

AVALIAÇÃO DE CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES COM ENFOQUE NO ENSINO DE BOTÂNICA

Natalia Pirani Ghilardi-Lopes (1); Tatiani Santana da Silva (2)

(1) *Universidade Federal do ABC*, Email: natalia.lobes@ufabc.edu.br; (2) *Universidade Federal do ABC*, Email: tatiani.santana@ufabc.edu.br

Resumo: O ensino de biodiversidade vegetal com enfoque evolutivo é encarado com dificuldade tanto por professores em formação quanto por aqueles em exercício. O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar um curso de formação inicial e continuada de professores sobre ensino de botânica para a educação básica utilizando como eixo estruturador o enfoque filogenético, o ensino por investigação e o pensamento em árvore. O curso de 11h trabalhou: 1) os conceitos de plantas e algas e como estes conceitos são apresentados nos livros didáticos; 2) a leitura e construção de cladogramas e 3) um exercício de botânica com enfoque filogenético destinado a alunos da educação básica. Questionários foram aplicados antes e depois do curso. As respostas fechadas foram quantificadas e as respostas abertas foram analisadas por análise de conteúdo. Participaram do curso 27 professores. No questionário prévio, observou-se que; 1) nenhum professor conseguiu definir adequadamente as plantas; 2) a concepção alternativa de que evolução significaria aumento de complexidade foi comum e 3) muitos professores apresentam dificuldades na leitura de cladogramas, entendendo erroneamente que grupos atuais poderiam ser ancestrais de outros grupos atuais (como, por exemplo, algas verdes sendo ancestrais das demais plantas verdes). Ao final do curso, as plantas passaram a ser definidas como um grupo natural que apresenta plastídeo primário como sinapomorfia e as algas foram compreendidas como um grupo não-natural. Além disso, os exercícios permitiram a compreensão dos conceitos de sinapomorfia, clado, cladograma, ancestral e grupo-irmão e os principais erros de leitura de cladogramas foram trabalhados. Discutiu-se também a diferença entre evolução e aumento de complexidade. Finalmente, o exercício voltado para estudantes da educação básica forneceu um exemplo prático de como é possível trabalhar o ensino de botânica dentro da perspectiva filogenética. O curso promoveu a alteração da concepção desatualizada de plantas e algas que os professores possuíam e permitiu a eles enxergar a possibilidade de se trabalhar a biodiversidade vegetal na educação básica dentro de um enfoque evolutivo, a partir de um exemplo prático.

Palavras-chave: ensino com enfoque evolutivo, Plantae, cladograma.

INTRODUÇÃO

Uma dificuldade encontrada pelos professores de Ciências e Biologia no ensino de botânica está relacionada ao próprio conceito de plantas. Nos livros didáticos, é comum verificarmos que a forma como a diversidade biológica é trabalhada ainda se baseia em ideias aristotélicas de subdivisão dos seres vivos em “animais”, “plantas” e “seres humanos” (BOS, 2010). No caso das plantas, é comum encontrarmos definições como “seres que produzem seu próprio alimento, que são imóveis e possuem raízes, caules e folhas, reproduzindo-se por sementes”. A ênfase dada ao ensino sobre as plantas terrestres no ensino de botânica durante a educação básica também não contribui para uma visão mais atualizada do conceito de plantas. Soma-se a isso o ensino das algas, que normalmente nos livros didáticos são parcialmente classificadas dentro de Protista, grupo proposto pela classificação de cinco reinos de Whittaker (1969) e que não faz parte do paradigma

biológico atual, uma vez que inclui seres eucariontes unicelulares sem um ancestral comum hipotético mais recente exclusivo.

Atualmente, as plantas são definidas como um grupo monofilético constituído apenas por organismos eucariontes que possuem cloroplasto primário (cloroplasto com duas membranas, supostamente originado a partir de um evento de endossimbiose primária entre um eucarionte não fotossintetizante e uma cianobactéria) e pelo ancestral comum hipotético mais recente deles. Fazem parte deste grupo as algas Glaucophyta, as algas Rhodophyta (algas vermelhas) e as Viridiplantae (plantas verdes, que incluem as algas verdes e plantas terrestres) (ARCHIBALD, 2009; KEELING, 2004).

Sendo assim, para que a visão das plantas dentro de um contexto filogenético e evolutivo possa chegar até as escolas, faz-se necessário trabalhar a formação inicial e continuada de professores de ciências e de biologia. Além disso, é fundamental que se repensem os livros didáticos de biologia, os quais em sua maioria ainda não atendem as recomendações de um ensino de biodiversidade com enfoque ecológico-evolutivo (BRASIL, 1998; 2006; SANTOS E KLASSA, 2012).

Não é tarefa trivial para o professor transformar noções pré-concebidas sobre as plantas em um discurso cientificamente consistente e preciso. A mudança conceitual pressupõe que o aprendizado sobre este conceito faça sentido ao aluno, o qual deve ser estimulado a construir uma representação coerente deste novo conceito, e não apenas memorizá-lo mecanicamente (GRAVINA E BUCHWEITZ, 1994). Uma possibilidade de se trabalhar a construção do conceito de plantas e também de estimular a percepção das mesmas dentro de um contexto evolutivo é por meio do trabalho com a leitura e construção de cladogramas pelos estudantes (LOPES, 2015).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é o de relatar e avaliar um curso de formação de professores com enfoque no ensino de botânica, no qual foi trabalhado o ensino de botânica por investigação em conjunto com o “pensamento em árvore” (tree-thinking) — ou seja, a compreensão filogenética da biodiversidade (SANTOS E CALOR, 2008; MEISEL, 2010; NOVICK; SCHREIBER; CATLEY, 2014; GHILARDI-LOPES, 2015; D'AMBRÓSIO; FREITAS; SANTOS, 2016; NOVICK E CATLEY, 2016; BALLEEN E GREENE, 2017).

PERCURSO METODOLÓGICO

O curso de formação de professores foi realizado no Laboratório Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão – LIEPE da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Participaram do curso 27 professores, sendo 19 mulheres, com uma faixa etária dos 20 a 53 anos de idade; e 8 homens, entre 20 e 33 anos de idade, sendo todos os participantes da região Nordeste brasileira.

O curso foi dividido em cinco etapas obedecendo a uma carga horária de 11 h (Tabela 1). Previamente ao início do curso, os professores responderam a um questionário semiestruturado, composto por 6 questões, que tinha por objetivo analisar os conhecimentos prévios dos participantes do curso. Após a realização de todas as etapas, no final do curso, os alunos responderam novamente a um questionário com o objetivo de avaliar o que mudou em suas concepções.

As respostas dadas pelos alunos foram tabuladas em planilhas no Excel. As questões abertas foram analisadas seguindo os pressupostos teóricos da análise do conteúdo, onde foi realizada a preparação das informações; unitarização ou transformação do conteúdo em unidades; a categorização ou classificação das unidades em categorias; a descrição; e por fim, interpretação dos dados obtidos (BARDIN, 2011).



Tabela 1: Descrição das etapas realizadas durante o curso de formação de professores realizados no LIEPE da UFPB.

<i>Etapa</i>	<i>Descrição</i>
Aula teórica sobre o conceito de plantas e as classificações atualmente mais aceitas pela comunidade científica para plantas e algas (carga horária de 3 h).	<ul style="list-style-type: none"> - Introdução ao conceito de sinapomorfia; - Levantamento de características que poderiam ser consideradas como as sinapomorfias de plantas; - Divisão em grupos e leitura de texto com a definição atual do grupo natural denominado Plantae ou Archaeplastida; - Aula teórico-expositiva sobre o panorama histórico da classificação das plantas (de Aristóteles a Woese; Kandler; Wheelis, de 1990, passando por Lineu, Haeckel e Whittaker) - construção do conceito atualizado de plantas como Plantae; - Conversa sobre o conceito de algas como um grupo não natural, já que algumas algas são plantas e outras (que possuem cloroplasto secundário), não são.
Análise de livros didáticos (duração de 1h)	- Análise do conceito de plantas e algas presentes em diferentes livros didáticos de Ciências e Biologia disponíveis no acervo do LIEPE
Aula teórica: concepções alternativas de estudantes sobre a botânica (duração de 2h)	Comentou-se sobre a aprendizagem descontextualizada, fragmentada e não significativa, a falta de articulação dos conceitos com o pensamento evolutivo e as concepções alternativas dos estudantes em relação à botânica (conforme BIZOTTO; GHILARDI-LOPES; SANTOS, 2016).
Exercício de leitura e construção de cladograma (duração de 3h)	<ul style="list-style-type: none"> - Exercício no qual trabalharam-se os conceitos de sinapomorfia, clado, cladograma, ancestral e grupo-irmão; - Professores também treinaram a construção de um cladograma, tendo como base características de quatro plantas hipotéticas fornecidas.
Exercício por investigação com enfoque evolutivo voltado para o ensino de botânica na educação básica (duração de 2h)	- Atividade em grupo pelos professores, envolvendo um exercício presente em um livro didático de Ciências (TONIDANDEL; LOPES; FERREIRA, 2014), o qual apresenta enfoque investigativo e estimula o pensamento em árvore. Neste exercício, os estudantes são instigados a inferir, a partir da construção de um cladograma das plantas e do pensamento em árvore, qual grupo de plantas deveria ser pesquisado por um cientista para a produção de um perfume.

Fonte: Dados da pesquisa

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Questionário prévio

Previamente ao curso, observou-se que as principais palavras-chave utilizadas pelos professores para a definição do conceito de plantas foram: seres vivos (59,25%), eucariontes (18,52%), pluricelulares (33,33%), fotossintetizantes (66,67%) e clorofilados (14,81%). Dois professores ainda mencionaram a característica de “imobilidade”, um citou “parede celular e vacúolo” e outro citou “raiz, caule e folhas”. Esse resultado reflete aquilo que é também observado nos livros didáticos de biologia, com a definição vaga e errônea de plantas estando presente nos professores.

Com relação ao que os professores achavam de suas aulas de Botânica na escola, foram comuns relatos, como o do participante A02, de que as aulas eram “bastante superficiais, simplesmente conteudistas teoricamente e sem nenhuma atividade prática”, ou seja, a relação teórico-prática não existe. De acordo com Saviani (1996, p.154):

A teoria exprime interesses, objetivos e finalidades, se posicionando a respeito de qual rumo a educação deve tomar sentido, a teoria não é apenas aquela que retrata ou faz constatação do existente, mas também é orientadora de uma ação que permita mudar a realidade. Quanto à prática educacional, ela é entendida como sendo sempre o ponto de partida e o ponto de chegada.

Observa-se que prática e teoria no cotidiano escolar devem receber a mesma dosagem de atenção, tendo em vista o enriquecimento do trabalho escolar, uma vez que a teoria vem da indagação na busca de respostas que é respondida na prática, ou seja, a teoria é indissociável da prática.

Segundo Tardif (2002, p.16), aquilo que se chama de “teoria, de saber” ou de “conhecimento” existe somente por meio de um sistema de práticas e de atores que as produzem e as assumem.

A partir do questionário, também foi possível constatar que 92,6% dos professores acredita ser difícil entender a história evolutiva das plantas porque elas não deixam registro fóssil. Já 3,7 % acredita que só é possível compreender a história daqueles grupos de plantas que apresentam representantes formadores de árvores, pois só elas apresentam registro fóssil. Para 81,5% dos

professores, a complexidade existente na compreensão da história evolutiva das plantas deve-se à falta de registro fóssil, e que elas só passaram a deixar um registro fóssil maior a partir dos surgimentos de tecidos condutores (xilema e floema) e de sustentação (lignina). Um exemplo de registro fóssil, restos de plantas fossilizadas, para 70,4% dos professores, é o carvão mineral. Esses dados mostram como é importante que cursos superiores de biologia trabalhem mais a questão da história das plantas e seu registro fóssil (como o deixado pelos esporos, por exemplo).

De todos os grupos de plantas, as angiospermas foram consideradas as mais complexas para 81,5% dos professores, uma vez que as mesmas apresentam estruturas como raiz, caule, folhas, flores e frutos de diversos tipos. Com relação às samambaias, traqueófitas que se disseminam apenas por esporos, 74,1% dos professores acreditam que elas são mais evoluídas que as briófitas, e menos evoluídas que as gimnospermas. Essa confusão entre os conceitos de complexidade e evolução é bastante comum pois, no senso comum, a palavra evolução é usada com significado diferente do usado em Biologia, contribuindo para a disseminação de concepções alternativas como essa de que um grupo que apresenta maior complexidade estrutural é mais evoluído do que outros grupos menos complexos estruturalmente (ARROIO, 2006; BIZOTTO; GHILARDI-LOPES; SANTOS, 2016).

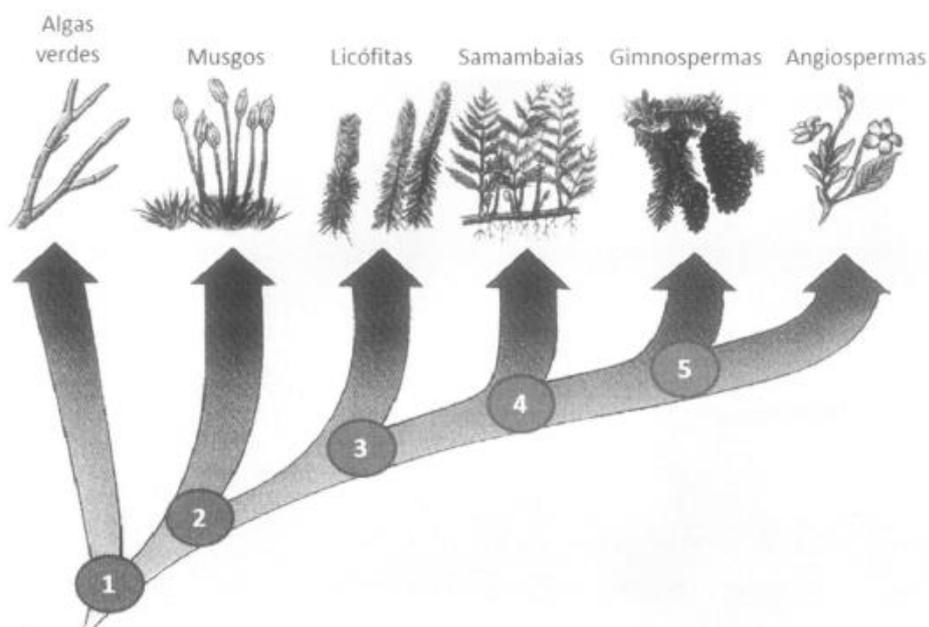
70,4% dos professores concordam com a afirmação de que todos os grupos de plantas terrestres (musgos, samambaias, gimnospermas e angiospermas) compartilham um ancestral. Entretanto, 55,6% dos professores concordam parcialmente com a afirmação de que todas as plantas que apresentam raiz tuberosa (com reserva nutritiva) pertencem ao mesmo grupo natural, e que elas são mais próximas entre si do que qualquer outra que não tenha este tipo de raiz, erro também encontrado para alunos recém-saídos do ensino médio (BIZOTTO; GHILARDI-LOPES; SANTOS, 2016).

Poucos professores (7,4%) discordaram completamente da afirmação errônea e finalista presente no questionário prévio de que “As plantas podem se adaptar a diferentes tipos de ambientes, como os cactos, por exemplo, que criaram espinhos para reduzir a perda de água e para se protegerem dos herbívoros”, indicando que a maioria ainda possui uma compreensão deficiente do processo de evolução por seleção natural.

Finalmente, foi solicitado aos professores que analisassem uma imagem (Figura 1) e explicassem com suas palavras o que esta imagem representava, além de circular os possíveis termos desconhecidos.



Figura 1: Imagem presente no questionário prévio e objeto de análise dos professores.



Fonte: BIZOTTO; GHILARDI-LOPES; SANTOS (2016)

Apenas 29,6% dos professores circularam termo(s) que para eles eram desconhecidos, sendo que todos que assinalaram apontaram o termo “Licófitas” como desconhecido. Ao descreverem a imagem, apesar da maioria dos professores ter respondido que a imagem representava a evolução das plantas (66,6%), os principais erros cometidos foram: 1) a descrição do cladograma como uma “escala” evolutiva, indo de grupos menos evoluídos para grupos mais evoluídos (22,22%); 2) a linearidade evolutiva, ou seja, a noção contrária à perspectiva filogenética (SANTOS E KLASSA, 2012) de que grupos atuais deram origem a outros grupos atuais, como a menção equivocada de que as algas verdes seriam ancestrais das demais plantas verdes (29,62%).

Ainda com relação à imagem, foi questionado aos professores o que seriam os números nela representados. Apenas 33,3% se aproximou do que seria considerado a resposta correta, que os números representam os ancestrais hipotéticos dos grupos da árvore.

Etapas do Curso

Durante a análise dos livros didáticos, notou-se que, apesar da recomendação de que o ensino de Ciências e Biologia em todos os níveis tenha um enfoque ecológico-evolutivo (BRASIL, 1998; 2001), grande parte dos livros didáticos ainda apresenta uma abordagem factual e utilitarista da Botânica; e as classificações botânicas apresentadas nos livros ainda seguem, em sua maioria, a proposta dos cinco reinos de Whitakker, desatualizada desde a década de 1990.



Durante o exercício de leitura e construção de cladogramas, notou-se que os professores apresentavam uma dificuldade, proveniente de sua formação, relacionada ao entendimento da biodiversidade dentro da perspectiva filogenética. Entretanto, ao longo do exercício eles foram relatando que ficou mais fácil entender os cladogramas e que sua construção não era difícil, mas este processo necessitava de tempo. Aos poucos, foram deixando para trás a confusão entre “evolução” e “aumento de complexidade” e a ideia equivocada de que grupos atuais seriam ancestrais de outros grupos também atuais. O mesmo pode ser observado no exercício da apostila de ensino médio (TONIDANDEL; LOPES; FERREIRA, 2014) que foi executado por eles. Eles inicialmente relataram que seria difícil para o professor trabalhar a leitura e construção de cladogramas com estudantes da educação básica, pois eram habilidades complexas. Todavia, ao final do exercício, eles notaram que havia a possibilidade de se ensinar botânica com um enfoque evolutivo, desde que este enfoque fosse trabalhado gradualmente com os estudantes.

Questionário pós

Após a execução do curso, foi aplicado o questionário pós, respondido por apenas 20 dos 27 professores participantes do curso.

A análise das respostas dadas pelos professores permitiu notar que eles mudaram sua forma de pensar e compreender as plantas. Quando perguntados sobre como definiriam as plantas, 95% mencionou os plastídeos primários como uma característica fundamental para a definição do grupo. Já quando perguntados sobre as algas, os mesmos passaram a considerar que elas não formam um grupo natural, podendo ser definidas como seres predominantemente aquáticos com clorofila *a* e fotossintetizantes.

Quando questionados sobre a possibilidade de se trabalhar a Botânica com enfoque evolutivo na escola, 95% consideraram ser possível e apenas um professor (5%) ficou na dúvida sobre esta possibilidade. Para aqueles que consideraram possível, o domínio do conteúdo, o conhecimento sobre leitura e construção de cladogramas e o planejamento destas atividades seriam os principais fatores que auxiliariam neste processo (Tabela 2).

Todos os professores participantes da pesquisa consideraram proveitoso participar do curso para sua formação, seja ela inicial ou continuada, e alegaram que o curso possibilitou enxergar novas formas de ensinar botânica.



Tabela 2: Descrição das necessidades apresentadas pelos professores para se trabalhar a Botânica com enfoque evolutivo em sala de aula.

<i>Necessidades</i>	<i>Nº de repetições</i>
Domínio de conteúdo, enfoque teórico e conhecimento em cladogramas	8
Espontaneidade por parte do professor	2
Construtivismos em sala de aula	2
Planejamento e atividades lúdicas, dinâmicas e práticas	8
Material didático de qualidade	5
Formação de professores de qualidade, tanto inicial quanto continuada	4

Fonte: Dados da pesquisa

Ao solicitar sugestões de materiais-didáticos-pedagógicos que poderiam ser utilizados para se trabalhar os temas discutidos no curso, os professores elencaram vários tipos (Tabela 3).

Tabela 3: Descrição dos materiais-didáticos-pedagógicos sugeridos pelos professores participantes do curso de formação sobre os temas trabalhados no curso.

<i>Materiais-didáticos-pedagógicos</i>	<i>Nº de repetições</i>
Material Botânico	3
Jogos e Vídeos	3
Construção de cladogramas	3
Modelos didáticos	4
Enfoque prático	1
Discussões em grupo	1
Mapas conceituais	1
Oficinas	1

Fonte: Dados da pesquisa

Ao final do curso, a conclusão que os professores participantes chegaram foi a de que é de suma importância trabalhar o enfoque filogenético no ensino de Botânica, pois desta forma o aprendizado do conteúdo torna-se mais proveitoso, interessante e menos memorístico e cansativo.

CONCLUSÃO

O curso de formação inicial e continuada ministrado no LIEPE da UFPB promoveu a alteração da concepção desatualizada de plantas e algas que os professores possuíam e permitiu a eles enxergar a possibilidade de se trabalhar a biodiversidade vegetal na educação básica dentro de um enfoque evolutivo, a partir de um exemplo prático.

REFERÊNCIAS

- ARCHIBALD, J. M. The Puzzle of Plastid Evolution. **Current Biology**, Cambridge, v. 19, n. 2, p. R81-R88, jan. 2009.
- ARROIO, A. Concepções alternativas como barreiras no aprendizado de ciências. **Revista Eletrônica de Ciências**, São Carlos, v. 31, p.1-2, fev. 2006.
- BALLEN, C. J.; GREENE, H. W. Walking and talking the tree of life: Why and how to teach about biodiversity. **PLoS biology**, San Francisco, v. 15, n.3, e2001630, mar. 2017.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 1º Edição. Lisboa: Edições 70, 280p., 2011.
- BIZOTTO, F. M.; GHILARDI-LOPES, N. P.; SANTOS, C. M. D. A vida desconhecida das plantas: Concepções de alunos do Ensino Superior sobre evolução e diversidade das plantas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 15, n. 3, p. 394-411, 2016.
- BOS, A. P. Aristotle on the differences between plants, animals, and human beings and on the elements as instruments of the soul (De Anima 2.4.415b18). **The Review of Metaphysics**, Washington DC, v. 63, n. 4, p. 821-841, jun. 2010.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. MEC/SEF, Brasília, 1998.
- BRASIL. MEC; CNE; CES. Parecer CNE/CES nº 1.301, de 6 de novembro de 2001. **Aprova as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura)**. MEC, Brasília, 2001.
- BRASIL. SEB. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2), 2006.
- D'AMBROSIO, M.; FREITAS, A. V. L.; SANTOS, F. S. Investigating how undergraduate Biological Sciences students understand tree-thinking: results from two Brazilian institutions. 9 p. **In: XVII IOSTE Symposium**, Braga, 2016.

- GHILARDI-LOPES, N. P. Galerias Contemporâneas. **In:** Águas Livres: A Biodiversidade no Ensino Básico. P. L. Lopes (Ed.). Rio de Janeiro: Editora Autografia, p. 383-395, 2015.
- GRAVINA, M. H.; BUCHWEITZ, B. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 16, n. 1-4, p. 110-119, 1994.
- KEELING, P. J. Diversity and evolutionary history of plastids and their hosts. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 91, n. 10, p. 1481-93, out. 2004.
- LOPES, P. L. (ed). **Águas Livres: A biodiversidade no ensino básico**. Rio de Janeiro: Editora Autografia, 2015.
- MEISEL, R. P. Teaching tree-thinking to undergraduate biology students. **Evolution: Education and Outreach**, London, v. 3, n. 4, p. 621-628, jul. 2010.
- NOVICK, L. R.; CATLEY, K. M. Fostering 21st-Century Evolutionary Reasoning: Teaching Tree Thinking to Introductory Biology Students. **CBE-Life Sciences Education**, Bethesda, v. 15, n. 4, p. ar66, dez. 2016.
- NOVICK, L. R.; SCHREIBER, E. G.; CATLEY, K. M. Deconstructing evolution education: The relationship between micro- and macroevolution. **Journal of Research in Science Teaching**, Medford, v. 51, n. 6, p. 759-788, ago. 2014.
- SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Using the logical basis of phylogenetics as the framework for teaching biology. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 48, n. 18, p. 199-211, 2008.
- SANTOS, C. M. D.; KLASSA, B. Sistemática filogenética hennigiana: Revolução ou mudança no interior de um paradigma? **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 593-612, 2012.
- SAVIANI, D.A. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. 11ª ed. Campinas: Autores Associados, 1996.
- TARDIF, M. **Os professores enquanto sujeitos do conhecimento: subjetividade, prática e saberes no magistério**. In: CANDAU, V.M. (Org.). *Didática, currículo e saberes escolares*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002, p. 112-128.
- TONIDANDEL, S. M. R.; LOPES, P. L.; FERREIRA, L. B. **Investigação e Conhecimento: 7º ano**. São Paulo: Sarandi, v. 6, 180 p., 2014.
- WHITTAKER, R. H. New concepts of kingdoms of organisms. **Science**, Washington DC, v. 163, n. 3863, p. 150-60, jan. 1969.

WOESE, C. R.; KANDLER, O.; WHEELIS, M. L. Towards a natural system of organisms:
Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. **Proceedings of the National
Academy of Sciences USA**, Washington DC, v. 87, p. 4.576-79, jun. 1990.