções, o instrumento foi validado por especialista da área de evolução biológica e depois submetido ao comitê de ética da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, onde foi aprovado e deliberado para ser aplicado com os estudantes.

Amostra

A amostra contou com 37 (trinta e sete) alunos do curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, nas modalidades licenciatura e bacharelado.

À época da pesquisa, os alunos estavam cursando o primeiro, segundo e terceiro períodos, entre os turnos matutino e vespertino. Optou-se por esses períodos em razão da disciplina de Evolução Biológica não constar na oferta para os ciclos referenciados e não influenciar nas respostas dos alunos.

Procedimento de aplicação do questionário

O questionário foi aplicado em diferentes dias da semana, a partir de agendamento prévio com o professor responsável pela disciplina na qual ocorreu o momento de intervenção.

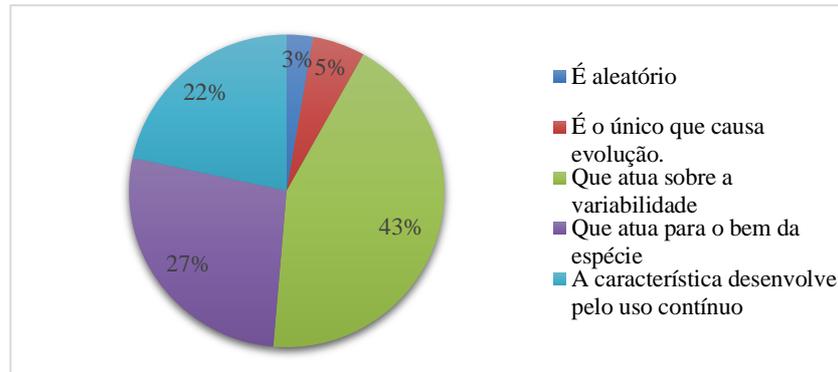
Os alunos responderam ao instrumento em sala de aula, com tempo entre vinte a vinte cinco minutos, sendo esse período cedido pelos professores que ministravam suas disciplinas naquela ocasião.

Antes de respondê-lo, o participante leu e assinou o termo de consentimento livre e esclarecido. Após a recolha desse documento como garantia para preservar o anonimato dos respondentes, entregou-se o questionário e uma caneta fornecida pelo pesquisador responsável. Os participantes se mostraram disponíveis e não houve qualquer rejeição para responder ao instrumento. À medida que terminavam, entregavam-no e saíam da sala de aula.

Resultados e discussão

Serão apresentados e discutidos os resultados das respostas dadas pelos alunos referentes ao questionário aplicado, conforme consta no gráfico 1. Do total de participantes, 43% acertaram a pergunta, respondendo que a seleção natural atua sobre a variabilidade existente nas populações, favorecendo os indivíduos que apresentam características hereditárias mais vantajosas em determinado ambiente.

Gráfico 1- Compreensão do aluno de seleção natural



Fonte: A pesquisa.

Por outro lado, 22% dos respondentes disseram que a seleção natural é um processo no qual o indivíduo desenvolve uma característica a partir de seu uso contínuo, decorrente das necessidades impostas pelas condições ambientais. Esse resultado é importante porque revela que o entendimento de evolução biológica por seleção natural para esses sujeitos está centrado na perspectiva lamarckista (LAWSON; THOMPSON, 1988; BISHOP; ANDERSON, 1990).

É necessário reforçar que discutir as ideias evolucionistas de Lamarck é importante do ponto de vista histórico, deixando claro que a base explicativa utilizada pelo cientista (lei do uso e desuso e da herança das características adquiridas) não teve sucesso para elucidar as mudanças evolutivas. Somente a partir das ideias evolucionistas de Darwin foi possível explicar que as características são herdáveis (WILLMER *et al.*, 2005; FREEMAN; HERRON, 2009; FUTUYMA, 2009), embora o naturalista também tivesse, sob muitos aspectos, adesão ao pensamento lamarckista.

O entendimento de que a seleção natural atua para o bem da espécie aparece em 27% das respostas dadas pelos alunos. Esse fato pode estar relacionado à ideia que persiste no educando, de que a seleção natural fornece aos organismos o que eles precisam, como se o ambiente previsse as necessidades dos indivíduos. Sabe-se que não há uma intenção no processo de seleção natural para a sobrevivência do organismo, o que acontece é a sua atuação sobre a variação genética da população (COYNE, 2012; EL-HANI *et al.*, 2015). As ideias que persistem nos alunos para a compreensão da evolução centrada no pensamento lamarckista e na intencionalidade revelam que o ensino desse conteúdo no ensino médio vem sendo tratado de maneira superficial, não oportunizando o seu aprofundamento. O que poderia permitir a melhoria do estudo de evolução seria promover o avanço na apreensão por esse sujeito da teoria, fazendo-lhe entender que esse estudo não se restringe apenas ao exemplo do pescoço da girafa atribuída a Lamarck, tão difundida pelo livro didático, e nem que a evolução é sinônimo de progresso e melhoria da espécie (TIDON; VIEIRA, 2009).

Reconhece-se que uma mudança conceitual não se descobriu rapidamente, mas exige trabalho pedagógico que implemente atividades desafiadoras, capazes de colocar o aluno em situações de aprendizagem que o faça refletir e conflitar cognitivamente a construção conceitual, que não se encontra correspondida ao saber cientificamente estabelecido (GIORDAN; VECCHI, 1996). Nesse sentido, uma forma mais adequada de se abordar a seleção natural com o aluno do ensino médio poderá ser através de estratégia que o desafie como, por exemplo, ao propor uma questão-problema a ser resolvida que retrate dada situação envolvendo o conteúdo de evolução



biológica (POZO, 2002). É importante destacar que a realidade do problema a ser proposto deve estar próxima daquilo que o educando dispõe de conhecimento sobre o assunto, para que possa confrontar suas ideias e avaliá-las com o que está estabelecido enquanto teoria científica (GIORDAN; VECCHI, 1996; SINATRA *et al.*, 2008; EL-HANI *et al.*, 2015).

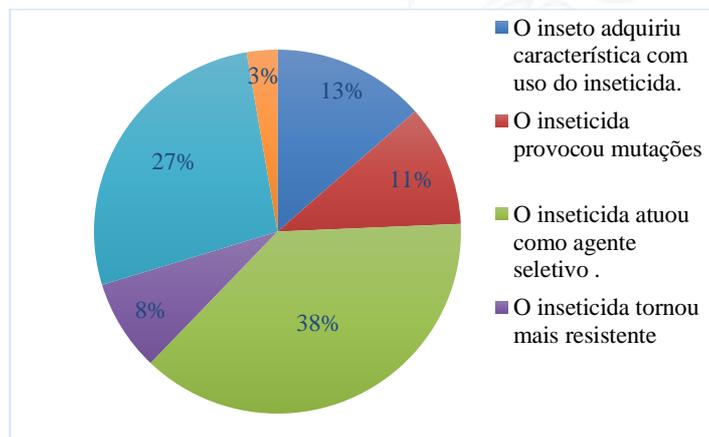
O resultado sinaliza que apesar de um percentual de alunos ter acertado a questão, ainda há um entendimento da evolução biológica por seleção natural que precisa ser melhorado. É preciso, pois, romper a ideia de seleção natural como processo que tem uma finalidade, direção e que aperfeiçoa (GREGORY, 2009; PAZZA *et al.*, 2010; COYNE, 2012).

Compreender o conceito de seleção natural é fundamental para entender a biologia evolutiva, embora se saiba que esse processo não é o único que explica uma mudança evolutiva. Entretanto, nos ajuda a apreender como uma espécie possuidora de genes que produzem adaptações mais adequadas para dado ambiente se tornam frequentes com o tempo, contribuindo para a compreensão de como se dão os processos evolutivos (MEYER; EL-HANI, 2005; ABRAHAM *et al.*, 2009; FUTUYMA, 2009; GREGORY, 2009; PAZZA *et al.*, 2010; COYNE, 2012).

Seleção natural aplicada a uma situação de contexto hipotético

Para essa questão, os alunos teriam que analisar um texto sobre a resistência do inseto quanto ao uso de inseticida e depois marcar a alternativa correta referente ao conceito de seleção natural. As respostas foram diversas, e 38% dos alunos acertaram-na (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Situação hipotética sobre seleção natural



Fonte: A pesquisa.

Entre as outras alternativas marcadas, consideradas incorretas, obteve-se o seguinte resultado: a) 27% responderam à questão dizendo que a resistência adquirida pelos insetos após a aplicação do inseticida foi transmitida para as gerações seguintes; b) 13% disseram que se tratava de um caso de seleção natural em que o inseto havia adquirido resistência com o uso do inseticida; c) 11% apontaram que as mutações foram provocadas pelo inseticida, que eliminou os insetos sensíveis e favoreceu a multiplicação de insetos resistentes; e d) 8% indicaram que o inseticida provocou modificações fisiológicas, tornando o organismo cada vez mais resistente.

Ao observar atentamente as respostas nas diferentes alternativas consideradas erradas, é possível perceber que prevaleceram principalmente duas ideias: a de que um agente externo, no caso o inseticida, tornou o indivíduo mais resistente; e que a resistência adquirida foi transmitida para as gerações.

Totalizando-se o percentual de alunos que responderam às diferentes alternativas, mas que chegaram a uma ideia em comum, considera-se que 59% dos alunos apresentaram uma percepção sobre evolução, dimensionada apenas para um aspecto. Identificou-se, claramente, que nesses respondentes prevalece a noção na perspectiva da teoria evolutiva de Lamarck, segundo a qual uma característica adquirida por influência do meio é repassada para a prole.

É importante destacar, quando se discute a ideia de a característica adquirida ser repassada para a geração seguinte e que se encontra cristalizada no pensar do aluno que a dimensão dada a esse conhecimento no contexto do ensino de evolução é feita de forma determinista e focada apenas para o exemplo do pescoço da girafa acaba por estigmatizar uma ideia caricatural do próprio Lamarck.

Cabe discutir aqui que o professor pode enriquecer o debate em sala de aula a respeito das ideias de Lamarck, introduzindo o estudo da epigenética e contribuindo para que o aluno compreenda que as alterações na expressão de genes podem ocorrer em decorrência de fatores ambientais sem que haja alteração na sequência do DNA; que essas modificações podem ser transmitidas para a geração futura. Desse modo, oportuniza-se ao aprendiz discutir acerca da influência do ambiente sobre nosso desenvolvimento, ou seja, concorre-se a fazê-lo entender que a ideia de Lamarck, da forma como é enfatizada pelo livro didático, reduz uma questão importante e complexa a um mero prolongamento de pescoço de um animal.

Entende-se que o estudo da epigenética aprofunda a percepção do aluno sobre a relação ambiental que há entre os seres vivos e pode melhorar seu entendimento de que indivíduos possuem a mesma sequência de DNA, como no caso de gêmeos, que podem expressar comportamentos diferentes a depender dos estímulos recebidos do ambiente no qual estão inseridos e que esses comportamentos podem influenciar as gerações futuras (RIVAS *et al.*, 2019).

Os resultados desse estudo nos levam a inferir que a razão de os alunos apresentarem um conhecimento de evolução biológica na perspectiva lamarckista pode estar relacionada ao fato de no ensino médio o aprendizado de evolução biológica ter ocorrido com foco nas ideias de Lamarck, uma vez que o clássico exemplo do pescoço da girafa é bastante explorado, principalmente nos livros didáticos, o que acaba por ficar internalizado em suas memórias (MEYER; EL-HANI, 2005; CORRÊA *et al.*, 2010; FRANCO; KATO, 2015).

Não se trata de negar que as ideias de Lamarck não sejam estudadas ou menos científicas, mas o ensino de evolução na escola básica não pode se restringir apenas a esse fato. Os conteúdos devem ser trabalhados na perspectiva de o aluno entender como se dá o conhecimento e a validação das teorias para um dado momento histórico, as quais vão sendo refutadas à medida que novos achados são comprovados e sustentados pela ciência (MEYER; EL-HANI, 2005; FRANCO; KATO, 2015).

Os resultados evidenciam que a compreensão conceitual advinda de um percentual significativo de alunos sobre seleção natural está incorreta, ressaltada a partir das afirmativas marcadas, cujas ideias explicativas a partir da teoria de Lamarck contrasta com o que ocorre no processo de seleção natural. É necessário, diante disso, romper com um ensino de evolução que parece ainda



estar voltado para ideias-chave que contribuem para gerar equívocos, distorções e erros conceituais sobre esse conteúdo (GREGORY, 2009; CORRÊA *et al.*, 2010; PAZZA *et al.*, 2010; YATES; MAREK, 2013).

Outro fator que pode influenciar o aluno a manter a ideia de evolução baseada no pensamento lamarckista, está relacionado às próprias concepções que os professores têm de evolução. Muitas vezes, em decorrência de uma formação fragilizada, falta-lhes o domínio do conteúdo teórico de evolução biológica ao ministrar suas aulas, o que acaba por gerar confusões nas explicações entre o pensamento lamarckista e o neodarwinismo (VALENÇA; FALCÃO, 2012).

Tidon e Lewontin (2004) apontaram em seus estudos com professores que parte significativa desses educadores apresentaram concepções lamarckistas, sobressaindo-se em suas respostas a ideia de evolução biológica como progresso e com intencionalidade. Além da má formação do professor em sua base científica, há também um agravante referente à sua formação pedagógica, tornando a transposição didática desse conteúdo na escola ainda mais problemática (VALENÇA; FALCÃO, 2012).

Considerações finais

O estudo aqui apresentado traz dados importantes sobre a compreensão de graduandos que ainda não estudaram sobre o tema de evolução biológica no seu curso de graduação e que, portanto, trazem seus saberes sobre o tema a partir do que foi estudado na Educação Básica.

Os dados mais proeminentes levantados por esta pesquisa, evidenciam que os entendimentos dos alunos sobre seleção natural ainda estão centrados na ideia de processos evolutivos apoiadas por preceitos Lamarckistas, nesse sentido, entende-se que o estudo de evolução biológica no ensino básico desses estudantes, não dimensionou o ensino e aprendizagem sobre o tema de modo a ser superadas ideias distorcidas sobre evolução, como por exemplo, a ideia de que características podem ser adquiridas e transmitidas aos descendentes.

O ensino de evolução biológica ainda é problemático no ensino básico, é necessário melhorar o entendimento do estudante sobre esse assunto porque só é possível compreender a Biologia numa perspectiva evolutiva. Ademais, é necessário um ensino sobre a temática que dimensione as questões relacionadas a adaptação, sobrevivência e reprodução da espécie para uma melhor compreensão do aluno sobre seleção natural. É importante destacar que um ensino pautado na descrição e memorização de termos e conceitos da biologia evolutiva não oportuniza o estudante se aprofundar e entender os conteúdos trabalhados de forma mais reflexiva e crítica, e que, portanto, faça sentido para ele.

Referências

ABRAHAM, J. K. *et al.* Undergraduate Student Misconceptions about Natural Selection with an Interactive Simulated Laboratory. **Evolution Education and Outreach**, v.2, n. 3, p. 393-404, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12052-009-0142-3>. Acesso em: 12 abr. 2013.

BISHOP, B. A.; ANDERSON, C. W. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, n. 27, p. 415–427, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.3660270503>. Acesso em: 10 jun. 2013.

CORRÊA, A. L. *et al.* História e Filosofia da Biologia como ferramenta no Ensino de Evolução na formação inicial de professores de Biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 5, n. 2, p. 217-237, 2010. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-05-2/FHB-5-2-12-Andre-Correa-Elaine-Araujo-Fernanda-Meglhioratti-Ana-Caldeira.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2013.

COYNE, J. A. **A evidência da evolução**: porque é que Darwin tinha razão. [S. l.]: Ed tinta-da-china, 2012.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CUNNINGHAM, D. L.; WESCOTT, D.J. Still More “Fancy” and “Myth” than “Fact” in Students’ Conceptions of Evolution. **Evolution: Education and Outreach**, n. 2, p. 505-517, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12052-009-0123-6>. Acesso em: 15 maio 2013.

EL-HANI, C. N. *et al.* Conceptual Profiles: Theoretical-methodological Grounds and Empirical Studies. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 167, p. 15-22, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.636>. Acesso em: 05 ago. 2017.

FRANCO, R. A. G.; KATO, D. S. As concepções sobre as teorias evolutivas em licenciandos em ciências biológicas e suas implicações para o ensino. **Educação**, v. 5, n. 1, p. 9-24, 2015. Disponível em: <https://claretiano.edu.br/revista/72/revista-educacao>. Acesso em: 05 ago. 2017.

FREEMAN, S.; HERRON, J. C. **Análise evolutiva**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FUTUYMA, D.J. **Evolution**. 2. ed. [S. l.]: Sinauer Associates, 2009.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GREGORY, T. R. Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. **Evolution: Education and Outreach**, v. 2, p. 156-175, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12052-009-0128-1>. Acesso em: 15 maio 2013.

LAWSON, A. E.; THOMPSON, L. D. Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 25, p. 733-746, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.3660250904>. Acesso em: 15 maio 2013.

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

MINAYO, M. C. S. (org). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 27. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

OLEQUES, L. C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L.; BOER, N. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. **Revista Eletrônica de Ensino de Ciências**, v.

10, n. 2, p. 243-263, 2011. Disponível em:
http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART2_VOL10_N2.pdf. Acesso em: 12 abr. 2017.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Recife: Ed Bagaço, 2005.

PAZZA, R.; PENTEADO, P. R.; KAVALCO, K. F. Misconceptions About Evolution in Brazilian Freshmen Students. **Evolution: Education and Outreach**, v. 3, p. 107–113, 2010. Disponível em: <https://evolution-outreach.biomedcentral.com/articles/10.1007/s12052-009-0187-3>. Acesso em: 12 abr. 2013.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. Ed. Artmed: Porto Alegre, 2009.

RIVAS, M. P.; TEIXEIRA, A. C. B.; KREPISCHI, A. C. V. Epigenética: conceito, mecanismos e impacto em doenças humanas. **Genética na Escola**, v. 14, n. 1, p.14-25, 2019.

SERAPIONI, M. Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa social em saúde: algumas estratégias para a integração. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 5, n. 1, p. 187-192, 2000. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232000000100016>. Acesso em: 27 out. 2017.

SINATRA, G. M; BREM, S. K.; EVANS M. E. Changing minds? Implications of conceptual change for teaching and learning about biological evolution. **Evolution: Education and Outreach**, v. 1, p. 189–195, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12052-008-0037-8>. Acesso em: 12 jul. 2017.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 124-31, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572004000100021>. Acesso em: 05 abr. 2013.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da Evolução Biológica: um desafio para o século XXI. **Com Ciência: revista eletrônica de jornalismo científico**, n. 107, 2009. Disponível em: http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 05 abr. 2013.

VALENÇA, C. R.; FALCÃO, E. B. M. Teoria da evolução: Representações de professores pesquisadores de biologia e suas relações com o ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 471-486, 2012. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_2_11_ex623.pdf. Acesso em: 05 abr. 2013.

WHITE, B. T.; YAMAMOTO, S. Freshman Undergraduate Biology Students difficulties with the Concept of Common Ancestry. **Evolution: Education and Outreach**, v. 4, p. 680–687, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12052-011-0366-x>. Acesso em: 12 maio 2013.



WILLMER, P.; STONE, G.; JOHNSTON, I. **Environmental physiology of animals**. 2. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2005.

YATES, T. B.; MAREK, E. A. Is Oklahoma really OK? A regional study of the prevalence of biological evolution-related misconceptions held by introductory biology teachers.

Evolution: Education and Outreach, v. 6, p. 6, 2013. Disponível em:
<https://doi.org/10.1186/1936-6434-6-6>. Acesso em: 12 ago. 2017.

