

A vida desconhecida das plantas: concepções de alunos do Ensino Superior sobre evolução e diversidade das plantas

Fernanda Marisca Bizotto, Natalia Pirani Ghilardi-Lopes e Charles Morphy D. Santos

Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC), São Paulo, Brasil. Emails: fernanda.bizotto.ufabc@gmail.com; natalia.lopes@ufabc.edu.br; charles.santos@ufabc.edu.br.

Resumo: Na sala de aula, a discussão da botânica em um contexto evolutivo é necessária. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as concepções alternativas de alunos ingressantes no ensino superior sobre evolução e diversidade das plantas. Foram aplicados questionários para 164 estudantes do primeiro ano do Bacharelado em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do ABC. Observou-se que muitos estudantes ainda relacionam evolução à ideia de progresso e aumento de complexidade. A maioria considerou as angiospermas como grupo “mais evoluído” dentre os demais vegetais. Essa concepção equivocada pode ser decorrente da visão do processo evolutivo como uma série de transformações lineares das espécies no tempo. É fundamental que faculdades e universidades incorporem a evolução como eixo estruturador em seus cursos de Ciências Biológicas incluindo aí disciplinas voltadas para o estudo da história evolutiva das plantas, sua origem e diversificação.

Palavras-chave: evolução, diversidade das plantas, concepções alternativas, alunos ensino superior.

Title: The unknown life of plants: Higher Education students' conceptions on evolution and diversity of plants.

Abstract: In classroom, the discussion of botany in an evolutionary context is necessary. The aim of the present work was to evaluate the misconceptions of freshmen students in Higher Education concerning evolution and plant diversity. Herein, questionnaires were administered to 164 freshmen of the Bachelor of Science and Technology from Universidade Federal do ABC (Brazil). Many students still relate evolution to the idea of progress and rising of complexity. The majority of the students considered that the angiosperms were the “most evolved” group among the other plants. This misconception may be due to view of the evolutionary process as a series of linear transformations of species through time. It is fundamental that colleges and universities incorporate evolution as the backbone of their Biological Science courses, including disciplines focusing on the study of the evolutionary history of plants, their origin and diversification.

Keywords: evolution, plant diversity, alternative conceptions, undergraduate students.

Introdução

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do Brasil, o eixo temático “Vida e Ambiente” busca promover a ampliação do conhecimento sobre a diversidade e dinâmica da vida no tempo e espaço (MEC/SEF, 1998). Dentro da proposta atual de Ensino Fundamental de nove anos (MEC, 2006), o conteúdo de diversidade vegetal é abordado principalmente no sétimo ano. No Ensino Médio, concentra-se na segunda série. Em ambos os casos, recomenda-se que os conteúdos sejam abordados sob o enfoque ecológico-evolutivo (MEC/SEF, 1998; SEB, 2006). Entretanto, o ensino da biodiversidade vegetal acaba por assumir outra abordagem, menos integrada e mais passiva, centrada na aprendizagem de nomenclaturas, definições e regras (Gallo, 1999; Silva, 2008), descontextualizadas da história evolutiva dos grupos apresentados aos alunos (Santos & Calor, 2007a, 2007b, 2008). Isso acaba por tornar a botânica desestimulante e distante da realidade dos alunos (Kinoshita et al., 2006).

O problema é ainda mais sério quando se verifica que, apesar de todos os nomes e termos ensinados, muitos alunos sequer consideram as plantas como seres vivos (Nogueira, 1997). Uma vez que a teoria da evolução está no cerne das Ciências Biológicas, deveria ser lógico tomá-la como o princípio organizador também do ensino de biologia, em qualquer nível, desde o primeiro contato do estudante com os seres vivos (Santos e Klossa, 2012). Embora conceitos evolutivos sejam fundamentais para questões científicas relevantes, como o desenvolvimento de vacinas, antibióticos e organismos geneticamente modificados, pesquisas desenvolvidas no campo da Educação revelam que os estudantes, e mesmo professores, entendem pouco sobre evolução (Gibson e Hoefnagels, 2015; Santos, 2002). Observa-se comumente em alunos ingressantes em cursos de graduação em Ciências Biológicas a presença de concepções alternativas equivocadas sobre a evolução e diversidade vegetal e animal (construídas na escola ou antes disso e influenciadas pelo convívio familiar, social, pelas religiões e pela mídia de massa) (Alters e Nelson, 2002; Nadelson e Hardy, 2015; Rissler et al., 2014; Yates e Marek, 2014), que muitas vezes influenciam negativamente o aprendizado de teorias e conceitos em sala de aula. O professor, no entanto, pode utilizar essas concepções prévias como matéria-prima para suas aulas.

Fundamentação teórica

Durante o processo de aprendizagem, um conceito já existente, ainda que errado sob o olhar científico, pode servir para que o aluno estabeleça analogias e relações para novas informações, servindo como ponto de partida para a construção de um novo conhecimento (Astolfi e Develay, 1990; Rebello, 2000; Moreira, 1999). Há basicamente cinco tipos de concepções alternativas (Arroio, 2006): noções pré-concebidas, ideias não-científicas, erros conceituais, concepções alternativas vernaculares e concepções alternativas factuais.

O termo evolução é usado no cotidiano como sinônimo de “melhoria” e, no contexto científico, como “descendência com modificação a partir de um ancestral comum”. Nota-se aqui a presença de uma concepção alternativa vernacular sobre o padrão e os processos evolutivos, que pauta não apenas

o ensino da teoria na escola como também a disseminação de iconografias anacrônicas nos veículos de comunicação, como aquela que mostra uma fila indiana iniciada por um *Australopithecus afarensis* tendo o *Homo sapiens* ao final (Gould, 1989; Santos e Klassa, 2012). Essa ideia de evolução como melhoria ou aumento de complexidade muitas vezes não é desconstruída pelo professor da educação básica, o que pode levar alunos a erros conceituais e à dificuldade de compreensão do conceito de ancestralidade comum e dos princípios de seleção natural (Bishop e Anderson, 1990; Bizzo, 1994; Brumby, 1984; Kalinowski et al., 2013; Nehm e Reilly, 2007; Petrosino et al., 2015).

No caso da botânica, são comuns ideias de cadeias de transformação de organismos sucedendo-se de forma contínua e linear no tempo (Gould, 1994), como a de que briófitas se transformaram e/ou originaram as demais plantas terrestres (Ursi et al., 2004). Aliada ao fato do ensino sobre a diversidade vegetal ter um viés notadamente voltado à memorização, quando muito tratado dentro de uma perspectiva utilitarista distante da realidade científica (Zaia et al., 2012), a botânica sofre com o desinteresse por parte de alunos. Não é tarefa trivial para o professor transformar noções pré-concebidas em um discurso cientificamente consistente e preciso. Para que ocorra uma verdadeira mudança conceitual, o que é aprendido precisa fazer sentido, ainda que os modelos mentais trazidos à sala de aula tenham que ser ampliados para abarcar o novo conhecimento. O aluno deve ser estimulado a construir uma representação coerente destes novos conceitos, e não apenas memorizá-los mecanicamente. Além disso, o conceito recém-apresentado deve apresentar potencial explicativo e preditivo, mostrando alguma vantagem em relação a concepções prévias existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Gravina e Buchweitz, 1994).

Ideias não-científicas, entre elas as crenças religiosas, também podem dificultar a compreensão da evolução biológica, tanto por parte de alunos quanto de docentes (Smith, 1994; Brem et al., 2003; Rissler et al., 2014; Silva et al., 2011). O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) realizou em 2004 uma pesquisa com 2000 entrevistados nas cinco regiões do país com intuito de conhecer como pensa a população brasileira sobre a origem da diversidade biológica. O resultado mostrou que 31% dos entrevistados acreditam que Deus criou o ser humano nos últimos dez mil anos, da forma como somos hoje; 54% acreditam que o homem vem se desenvolvendo ao longo de milhões de anos, mas Deus planejou e dirigiu esse processo; 9% acreditam que o ser humano vem se desenvolvendo ao longo de milhões de anos e que Deus não esteve envolvido nesse processo; e 6% não opinaram. Outro resultado dessa pesquisa indicou que 89% dos entrevistados acreditam que o criacionismo deve ser ensinado nas escolas (Lovati, 2006; Souza et al., 2012). El-Hani e Mortimer (2007) propõem que o professor de ciências leve em conta esta diversidade de visões de mundo dos estudantes, dando a eles espaço nos processos argumentativos nas aulas de ciências, mas sem perder de vista a necessidade de estimular os estudantes a entender as ideias científicas. Os autores propõem o modelo de perfil conceitual e defendem uma ética de coexistência para se lidar com diferenças culturais, no qual processos argumentativos sociais – entre eles os da educação científica – sejam marcados pelo diálogo e confrontação de

argumentos na busca de possíveis soluções, e um esforço para a coexistência das diferenças se uma solução negociada não for possível.

Neste sentido, no Ensino Superior de Ciências Biológicas, a análise de concepções alternativas sobre a evolução das plantas é fundamental para que se proponham estratégias de ensino capazes de retrabalhá-las e reconstruí-las. Assim, os futuros biólogos e, especialmente, os futuros professores de biologia e ciências da Educação Básica serão capazes de compreender e discutir com mais robustez temas relacionados à história da vida no planeta e as relações evolutivas entre os diversos grupos biológicos. O ensino de botânica, nesse ínterim, será automaticamente beneficiado.

O presente artigo teve como objetivo analisar as concepções de alunos ingressantes em um curso interdisciplinar (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) da Universidade Federal do ABC sobre evolução biológica, com ênfase na botânica.

Contexto e metodologia

Para desenvolvimento desse trabalho foi escolhido como público-alvo os estudantes ingressantes no Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do ABC (campus Santo André-SP). Assim que ingressam neste curso, os alunos cursam uma disciplina intitulada "Origem da Vida e Diversidade dos Seres Vivos" e muitos professores relatam a dificuldade apresentada por estes alunos devido às concepções alternativas que apresentam em relação à evolução biológica. O universo amostral consistiu de alunos de duas turmas desta disciplina, totalizando 164 entrevistados. Optou-se pelo foco na evolução vegetal por conhecer-se quão pouco abordada é a botânica no ensino fundamental e médio, apesar de sua importância para vida cotidiana. Assim, os participantes foram questionados a respeito de suas aulas de botânica no Ensino Fundamental e Médio, atentando para temas como: registro fóssil, diferença entre complexidade estrutural e evolução, concepções evolutivas transformacionistas, interpretação de árvores filogenéticas e a importância da seleção natural para a geração de diversidade biológica.

Para a coleta de dados, foram utilizados quatro modelos de questionário estruturado, respondidos anonimamente. Eles foram aplicados aos alunos antes que tivessem qualquer contato na universidade com o tema em análise.

Para entender melhor a realidade dos alunos respondentes e sua possível influência no processo de aprendizagem, os questionários levantaram o perfil dos estudantes quanto à idade, período em que havia se matriculado na universidade (matutino ou noturno), pontuação obtida no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), região do país onde havia completado sua formação e tipo de escola em que estudou (da rede pública ou particular) (Tabela 1).

Após o delineamento do perfil dos entrevistados, eles foram questionados sobre teoria evolutiva e diversidade das plantas. Foram feitos quatro tipos de questionários diferentes para se abordar a questão problema de maneira ampla e para a obtenção de uma amostragem suficiente dado o tempo curto disponível para a aplicação do questionário. O questionário A (Tabela

2), respondido por 44 alunos, continha uma pergunta relativa à opinião do respondente acerca de suas aulas de botânica no Ensino Médio e uma questão para completar com verdadeiro (V) ou falso (F).

Caro(a) aluno(a), este questionário não é uma prova ou uma avaliação dos seus conhecimentos. Você não é obrigado a respondê-lo. Eu sou da Universidade Federal do ABC e estou desenvolvendo uma pesquisa sobre ensino de botânica. Por isso, estou pedindo sua colaboração. Por favor, responda a partir do que você pensa e procure ser o mais sincero possível. Não se preocupe se está certo ou errado, se você já estudou isso na escola ou nunca estudou. Muito obrigada por sua colaboração!

Qual a sua idade? _____ anos

Sexo: () Masculino () Feminino

Qual foi sua pontuação no ENEM?

Você se matriculou em qual período?

() Noturno () Diurno

Você estudou:

() Sempre em escola pública

() Sempre em escola particular

() Maior parte em escola pública

() Maior parte em escola particular

Em que região do país você cursou o ensino fundamental e médio?

() Sudeste () Sul

() Nordeste () Norte

() Centro-Oeste

Tabela 1.- Questões relativas ao perfil do respondente.

1a - O que você achava de suas aulas de botânica na escola? Por quê?

2a - Sobre o estudo da história evolutiva das plantas na Terra, assinale as alternativas com V (para verdadeiro) ou F (para falso):

a. () É difícil entender a história das plantas na Terra, porque elas não deixam fósseis;

b. () Só é possível entender melhor a história dos grupos de plantas que apresentam árvores, porque só elas deixaram registros fósseis;

c. () Assim como para os animais, o entendimento do início da história evolutiva das plantas é complexo, porque existem poucos registros fósseis;

d. () A partir do surgimento de estruturas de transporte (tecidos condutores - xilema e floema) e sustentação (lignina) as plantas passaram a deixar um registro fóssil muito maior;

e. () As reservas de carvão mineral atuais nada mais são do que restos de plantas fossilizadas;

f. () As angiospermas possuem, em relação aos demais grupos de plantas, uma maior complexidade estrutural, com a presença de caules, raízes, folhas, flores e frutos de diversos tipos. Isso indica que este é o grupo mais evoluído de plantas que existe;

g. () A adaptação das plantas ao meio terrestre, naturalmente, também passou pela aquisição de características ou estruturas que as impediam de perder água ou lhes permitiam um maior aproveitamento desta;

h. () As samambaias são traqueófitas que se disseminam apenas por esporos. Por serem vasculares (possuírem tecidos condutores) são mais evoluídas que as briófitas; no entanto, a ausência de uma semente torna-as menos evoluídas que uma gimnosperma;

Tabela 2.- Questionário do tipo A.

O questionário B (Tabela 3), respondido por 37 alunos, também fazia referência à opinião do respondente sobre suas aulas de botânica no Ensino Médio e uma pergunta contendo diversas frases sobre evolução de plantas, que o aluno deveria ler e responder se concordava, discordava ou se não sabia.

- 1b - O que você achava de suas aulas de botânica na escola? Por quê?
2b - Leia atentamente as frases abaixo e assinale a alternativa que melhor expressa o seu conhecimento:
- a. Planta carnívora não é planta, porque se alimenta de pequenos insetos e, por isso, é mais próxima dos animais.
() discordo () concordo () não sei
 - b. O grupo dos musgos (briófitas) equivale ao grupo dos animais anfíbios, porque ambos conquistaram o ambiente terrestre e deram origem aos demais grupos que vivem neste ambiente.
() discordo () concordo () não sei
 - c. As algas verdes são as ancestrais das plantas terrestres.
() discordo () concordo () não sei
 - d. As angiospermas (plantas com flores e frutos) são as plantas mais evoluídas.
() discordo () concordo () não sei
 - e. Todos os grupos de plantas terrestres atuais (musgos, samambaias, gimnospermas e angiospermas) compartilham um ancestral.
() discordo () concordo () não sei
 - f. Considerando os tipos de raízes das plantas é possível dizer que todas aquelas que tem raiz do tipo tuberosa (com reservas nutritivas - como a cenoura e a batata-doce) pertencem a um mesmo grupo natural, ou seja, são mais próximas entre si do que com qualquer outra planta que não tenha este tipo de raiz.
() discordo () concordo () não sei
 - g. 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.
() discordo () concordo () não sei

Tabela 3.- Questionário do tipo B.

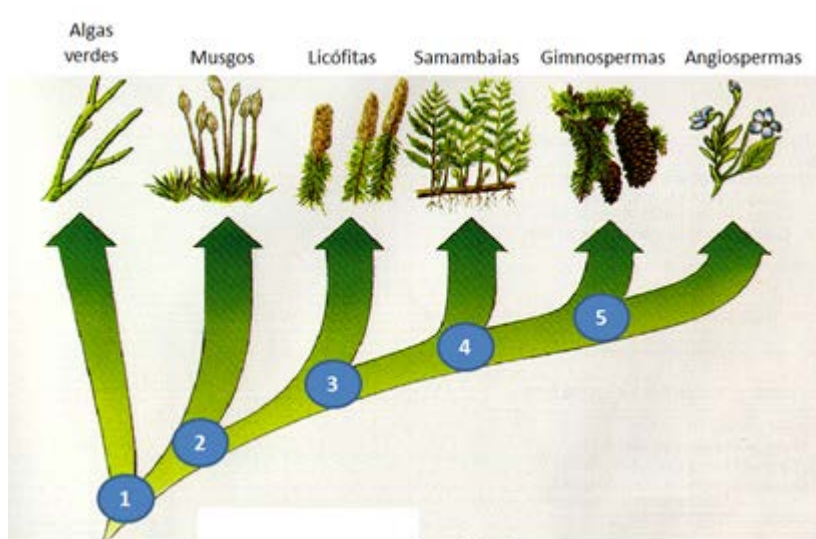
O questionário C (Tabela 4), respondido por 47 alunos, continha uma árvore filogenética de grupos de plantas verdes e perguntas relativas a ela.

Finalmente, o questionário D (Tabela 5), respondido por 36 alunos, continha uma frase a ser interpretada. A pesquisa teve um caráter tanto qualitativo quanto quantitativo. Nas perguntas abertas, decidiu-se pela análise de unidades de significado, categorizadas para que se evidenciassem as principais concepções trazidas por estes alunos a partir de suas realidades particulares (Moraes e Galiuzzi, 2006), além da forma como eles enxergavam o ensino de botânica na escola.

As respostas referentes às demais questões foram tabuladas. Para cada questionário foi atribuída uma nota de 0 a 10 nas questões relativas aos conteúdos de botânica. A distribuição de frequência de notas permitiu a visualização do panorama das notas dos alunos em relação à distribuição normal esperada. Foi realizada a análise de correlação de Pearson entre a nota obtida no questionário e a pontuação obtida no ENEM. Ainda, a análise estatística permitiu verificar se houve diferenças entre as notas dos alunos que se matricularam no período matutino com as dos alunos do noturno e

também, entre as notas obtidas pelos alunos provenientes de escolas públicas com as de alunos de escolas privadas (teste t para comparação entre grupos independentes). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software STATISTICA 7.0.

1c - Considere a figura abaixo e tente explicar com suas palavras o que ela significa:



2c - Ainda em relação à figura anterior;

i. Há algum termo na figura que você nunca tinha ouvido falar? Qual?

ii. Você saberia dizer o que significam os números?

iii. Qual dentre os grupos representados é mais antigo?

() algas verdes () musgos () licófitas () samambaias

() gimnospermas () angiospermas

Tabela 4.- Questionário do tipo C.

1d. Com base na afirmação abaixo, extraída de redes sociais, responda:

“Não trate como Angiosperma quem te trata como Briófitas.”

O que a frase significa?

Você concorda com a afirmação? Por quê (em que critério científico você se baseia)?

Tabela 5.- Questionário do tipo D.

Resultados

Perfil dos respondentes

Os questionários foram aplicados a um total de 164 alunos, dos quais 35 (21,34%) eram do sexo feminino e 129 (78,65%), do masculino. Eles foram agrupados conforme o perfil etário, subdividido em cinco grupos,

compreendendo alunos de 16 a 19 anos, de 20 a 22 anos, de 23 a 25 anos, de 26 e 28 anos e acima de 28 anos (Figura 1).

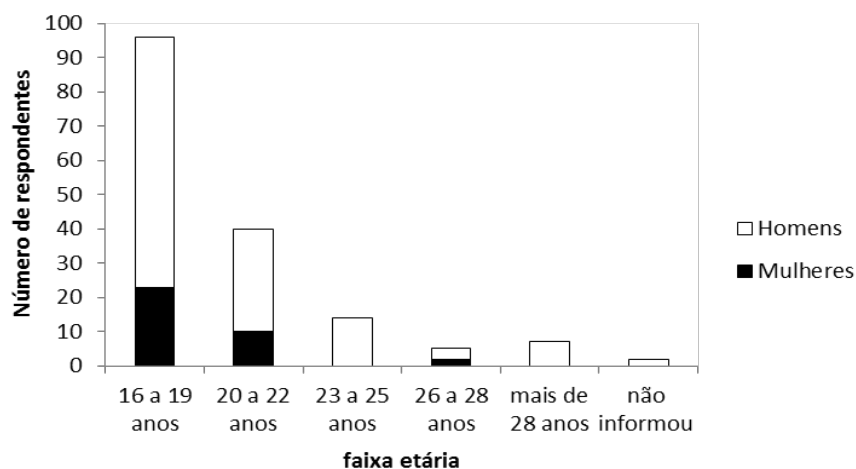


Figura 1.- Perfil etário dos alunos que responderam aos questionários.

O agrupamento permite notar que a maioria de alunos que respondeu a esse questionário possui entre 16 e 19 anos e que em todos os grupos há predominância masculina.

Outro aspecto a ser levado em conta para a análise das respostas dos questionários é o tipo de instituição de ensino cursada pelo aluno (Figura 2) e sua região de origem, fatores estes que podem estar relacionados com o nível de conhecimento do aluno. Dos alunos que responderam aos questionários, 96,95% são oriundos da região Sudeste. Além disso, 36% dos alunos entrevistados estudaram exclusivamente em escola pública, seguidos de 32% que estudaram apenas em escola particular. Somando-se as porcentagens que representam estudo em escola pública temos 47% do total, enquanto que estudo em instituição privada de ensino representa 53%.

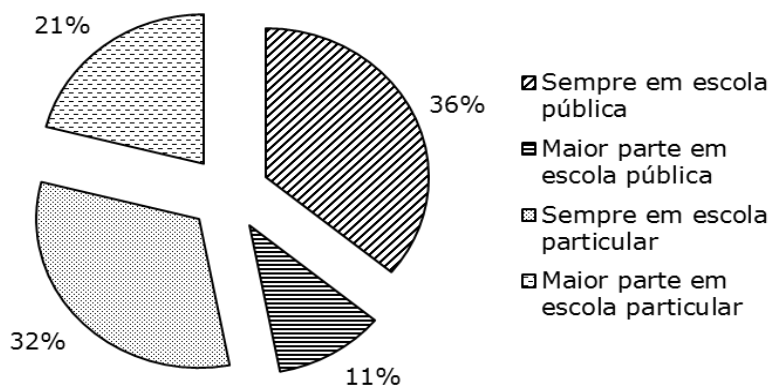


Figura 2.- Distribuição dos alunos de acordo com o tipo de escola onde realizaram a educação básica.

Analisou-se também o turno de matrícula na Universidade Federal do ABC dos alunos avaliados (Figura 3), sendo que 70% deles eram do período matutino, enquanto que 29% do noturno.

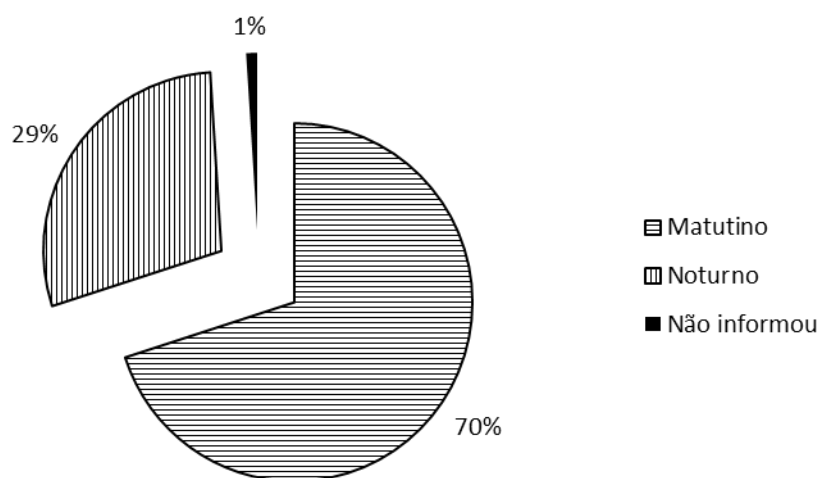


Figura 3.- Distribuição dos alunos conforme o turno de matrícula.

Outro aspecto também levado em consideração para categorizar as respostas dos alunos foi a pontuação obtida no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (Tabela 6), único instrumento de seleção para o ingresso na Universidade Federal do ABC. A pontuação máxima obtida dentre os alunos entrevistados foi de 820 pontos, enquanto que a mínima foi de 139 pontos. A pontuação média dos alunos que informaram este dado no questionário foi de 692,0 pontos.

	Matutino	Noturno	Total
Média de pontos no ENEM	693,6	686,9	692,0
Máximo de pontos no ENEM	820	799	820
Mínimo de pontos no ENEM	139	600	139
Não responderam	24	7	31

Tabela 6.- Pontuação no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) dos alunos que responderam aos questionários.

Percepção sobre as aulas de botânica

A análise das 82 respostas aos questionários A e B, que perguntava a opinião dos estudantes sobre suas aulas de botânica no Ensino Médio, evidenciou padrões aqui expressos em sete categorias de respostas (considerando que mais de uma categoria poderia ser identificada em uma única resposta): 1) aulas desinteressantes (28,0% das respostas); 2) aulas interessantes (24,4%); 3) aulas pouco aprofundadas (21,9%); 4) aulas exclusivamente com conteúdos a serem memorizados (10,9%); 5) aulas difíceis (4,9%); 6) conteúdo extenso (3,6%); e 7) não teve aulas de botânica no ensino médio (9,8%).

Desempenho nas respostas aos questionários

As notas obtidas pelos respondentes nos questionários (Tabelas 1–5) apresentaram uma distribuição normal (Figura 4).

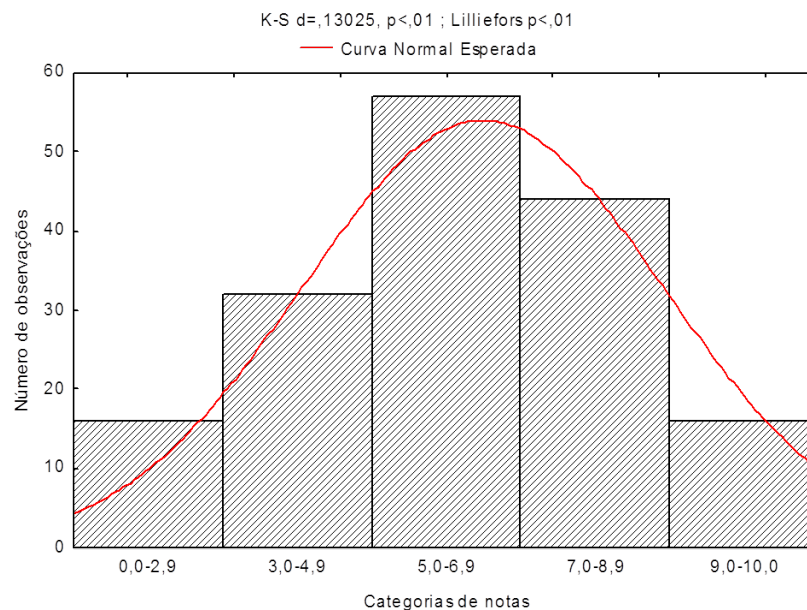


Figura 4.- Distribuição das notas obtidas pelos respondentes nos questionários. As questões para as quais foram atribuídas notas foram as relativas aos conceitos de botânica. A nota mínima possível era 0,0 e a máxima era 10,0.

Quando as notas obtidas nos questionários foram comparadas ao tipo de escola de proveniência dos alunos (pública ou privada) foi observada diferença significativa ($t = 2,74$; $p = 0,0067$). Alunos de escolas privadas obtiveram maior média (6,0, $n = 88$) em comparação com aqueles oriundos de escolas públicas (4,9, $n = 76$).

Não foram encontradas diferenças significativas entre o desempenho médio dos alunos matriculados no período matutino (5,7, $n = 115$) em relação aos matriculados no noturno (4,9, $n = 48$) ($t = -1,83$; $p = 0,06$).

Foi encontrada correlação positiva e significativa ($r^2 = 0,19190$; $p = 0,027$) entre a pontuação obtida pelos respondentes no ENEM e a nota final do questionário do presente estudo.

No questionário A, o maior índice de erros foi na questão 2, afirmações f e h (Tabela 2). Em ambas, a maioria dos alunos assinalou de modo a considerar que as Angiospermas são o grupo de plantas mais evoluído que existe.

Por exemplo, quando afirmamos na alternativa h erroneamente que "As samambaias são traqueófitas que se disseminam apenas por esporos. Por serem vasculares (possuírem tecidos condutores) são mais evoluídas que as briófitas; no entanto, a ausência de uma semente torna-as menos evoluídas que uma gimnosperma", apenas 34,1% dos alunos discordou da afirmação. No caso da afirmação errônea de que "As angiospermas possuem, em relação aos demais grupos de plantas, uma maior complexidade estrutural, com a presença de caules, raízes, folhas, flores e frutos de diversos tipos.

Isso indica que este é o grupo mais evoluído de plantas que existe", apenas 13,6% discordou da afirmação, resultado ainda pior que o anterior. O mesmo cenário foi observado no questionário B, na questão 2, afirmação d (Tabela 3), na qual 94,6% dos alunos concordaram com a afirmação de que as angiospermas são as plantas "mais evoluídas".

Ainda no questionário B, na afirmação f da questão 2, 89,2% dos alunos acreditam que a raiz do tipo tuberosa é uma característica sinapomórfica (derivada e compartilhada e, portanto, definindo um grupo natural) de determinados organismos. Na afirmação g desta mesma questão, 75,7% dos respondentes acreditam que os cactos criaram espinhos para se protegerem dos herbívoros e da perda de água.

No questionário B, na afirmação c da questão 2 (Tabela 3), 73% dos alunos responderam que as algas verdes são as ancestrais das plantas terrestres.

Um indício de que evolução vegetal é vista de forma superficial pelos estudantes foi observado na resposta à questão 1 do questionário C (Tabela 4). Dos 47 alunos que responderam a esse questionário, 48,9% afirmaram nunca ter ouvido o termo licófitas. Ainda nesse questionário, ao perguntar-se o que representava a figura apresentada, apenas um aluno respondeu que era a árvore evolutiva dos vegetais a partir de um ancestral comum. 23,4% mencionaram que a figura representava a "ordem" de evolução das plantas. Um aluno afirmou que seria a evolução a partir dos seres mais primitivos/menos evoluídos aos mais evoluídos, e outro respondeu que representava a evolução do sistema de reprodução para adaptação ao ambiente. Três alunos responderam que os números indicados na árvore representam novidades evolutivas.

Dos 36 alunos que responderam o questionário D (Tabela 5), 14 (38,9%) afirmaram que concordam com a frase "não trate como Angiosperma quem te trata como Briófitas". Na justificativa, 26 alunos (72,2%) responderam a frase significa que as angiospermas são mais evoluídas / desenvolvidas / complexas / mais adaptadas do que as briófitas. Esse padrão de resposta também foi observado nos questionários dos alunos que não concordaram com a frase. Um aluno justificou que cada planta tem seu papel na natureza, de modo que não podemos atribuir-lhes valores quantitativos, apesar de nenhuma quantificação ter sido apresentada na frase. Nove alunos deixaram em branco, não entenderam ou afirmaram não ter conhecimento suficiente para responderem à questão.

Discussão

Em relação ao perfil dos respondentes (Figura 1), foi possível notar que em todos os grupos etários houve predominância masculina. Esse fator possivelmente reflete a predominância de cursos de exatas na Universidade Federal do ABC, um ramo que ainda conta com minoria feminina.

Com relação à percepção sobre as aulas de botânica, foi possível notar que os respondentes incluíam aspectos relativos à didática de seus professores nas respostas, sendo que alguns mencionaram docentes desmotivados ou que focavam o conteúdo das aulas no que era cobrado nos vestibulares. Outros alunos comentaram sobre o empenho do professor em

tornar a aula mais dinâmica (com exemplos práticos, laboratório e conteúdo aplicado). Muitos professores relatam a dificuldade em se trabalhar botânica em sala de aula em relação a outros conteúdos, o que acaba prejudicando o entendimento dos alunos sobre a evolução e diversidade vegetal (Silva e Ghilardi-Lopes, 2014).

Viu-se que há correlação positiva e significativa entre a pontuação obtida pelos respondentes no ENEM e a nota final do questionário do presente estudo. Por mais que o ENEM não tenha como objetivo avaliar apenas os conhecimentos adquiridos pelos estudantes sobre o tema evolução, ele pode ser utilizado como indicador da formação científica básica dos mesmos, servindo como um dos parâmetros para indicar a qualidade do ensino de ciências nas instituições de educação básica.

Analisando os alunos que na questão 2 do questionário A discordaram das afirmações f e h, o esperado era que eles apresentassem maior afinidade pelas aulas de Biologia e/ou melhor pontuação no ENEM. No entanto, nenhuma das suposições foi verdadeira. Esses alunos afirmaram que ou não tiveram aulas de botânica no ensino regular, ou que elas eram desinteressantes e primavam apenas pela memorização.

Com relação aos principais erros encontrados nos questionários, observou-se que dois terços dos alunos que responderam ao questionário A concordam com a visão de que sistemas mais complexos são necessariamente "mais evoluídos". No caso, muitos alunos consideram as Angiospermas mais evoluídas do que outras plantas. O mesmo pode ser observado nas respostas ao questionário D. Já a partir da avaliação das respostas ao questionário B, foi possível observar que a forma como os alunos são apresentados ao conceito de evolução no Ensino Médio é extremamente superficial. A partir das respostas à afirmação f, foi possível notar que eles não sabem identificar ao menos o significado geral do conceito de sinapormofia (um atributo derivado de uma condição ancestral e compartilhado por dois ou mais táxons) e de grupos naturais ou monofiléticos, pois apontaram características homoplásticas de plantas (como as raízes tuberosas que apesar de semelhantes surgiram independentemente em diferentes grupos) como sendo sinapomórficas. Além disso, a partir das respostas à afirmação g foi possível observar que muitos demonstraram possuir uma visão transformacionista e teleológica das plantas, como a criação intencional de estruturas para algum fim (como no exemplo dos cactos mencionados no questionário). Este tipo de visão também é bastante frequente mesmo entre professores. De fato, a forma de pensar dos professores de Ensino Médio é também um fator muito importante para a construção da maneira de pensar dos alunos. No trabalho efetuado por Tidon & Lewontin (2004), professores foram questionados sobre qual era o tópico mais fácil de ser ensinado dentro do tema evolução e a maioria optou pelas teorias de Lamarck e Darwin, porém, quando questionados sobre a evolução biológica e seus mecanismos, os professores demonstraram uma tendência de pensamento baseada na premissa dos caracteres adquiridos como forma de surgimento de novas espécies, o que demonstra concepções transformacionistas.

Outro conceito incorreto perceptível em grande parte dos alunos é o da "linearidade" evolutiva, i.e., a aceitação de que um grupo biológico dá

origem a outro e que, portanto, é possível identificar diretamente ancestrais comuns, mesmo entre táxons recentes. No questionário B, a percepção dos alunos de que as algas verdes são as ancestrais das plantas terrestres é contrária à perspectiva filogenética, segundo a qual não é cientificamente possível estabelecer qual foi o ancestral comum de qualquer grupo, ainda que tenhamos um fóssil antigo que se assemelha ao grupo sob escrutínio (Santos e Klassa, 2012). Evolução é ramificação, não um conjunto de mudanças lineares no tempo, tal como preconiza a iconografia canônica da evolução (Gould, 1989).

A distância do ensino de evolução e diversidade botânica que é dado na educação básica em relação ao que está atualmente estabelecido na academia também ficou evidenciada na presente pesquisa. O fato de quase metade dos alunos nunca ter ouvido falar no termo "licófitas" indica que este grupo de plantas vasculares não deve ser mencionado nas aulas de ciências e biologia da educação básica e, provavelmente, é mantida a denominação de "pteridófitas", grupo que já não mais é aceito pelos botânicos.

Possivelmente, um dos problemas do ensino de evolução e diversidade vegetal nas escolas de Ensino Fundamental e Médio recai na formação inicial dos professores durante seus cursos de graduação. Apesar do parecer do Conselho Nacional de Educação e da Câmara de Educação que aprova as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Ciências Biológicas (bacharelado e licenciatura) no Brasil indicar que "O estudo das Ciências Biológicas deve possibilitar a compreensão de que a vida se organizou através do tempo, sob a ação de processos evolutivos, tendo resultado numa diversidade de formas sobre as quais continuam atuando as pressões seletivas" (MEC, CNE e CES, 2001, p. 01), o tema "evolução" ainda é trabalhado no ensino superior de maneira pouco articulada com os demais conteúdos biológicos e muitos licenciados recém-formados apresentam dificuldades no momento de articular os conhecimentos aprendidos no ensino superior e transpô-los para a sala de aula (Goedert et al., 2003; Goedert, 2004; Silva et al., 2011).

Alguns autores apontam para dificuldades no processo de ensino e aprendizagem desse tema (Almeida e Falcão, 2005; Bizzo, 1991; Gibson e Hoefnagels, 2015; Goedert, 2004; Gould, 1987; Martins, 1998; Tidon e Lewontin, 2004; Waizbort, 2001; Yates e Marek, 2014), dentre as quais destaca-se o fato de o tema apresentar conflitos com alguns ditames religiosos e sociais (Souza et al., 2012). Outros autores afirmam que para estudar evolução é necessário relacionar biologia com outras áreas do conhecimento, sendo a fragmentação do conhecimento evidenciado no Ensino Médio uma das possíveis causas da incompreensão dos conceitos evolutivos fundamentais (Futuyama, 1999; Tidon e Lewontin, 2004). Discute-se também acerca do "analfabetismo científico" gerado por problemas na formação e atualização de docentes (Waizbort, 2001; Lovati, 2006) e da semântica da palavra evolução, comumente relacionada com melhoria e aumento de complexidade (Tidon e Lewontin, 2004; Gould, 1987; Almeida e Falcão, 2005). A dificuldade no entendimento do padrão de ancestralidade comum e as más utilizações do tema evolução e das suas iconografias na mídia de massa (Santos e Calor, 2008; Santos e Klassa, 2014) são também obstáculos consideráveis.

O curto período de tempo dispendido pelos docentes e o limitado espaço destinado à teoria evolutiva nos livros-textos do Ensino Fundamental e Médio, além da forma frequentemente superficial como tal tema é abordado nas escolas podem levar o estudante a apresentar diferentes tipos de concepções alternativas e equivocadas, distantes do que é cientificamente aceito.

Conclusões

O presente artigo apresentou um levantamento sobre o conhecimento de um grupo de alunos ingressantes no Ensino Superior acerca do tema evolução das plantas.

A análise das respostas aos questionários permitiu notar a presença de diversas concepções alternativas por parte dos alunos, principalmente ideias transformacionistas e a confusão entre os conceitos de “evolução” e “aumento de complexidade”, ou seja, a dificuldade de entendimento está no conceito básico de evolução. Também foi possível notar que para grande parte destes alunos as aulas de botânica no Ensino Médio eram desinteressantes, não levando a qualquer tipo de reflexão mais elaborada e demandando quantidade substancial de memorização de termos e nomes de grupos taxonômicos.

Uma das causas deste problema parece ser a formação docente (inicial e continuada). Seria interessante a complementação do presente estudo utilizando professores de escolas públicas da região da qual grande parte dos estudantes da UFABC origina-se (Sudeste do Brasil) para o melhor entendimento das suas dúvidas e expectativas acerca da controversa questão da formação docente. Estudo semelhante foi realizado por Oleques et al. (2011) no Estado do Rio Grande do Sul, no qual se verificou que evolução era apenas mais um tema na lista de conteúdos de biologia e não era tratado como um eixo estruturante e integrador do curso pelos professores. Para eles, o tempo disponível para discussões sobre temas evolutivos em sala de aula e as crenças religiosas dos professores dificultam o ensino na Educação Básica.

Implicação

Esperamos que os resultados apresentados aqui chamem a atenção das instituições formadoras de professores, já que existe uma dificuldade de licenciados em ciências biológicas em trabalhar com o tema evolução em sala de aula pela pouca articulação do tema com outros conteúdos biológicos durante seu processo de formação. Associada a este problema está a desatualização do ensino de botânica nas escolas em relação ao que se considera válido hoje na academia. A formação docente inicial deficiente, bem como a carência de cursos de formação continuada acabam se constituindo em influência perniciosa na maneira como os estudantes (e, conseqüentemente, os homens e mulheres na sociedade organizada) se portam frente ao restante da natureza, reiterando um viés antropocêntrico estrito e a visão de que o *Homo sapiens* é o pináculo da evolução e de que animais, plantas e os demais organismos existem para seu usufruto.

Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Dr. Fernando Zaniolo Gibran e a Profa. Dra. Andrea Onofre de Araújo, ambos do Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universidade Federal do ABC, por terem cedido um período de suas aulas para a aplicação dos questionários.

Referências bibliográficas

Almeida, A. V., e Falcão, J. T. R. (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.

Alters, B. J., e Nelson, C. E. (2002). Perspective: Teaching evolution in higher education. *Evolution*, 56(10), 1891-1901.

Arroio, A. (2006). Concepções alternativas como barreiras no aprendizado de ciências. *Revista Eletrônica de Ciências*, 31, s.n.

Astolfi, J. P., e Develay, M. A. (1990). *A didática das ciências*. Campinas: Papirus, 1990.

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

Bizzo, N. M. V. (1991). *Ensino de evolução e história do Darwinismo*. (Tese de doutorado inédita). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Bizzo, N. 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.

Brem, S. K.; Ranney, M., e Schindel, J. (2003). Perceived consequences of evolution: College students perceive negative personal and social impact in evolutionary theory. *Science Education*, 87(2), 181-206.

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

El-Hani, C. N., e Mortimer, E. F. (2007). Multicultural education, pragmatismo, and the goals of science teaching. *Cultural Studies of Science Education*, 2, 657-702.

Futuyma, D. J. (1999). *Evolution, science and society: evolutionary biology and the national research agenda*. New Jersey: The State University of New Jersey.

Gallo, S. (1999) Transversalidade e educação: pensando em uma educação não-disciplinar. Em N. Alves e E.L. Garcia (Eds.), *O Sentido da escola* (pp. 17-41). Rio de Janeiro: DP & A.

Gibson, J. P., e Hoefnagels, M. H. (2015) Correlations between Tree Thinking and Acceptance of Evolution in Introductory Biology Students. *Evolution: Education and Outreach*, 8, 15.

Goedert, L. (2004). *A formação do professor de biologia e o ensino da evolução biológica*. 122f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Goedert, L.; Delizoicov, N. C., e Rosa, V. L. (2003). A formação de professores de biologia e a prática docente - o ensino de evolução. Em Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4. 2003, Bauru, Atas...Bauru: ABRAPEC.

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

Gould, S. J. (1989). *Wonderful life: the Burgess Shale and the nature of history*. New York: Norton.

Gould, S. J. (1994). On replacing the idea of progress with an operational notion of directionality. Em D. L. Hull e M. Ruse (Eds.), *The philosophy of biology* (pp. 650-668). New York: Oxford University Press.

Gravina, M. H., e Buchweitz, B. (1994). Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 16(1-4), 110-119.

Kalinowski, S. T.; Leonard, M. J.; Andrews, T. M., e Litt, A. R. (2013). Six Classroom Exercises to Teach Natural Selection to Undergraduate Biology Students. *CBE—Life Sciences Education*, 12, 483–493.

Kinoshita, L. S.; Torres, R. B.; Tamahiro, J. Y., e Forni-Martins, E. R. (2006). *A botânica no ensino básico: relatos de uma experiência transformadora*. São Carlos: Rima.

Lovati, F. (2006). Evoluir ou não evoluir? Teoria proposta em 1859 por Darwin continua a motivar reações de ceticismo em pleno século 21. *Ciência Hoje On-line*. Recuperado de <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/genetica/evoluir-ou-nao-evoluir/>.

Martins, L. A. C. P. (1998). A história da ciência e o ensino de biologia. *Ciência & Ensino*, 5, 18-21.

MEC (2006). *Lei nº 11.274 de 6 de fevereiro de 2006*. Altera a redação dos arts. 29, 30, 32 e 87 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 07 de fevereiro de 2006.

MEC, CNE e CES. (2001). *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). Brasília: MEC.

MEC/SEF (1998). *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF.

Moraes, R., e Galiuzzi, M. C. (2006). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, 12(1), 117-128.

Nadelson, L. S., e Hardy, K. K. (2015). Trust in science and scientists and the acceptance of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 8, 9.

Nehm, R. H., e Reilly, L. (2007). Biology major's knowledge and misconceptions of natural selection. *Biosciences*, 57(3), 263-272.

Nogueira, A. C. O. (1997). Cartilha em quadrinhos: um recurso dinâmico para se ensinar botânica. Em Bizzo, N. M. V. (Org.), *Coletânea do 6º Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*, (pp. 248-249). São Paulo: UNICAMP.

Oleques, L. C.; Boer, N.; Temp, D. S., e Santos, M. L. B. (2011). Evolução biológica como eixo integrador no ensino de biologia: concepções e práticas de professores do ensino médio. Em Martins, I.; Marandino, M.; Giordan, M. (Orgs.), *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, (12p.). Campinas: ABRAPEC. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R1066-1.pdf>.

Pereira, J. E. D. (1999). As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. *Educação e Sociedade*, XX (68), 109-125.

Pereira, H. M. R., e El-Hani, C. N. (2011). A dinâmica discursiva no contexto do ensino da evolução biológica. Em Martins, I.; Marandino, M.; Giordan, M. (Orgs.), *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, (13p.) Campinas: ABRAPEC. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R1292-1.pdf>.

Petrosino, A. J.; Lucero, M. M., e Mann, M. J. (2015). Decentralized thinking and understanding of evolution in K-12 evolution education. *Evolution: Education and Outreach*, 8, 2.

Rebello, L. H. S. (2000). Concepções de célula viva entre alunos do primeiro grau. Em Marandino, M.; Amorim, A.C.; Kawasaki, C.S. (Orgs.), *Anais do VII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*, (pp. 109-111). São Paulo: FEUSP.

Rissler, L. J.; Duncan, S. I., e Caruso, N. M. (2014). The relative importance of religion and education on university students' views of evolution in the Deep South and state science standards across the United States. *Evolution: Education and Outreach*, 7, 24.

Santos, C. M. D., e Calor, A. R. (2007a). Ensino de Biologia Evolutiva utilizando a estrutura conceitual da Sistemática Filogenética - I. *Ciência & Ensino*, 1(2), 1-8.

Santos, C. M. D., e Calor, A. R. (2007b). Ensino de Biologia Evolutiva utilizando a estrutura conceitual da Sistemática Filogenética - II. *Ciência & Ensino*, 2(1), 1-8.

Santos, C. M. D., e Calor, A. R. (2008). Using the logical basis of phylogenetic as the framework for teaching biology. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 48(18), 199-211.

Santos, S. (2002). *Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula*. São Paulo: Annablume.

Santos, C. M. D., e Klassa, B. (2012). Despersonalizando o ensino de evolução: ênfase nos conceitos através da sistemática filogenética. *Educação: Teoria e Prática*, 22(40), 62-81.

SEB (2006). *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).

Silva, P. G. P. (2008). *O ensino da botânica no nível fundamental: um enfoque nos procedimentos metodológicos*. (Tese de doutorado inédita). Universidade Estadual Paulista, Bauru.

Silva, J. N., e Ghilardi-Lopes, N. P. (2014). Botânica no Ensino Fundamental: diagnósticos de dificuldades no ensino e da percepção e representação da biodiversidade vegetal por estudantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 115-136.

Silva, M. G. B.; Silva, R. M. L. e Teixeira, P. M. M. (2011). A evolução biológica na formação de professores de Biologia. Em Martins, I.; Marandino, M.; Giordan, M. (Orgs.), *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, (13p.). Campinas: ABRAPEC.

Smith, M. U. (1994). Counterpoint: Belief, understanding, and the teaching of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 591-597.

Souza, R. F.; Ponzoni, S.; Zaia, C. T. B. V., e Zaia, D. A. M. (2012). O conflito criacionista e evolucionista no Brasil. *Scientific American Brasil*, 126, 78-79.

Tidon, R., e Lewontin, R. C. (2004). Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, 27(1), 124-131.

Ursi, S.; Ghilardi, N. P.; Oliveira, R. R., e Catarina, C. S. (2004). Uma proposta para cursos de taxonomia de criptógamas: exercício sobre a evolução das plantas verdes. Em Trivelato, S. L. F. (Org.), *Anais do XIX Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*, (pp. 128-129). São Paulo: FEUSP.

Waizbort, R. (2001). Teoria social e biologia: perspectivas e problemas da introdução do conceito de história nas ciências biológicas. *História, Ciências, Saúde -Manguinhos*, 8(3), 633-653.

Yates, T. B., e Marek, E. A. (2014). Teachers teaching misconceptions: a study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolution-related misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 7(1), 1.

Zaia, D. A. M.; Souza, R. F.; Matsuo, T.; Zaia, C. T. B. V., e Ponzoni, S. (2012). Ensinar teoria científica para quê? *Scientific American Brasil*, 118, 76-79.