



ANÁLISE DOS CONTEÚDOS DE DIVERSIDADE BIOLÓGICA COM ÊNFASE EM FILOGENIA NOS EXAMES VESTIBULARES

ANALYSIS OF THE CONTENTS OF BIOLOGICAL DIVERSITY WITH EMPHASIS ON PHYLOGENY IN THE VESTIBULAR EXAMS

Rogério Soares Cordeiro - rocordeiro1@yahoo.com.br

Maria Santina de Castro Morini - morini@umc.br

Moacir Wuo - moacir@umc.br

Universidade de Mogi das Cruzes - UMC, Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê – LAMAT, Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida e Souza, 200 – Centro Cívico, Mogi das Cruzes – SP, 08780-911.

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de analisar a temática biodiversidade no contexto da sistemática filogenética em exames vestibulares nacionais. Para atender a esse propósito, foi feita uma análise de 154 questões objetivas, aplicadas em exames vestibulares que ocorreram entre os anos de 1994 e 2016. As questões foram lidas e interpretadas de acordo com a técnica de Análise de Conteúdo. Foi elaborada uma ficha dotada de cinco critérios e subcategorias. Os resultados indicam que 46,7% das perguntas procedem de universidades públicas federais e, 77,93% destas, utilizam cladogramas como recurso para discutir biodiversidade. As abordagens mais frequentes tratam da biologia geral, e os assuntos mais específicos são zoologia e botânica, respectivamente. Resultados mostram pouca articulação de outros conceitos biológicos com a sistemática filogenética e apenas 55,85% das questões trazem termos de filogenia contextualizados, sendo que 19,48% utilizam termos específicos. Os cladogramas são uma realidade nos vestibulares nacionais, o que requer maior apropriação e domínio desse importante recurso das ciências biológicas para que, efetivamente, seja feita a interlocução entre evolução e biodiversidade.

PALAVRAS-CHAVE: biodiversidade; vestibulares; Ensino Médio, filogenia, ensino de biologia.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the biodiversity thematic in the context of phylogenetic systematics in national vestibular exams. In order to fulfill this purpose, an analysis of 154 multiple choice issues has been performed, applied in vestibular exams that occurred between the years 1994 and 2016. The questions were read and interpreted according to the Content Analysis technique. A form of five criteria and sub-categories has been drawn up. The results indicate that 46.7% of the questions came from federal public universities and 77.93% of them use cladograms as a resource to discuss biodiversity. The most frequent approaches deal with general biology, and the most specific subjects are zoology and botany, respectively. The results show little articulation of other biological concepts with the phylogenetic systematics and only 55.85% of the issues bring in contextualized

phylogenetic systematics, to the point of 19.48% using extremely specific terminologies. The cladograms are a reality in the national vestibular, which requires greater appropriation and dominance of this important resource of the biological sciences so that, effectively, the interlocution between evolution and biodiversity is made.

KEYWORDS: *biodiversity; vestibular; high school, phylogeny, biology education.*

INTRODUÇÃO

O Ensino Médio corresponde ao final da educação básica, segmento do ensino que tem como finalidade o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico e ético dos estudantes, de forma a contribuir para sua formação cidadã (BRASIL, 1996). Ao concluir o Ensino Médio, se o aluno pretende pleitear uma vaga no ensino superior, ele terá de prestar os exames vestibulares.

É importante ressaltar que o vestibular, palavra que se origina do latim *vestibulum* e, segundo o dicionário HOUAISS (2001, p. 2853), significa “que aprova e classifica os estudantes a serem admitidos nos cursos superiores (diz-se exame)”, foi introduzido no Brasil pelo Decreto Nº 8.659, de 5 de abril de 1911 como exame de admissão às instituições de ensino superior - mas o termo “vestibular” surge somente com o Decreto Nº 11.530, de 18 de março de 1915.

A história do vestibular é marcada por fatores educacionais, econômicos, sociais e políticos (AMAURO, 2004). Inicialmente, o exame tinha por função habilitar o aluno, por meio de uma avaliação que contempla uma série de conhecimentos adquirida ao longo do Ensino Médio, a prosseguir nos estudos (AMAURO, 2004). Porém, o caráter classificatório surge somente em 1925, com a disputa pelo número de vagas disponíveis.

Em 1931, após a nova reforma do ensino, o exame passou a ser selecionado por área de curso, sendo que algumas disciplinas ganharam mais importância que outras. Isso porque os alunos passaram a ter uma grade fundamental, com duração de cinco anos e outra complementar de dois anos, esta última seria para atender às futuras formações profissionais, eram os cursos chamados de pré-universitário, por exemplo, pré-jurídico, pré-médico, pré-politécnico. Com essa demanda, a entrada na universidade torna-se um grande influenciador do currículo ministrado em escolas de educação básica (AMAURO, 2004) e, muitas vezes, privilegiando as classes sociais mais favorecidas (RIBEIRO-NETO, 1987; MELLO, 2000). Na década de 50, as faculdades passaram a organizar seus vestibulares (LIMA, 2011).

Nos anos de 1960, devido às tensões na educação nacional, somada à grande concorrência de candidatos por vagas, as faculdades passaram a elaborar os exames vestibulares com teor de alta complexidade e questões extremamente conteudistas, ao ponto do governo promulgar a lei 5.540/68 que estabelecia regras para elaboração da prova, especialmente o conteúdo programático, que deveria atender ao currículo do Ensino Médio (LIMA, 2011). Em 1965, provas orais deram lugar às de múltipla escolha, o que acabou caracterizando os exames como verdadeiros “testes de memória” (HENRIQUES, DORVILLÉ, 2014).

Em 1971, o Decreto Nº 68.908, convalidou a natureza classificatória do vestibular que já vinha sendo praticada em vários exames do país, excluindo os candidatos com resultado nulo nas provas. Em 1976, houve a inclusão da redação nos exames, buscando melhorar resultados, especialmente ligados à aprendizagem da língua portuguesa. A partir de 1981, nota-se uma tendência de aumento do número de questões dissertativas, bem como a

valorização da cultura regional, até mesmo problemas e peculiaridades dos locais onde estavam as instituições de ensino superior passam ser avaliados (RIBEIRO-NETO, 1987).

Na década de 1990, surge a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) Nº 9.394, que tem como principal objetivo para o Ensino Médio a consolidação e o aprofundamento de conceitos e conteúdos adquiridos no Ensino Fundamental, preparando o estudante, para dentre outras coisas o mercado de trabalho, o convívio social, para o exercício da cidadania, e, pode-se enfatizar no presente estudo, o prosseguimento dos estudos em níveis superiores de ensino (BRASIL, 1996). A partir deste documento, o exame adota como forma de seleção a análise de competências e habilidades (HENRIQUES, DORVILLÉ, 2014). A saber, competência pode ser definida como:

A capacidade de mobilizar, articular, colocar em ação habilidades e conhecimentos necessários para o desempenho eficaz de atividades requeridas pela natureza do trabalho. (BRASIL, 1996).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM, em complemento à Lei de Diretrizes e Bases Nacionais nº 9.394/96 (BRASIL, 1996), indicam que as habilidades devem ser desenvolvidas na busca pela competência:

De que competência se está falando? Da capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento. Estas são competências que devem estar presentes na esfera social, cultural, nas atividades políticas e sociais como um todo, e que são condições para o exercício da cidadania num contexto democrático. (BRASIL, 2002).

As habilidades, sucintamente, "são competências de ordem particular e específica" (INEP, 2005, p. 20). Assim, o vestibular deixaria de ser apenas um 'teste de memória', dando ênfase aos processos gerais de raciocínio:

Até há pouco tempo, a grande questão escolar era a aprendizagem – exclusiva ou preferencial – de conceitos. Estávamos dominados pela visão de que conhecer é acumular conceitos; ser inteligente implicava articular logicamente grandes ideias, estar informado sobre grandes conhecimento... Este tipo de aula, insisto, continua tendo lugar, mas cada vez mais torna-se necessário também o domínio de um conteúdo chamado 'procedimental', ou seja da ordem do saber como fazer. [...] A questão está em encontrar, interpretar essas informações, na busca de solução de nossos problemas. (MACEDO, 1999, p.8).

Tratando-se das questões de biologia nos exames vestibulares, dentro da perspectiva de uma prova mais articulada e que visa menor ênfase no conceito, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+ (BRASIL, 2002) e as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - OCNs (BRASIL, 2008), apontam a evolução como eixo articulador dos conhecimentos biológicos. Isto é, a evolução é o cerne da biologia, pois ao compreender essa ciência e seus mecanismos é possível aprofundar o entendimento de outros conceitos (FUTUYMA, 2009).

Dentre esses, é de especial importância o conceito de biodiversidade (ou diversidade biológica). O Brasil é um país megadiverso (BRASIL, 2008), entretanto não ocorre articulação desta realidade ao que se vê nos exames vestibulares. Além disso, considerando-se como imprescindível o reconhecimento da influência da biodiversidade no contexto social do aluno, é necessária a definição conceitual conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Comparação dos conceitos de biodiversidade de acordo com a literatura.

Conceitos	Referência / Ano
Toda variedade de organismos vivos existentes	Wilson (1992) e Primack (1993).
Variedade genética	Wilson (1992), Primack (1993) e Lévêque (1999).
Variedade taxonômica	Wilson (1992).
Variedade ecossistêmica	Wilson (1992), Primack (1993) e Lévêque (1999).
Estratégia para conservação	Lévêque e Sarcar (2005).
Caráter polissêmico	Wilson (1992), Primack (1993), Lévêque (1999) e Wuo et al., (2012).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Constatado o distanciamento entre a diversidade biológica, propriamente dita, e apropriação dessa discussão em sala de aula, faz-se necessária a apresentação de uma solução para tal problema. De acordo com Rodrigues et al., 2011, este problema é a pouca relação entre biodiversidade e a história evolutiva dos seres vivos, predominando o pensamento essencialista e estático.

Assim, uma forma de mitigar esse distanciamento de diversidade biológica em seus aspectos evolutivos é por meio da sistemática filogenética, ou seja, buscando as relações de parentesco entre os organismos em seus mais diversos níveis (AMORIM, 2001a). Uma ferramenta útil para o entendimento da biodiversidade a partir da filogenia são os cladogramas, que possibilitam melhor compreensão dos processos biológicos e a riqueza das espécies ao aluno (LOPES, VASCONCELOS, 2012).

O principal objetivo de se utilizar cladogramas é poder visualizar a história evolutiva dos grupos, mostrada por caracteres derivados comuns, e reconhecer os mecanismos que levaram a essa história (GUIMARÃES, 2005). Cladogramas permitem a dedução e a inferência de hipóteses evolutivas (LOPES, 2008) (Figura 1).

Nesse sentido, pesquisas em ensino de Biologia que tratam da biodiversidade dentro de uma perspectiva filogenética têm sido publicadas (AMORIM, 1999, 2001, 2002a, 2002b; GUIMARÃES, 2005; SANTOS e CALOR, 2007); no entanto, nos ensinamentos Fundamental e Médio, as análises ainda são incipientes (RODRIGUES et al., 2011; LOPES e VASCONCELOS, 2012) e, no que se refere aos vestibulares, praticamente inexistente.

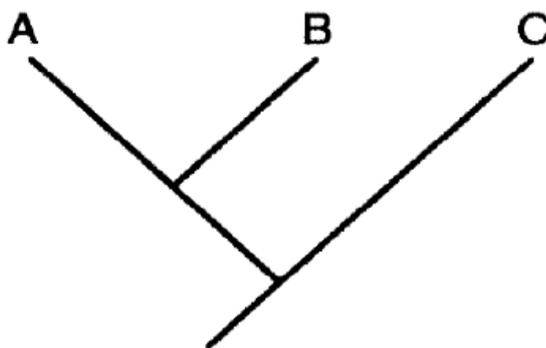


Figura 1: Esquema da história evolutiva de três táxons mostrada num cladograma.

Fonte: Amorim, 2002a, p. 62.

Considerando o que foi exposto, o presente trabalho analisou os conteúdos que tratam a diversidade biológica dentro de uma abordagem da sistemática filogenética nos principais exames vestibulares do país.

MÉTODO

As questões dos vestibulares foram discutidas de acordo com a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2016), seguindo três etapas: (1) leitura geral, o que caracteriza uma pré-análise; (2) exploração do material, onde, a partir de cada tema foram identificados aspectos significativos nos textos; e (3) verificação dos dados buscando o sentido, interpretando-os com base nos levantamentos das questões de vestibulares.

A partir de um site especializado (<https://www.sprweb.com.br>, acessado em 24 de maio de 2016), foram realizadas as buscas das questões com aplicação de filtros, refinando assim os critérios de inclusão, a saber: 1) acesso ao *site*; 2) escolha da disciplina; 3) segmento de ensino; 4) modalidade da questão e 5) tema. Os descritores de busca foram: Biologia, Biodiversidade, Taxonomia, Filogenia e Sistemática Filogenética. Esses parâmetros viabilizaram um total de 154 questões, aplicadas entre os anos de 1994 até 2016. O período analisado justifica-se pela disponibilidade do banco de questões encontradas no *site*.

Nos resultados, para dar maior clareza à discussão, algumas questões-modelo foram selecionadas, cujas alternativas corretas estão em negrito. Cumpridas as etapas anteriores, foi elaborada uma ficha (Quadro 2).

A ficha foi composta por cinco perguntas norteadoras. A princípio, buscou-se pontuar a procedência das questões, por isso as categorias propostas para os diferentes tipos de instituições de ensino superior. Uma vez pontuado, o segundo momento foi dedicado ao entendimento da tratativa filogenética quando o assunto é biodiversidade.

Como já previamente apresentado, os cladogramas e/ou árvores evolutivas são um recurso visual interessante e que valida o entendimento das relações evolutivas entre os organismos - o que justifica a proposição da segunda pergunta, que teve o intuito de entender a recorrência dessa estratégia pictórica.

No processo de busca das questões de vestibulares com escopo filogenético, foi observada a tendência de ocorrência de aplicação dessas abordagens nas seguintes categorias: fungos, zoologia, biologia molecular, botânica, protozoários, embriologia, algas, evolução humana, bactérias e biodiversidade propriamente dita - o que compôs a terceira pergunta da ficha de análise.

À medida que as leituras foram aprofundadas, notou-se a presença de termos mais específicos da sistemática filogenética, o que demandou a elaboração da quarta questão, com a finalidade de se entender o grau de abordagem desses termos e, até mesmo, o quanto a contextualização favorece ou não a apropriação dos mesmos por estudantes do Ensino Médio. Por fim, na quinta questão, uma lista dos termos mais recorrentes foi elaborada.

Quadro 2 - Critérios norteadores para análise das questões sobre biodiversidade com ênfase filogenética

1)	Tipo de universidade em que a questão foi aplicada () Federal () Estadual () Particular () Outros
2)	Ocorrência de cladogramas e/ou árvores filogenéticas () Presente () Ausente
3)	Em relação aos cladogramas e árvores filogenéticas, quando presentes, qual(is) o(s) conteúdo(s) mais abordado(s): () Biodiversidade, de um modo geral () Fungi () Protozoários () Algas () Zoologia () Botânica () Evolução humana () Biologia Molecular () Embriologia () Monera
4)	Conceitos específicos da sistemática filogenética () Abordam () Abordam superficialmente () Não abordam
5)	Recorrência de termos-chave da sistemática filogenética

Fonte: Elaborado pelos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da triagem feita pela ficha de análise, identificou-se que 46,7% das perguntas incluídas nas análises foram predominantemente oriundas de universidades públicas federais, seguidas de 30,5% de universidades públicas estaduais, 16,3% de universidades particulares e 6,5% de institutos, dentre outros.

Análise das questões mostrou que 77,93% faziam uso de algum elemento visual que remete aos cladogramas, com inclusão de árvores filogenéticas, o que é um recurso excelente para deduzir fenômenos e testar hipóteses evolutivas (LOPES, 2008).

Os conteúdos mais cobrados em questões com abordagem filogenética são: biodiversidade (27,3%), zoologia (26,62%), botânica (15,6%) e evolução humana (11,7%), respectivamente (Figura 2). A frequência de questões com ênfase em diversidade biológica, sem priorizar conceitos ou conteúdos específicos mas tratando a variedade de vida interligada no 'modelo de árvore', é baixa e, por isso, endossa a importância da atual pesquisa.

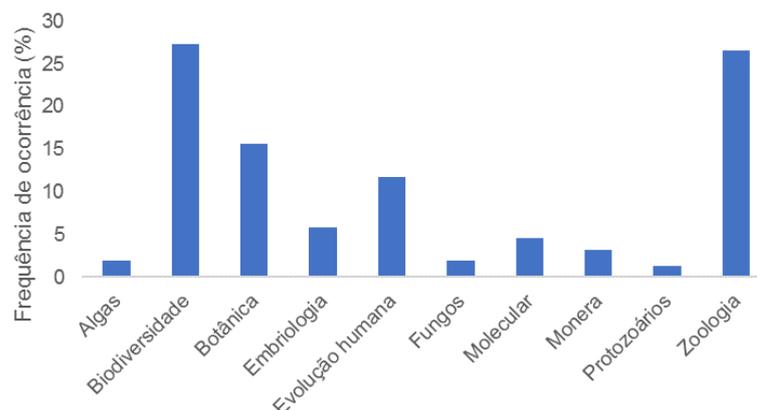
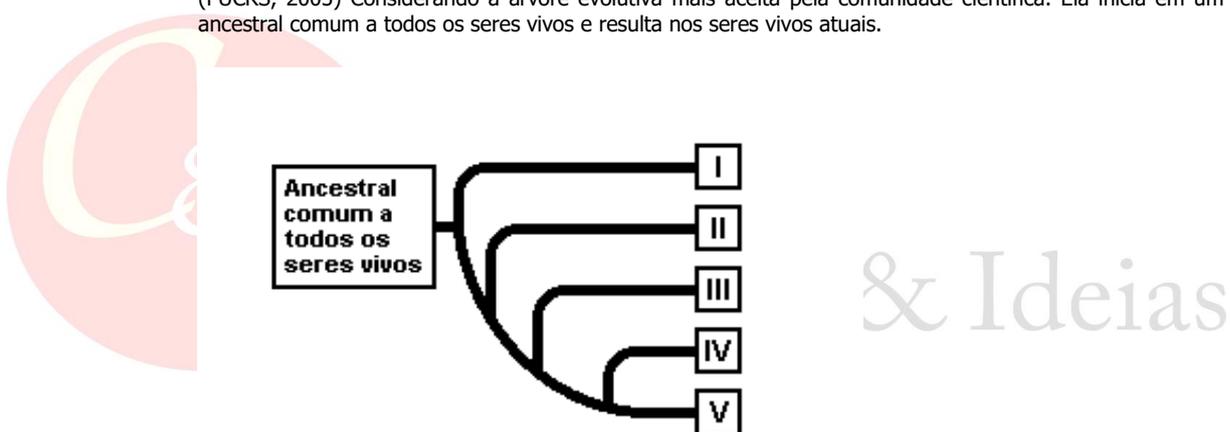


Figura 2: Conteúdos de vestibulares mais frequentes em questões que usam cladogramas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na categoria "*Biodiversidade*", por exemplo, foram incluídas questões que não tinham como foco principal o conteúdo, mas a diversidade biológica, à luz da evolução. Nesses casos, o que se requereu do aluno é que ele reconheça o grau de parentesco entre grupos diversos:

(PUCRS, 2005) Considerando a árvore evolutiva mais aceita pela comunidade científica. Ela inicia em um ancestral comum a todos os seres vivos e resulta nos seres vivos atuais.

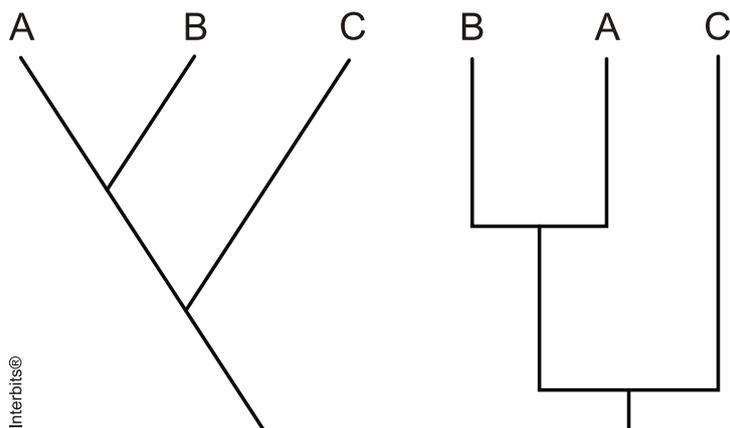


Os números romanos I, II, III, IV e V correspondem, respectivamente:

- animais, plantas, fungos, protistas e bactérias.
- bactérias, protistas, fungos, plantas e animais.
- bactérias, protistas, plantas, fungos e animais.**
- protistas, bactérias, fungos, animais e plantas.
- protistas, fungos, bactérias, animais e plantas.

Ainda neste contexto, foram consideradas questões básicas de sistemática filogenética, mostrando espécies nos ramos terminais:

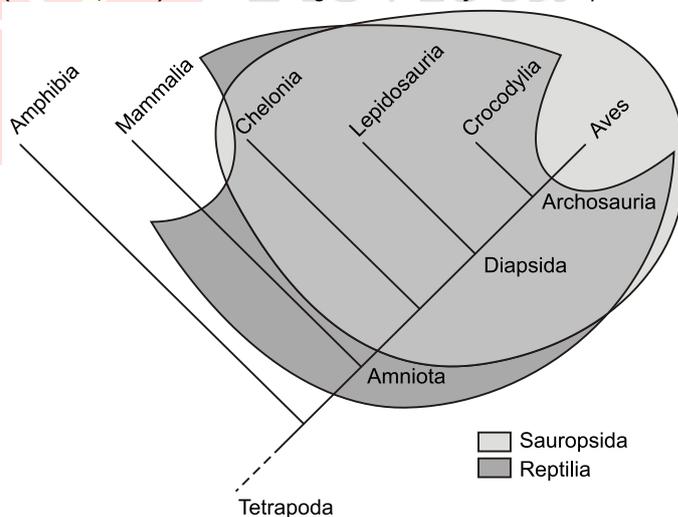
(PUCRJ, 2013) Observe os cladogramas abaixo e assinale a afirmativa correta. Considere A, B e C como sendo três espécies distintas.



- a) Os dois cladogramas mostram relações evolutivas distintas.
 b) As espécies A e B fazem parte, obrigatoriamente, de um gênero distinto de C.
 c) **A, B e C formam um grupo monofilético.**
 d) A, B e C não compartilham um ancestral comum.
 e) A, B e C formam um grupo polifilético.

Foram classificadas como questões dentro da categoria “*Zoologia*” todas as que generalizassem os metazoários ou que traziam, acerca desse grupo, alguma abordagem mais específica. Nesses casos, é muito importante que os alunos compreendam que as linhagens se constituem em grupos hierarquicamente aninhados, que saibam quais características são exclusivas dos membros daquele grupo e que características eles compartilham com outros grupos mais próximos (HILLIS, 2007), como nos respectivos casos:

(Cefet MG, 2014) Analise o cladograma de evolução dos Tetrapoda.



Disponível em: <<http://upload.wikimedia.org>>. Acesso em: 12 jul. 2013.

A irradiação adaptativa das aves ocorreu a partir do grupo dos

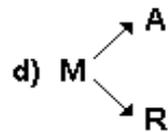
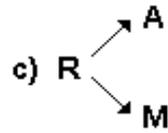
- a) Amniota.
 b) Diapsida.
 c) **Archosauria.**
 d) Crocodylia.
 e) Lepidosauria.

(UFPel, 2000) As aves, os mamíferos e os répteis formam um subgrupo, dentro dos vertebrados, denominado Amniota, que se caracteriza, como o próprio nome diz, pela presença de um ovo amniótico ou cleidoico, com suas estruturas típicas - âmnion, córion, saco vitelínico e alantoide. De acordo com as

espécies fósseis descritas para esses subgrupos, a hipótese evolutiva correta, considerando-se a relação de ancestralidade e descendência, é:

a) R → A → M

b) A → R → M



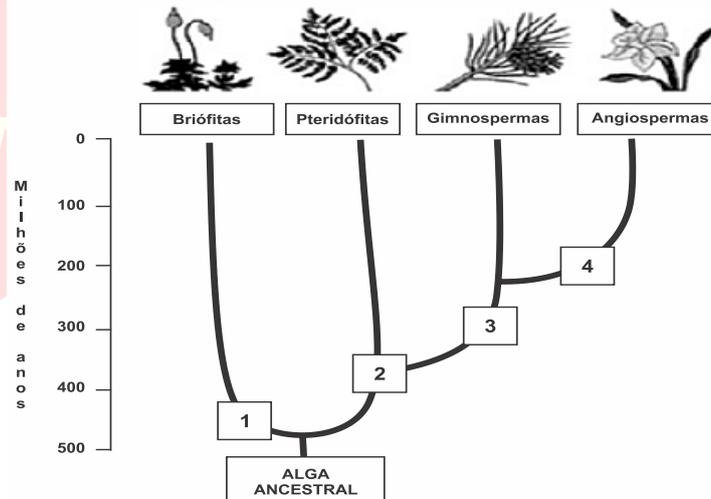
e) R → M → A

Resposta: C.



As questões agrupadas em “Botânica” quase sempre trazem discussões comparativas entre as quatro divisões vegetais e suas características compartilhadas:

(UEMG, 2016) A classificação dos seres vivos se baseia em uma série de características anatômicas, morfológicas, fisiológicas, bioquímicas, evolutivas, etc. Analise esse cladograma que mostra as principais aquisições evolutivas na classificação das plantas.



O critério presença de sementes estaria indicado corretamente pelo número:

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.

Nos casos anteriormente mencionados, da zoologia e botânica, torna-se indispensável à integração dos conhecimentos das áreas específicas junto à sistemática filogenética, e isso pode ser resolvido com esforços de planejamento nas abordagens dessas áreas (ARAÚJO-DE-ALMEIDA, 2007).

O item “*Conceitos específicos da área da sistemática filogenética*” foi elaborado para saber se, de fato, é necessário o uso de termos-chave da filogenia no momento de ensinar sobre biodiversidade com enfoque evolutivo, e até mesmo a frequências dessas palavras nos exames vestibulares. Os resultados indicam que 55,84% dos vestibulares enquadram-se na categoria “*Abordam, superficialmente*”, 25,67% estão na categoria “*Não abordam*” e 19,48% na categoria “*Abordam*”.

Em relação à abordagem dos conteúdos de sistemática filogenética nas questões dos vestibulares, na categoria "Superficialmente" foram agrupados itens que traziam um enfoque evolutivo, ideias e conceitos de homologia e/ou analogia e convergência, mas que não citavam esses termos. Nesses casos, o aluno, dentro de um problema gerador, conseguiria entender o enunciado:

(Cefet MG 2015) Nas últimas décadas tem sido empregado o uso do material genético na reconstrução de filogenias para representar as relações de parentesco evolutivo entre as espécies a partir de um ancestral comum. Mas, para explicar a origem da biodiversidade, é necessário incluir as transformações ecológicas e geográficas. No caso da Amazônia, o local de maior biodiversidade do planeta, dados obtidos com cipós, aves, primatas e borboletas indicam que a diversificação de espécies na Amazônia ocorreu na mesma época que a formação da bacia hídrica. Stam, G. A. Entre cipós e algas. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br>>. Acesso em 06 abr. 2015. (Adaptado).

A consequência do surgimento dessa bacia, nesse processo de diversificação, foi:

a) dispersão de sementes e gametas, colonizando novas áreas geográficas.

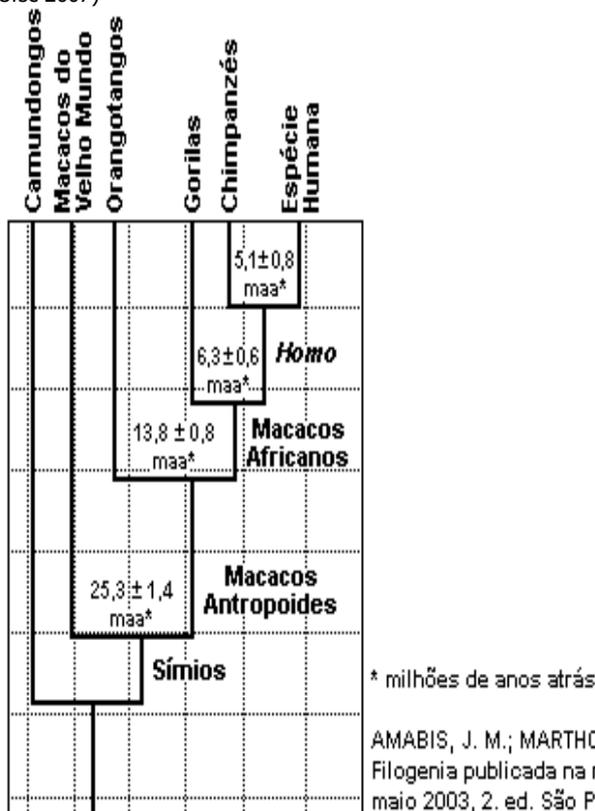
b) disponibilização de água, favorecendo o crescimento numérico das populações.

c) interrupção do fluxo gênico pela presença de barreira hídrica, acarretando especiação.

d) indução de mutações, alterando o material genético das espécies e originando a diversidade.

e) promoção do deslocamento de nichos, levando ao surgimento de espécies arbóricolas e aéreas.

(Ufsc 2007)



De acordo com a figura anterior, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

01) A espécie humana e os camundongos originaram-se de um mesmo ancestral.

02) Os chimpanzés compartilham maior número de genes com os gorilas do que com a espécie humana, pois a distância entre gorilas e chimpanzés é menor que a distância entre os chimpanzés e a espécie humana.

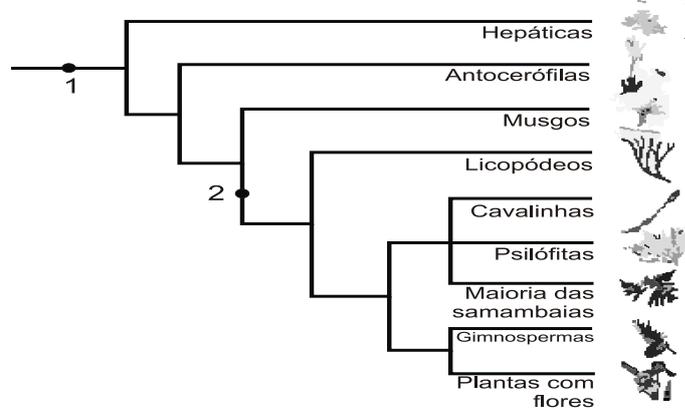
04) Os primatas mais evoluídos são os da espécie humana, seguidos dos chimpanzés, dos gorilas, dos orangotangos e finalmente dos macacos do velho mundo.

08) Na escala evolutiva, os macacos mais próximos da espécie humana são os chimpanzés, seguidos dos gorilas e orangotangos.

16) A espécie humana originou-se dos chimpanzés, que se originaram dos gorilas, que se originaram dos orangotangos, que por sua vez se originaram dos macacos do velho mundo.

A categoria de questões “*Não abordam*” foi elaborado para agrupar itens onde os cladogramas estão presentes mas, por serem de caráter mais generalista, o estudante resolveria o problema proposto, como sugere Santos e Calor (2007):

(UFRGS, 2012) A figura abaixo apresenta algumas das características compartilhadas por grupos de plantas.

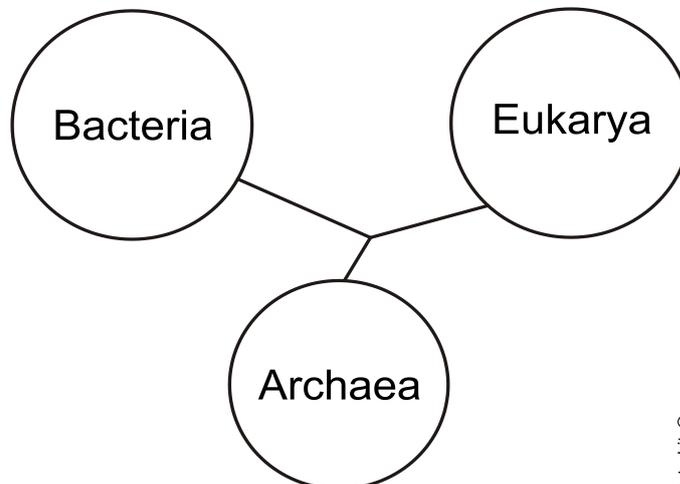


Adaptado de: SADAVA et al. *Vida: a ciência da biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

As características associadas aos números 1 e 2 representam, respectivamente, a presença de

- esporófito haploide e folhas verdadeiras.
- gametófito haploide e sementes.
- esporófito haploide e estômatos.
- embrião protegido e tecido vascular.**
- embrião protegido e sementes.

(PUCRS, 2014) Para responder à questão, analise a figura que representa a concepção atual da biodiversidade no planeta, denominada “Os três domínios da vida”, e considere as afirmações a seguir, preenchendo os parênteses com V (verdadeiro) ou F (falso).



- Os cogumelos pertencem a Eukarya.
 - Os organismos incluídos em Bacteria e Archaea são destituídos de núcleo.
 - O Homo sapiens, por ser uma espécie antiga, pertence a Archaea.
 - Eukarya somente inclui organismos pluricelulares.
- O correto preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é
- V – F – F – F
 - V – V – F – F**
 - F – F – F – V
 - V – V – V – F
 - F – V – V – V

Finalmente, a categoria “*Aborda*” agrupou questões de tratativa filogenética mais direta, com vocabulário específico. Nesses casos, termos-chave estavam, necessariamente, presentes:

(Uece, 2014) Filogenia é a história genealógica de um grupo de organismos. A cladística é uma representação hipotética das relações ancestral/descendente e filogenética (Hennig, 1966). Desde o estabelecimento dos princípios fundamentais da teoria da evolução por Darwin, um dos maiores objetivos das ciências biológicas é a determinação da história de vida dos descendentes (Radford, 1986); um cladograma determinado pode ser utilizado como base para um sistema de classificação, assim como para traçar a biogeografia histórica de um grupo (Nelson & Platnik, 1981).

Sobre Filogenia e Cladística, marque a afirmação correta.

a) Uma população troca de genes periodicamente e mantém a semelhança morfológica, mas, a partir do momento em que uma população é dividida em duas e estas são isoladas, as mudanças gênicas produzidas naturalmente pelas mutações estabelecerão duas novas linhagens.

b) Homologia é estritamente definida como uma hipótese de origem evolucionária não comum.

c) O cladograma é a representação da história genealógica de um organismo individual.

d) Os táxons, ou Unidades Taxonômicas Operacionais, são alocados em um cladograma, independentes do tempo.

(Uece, 2010) Na filogenia, a ordem correta de aparecimento das apomorfias relacionadas a estruturas locomotoras é

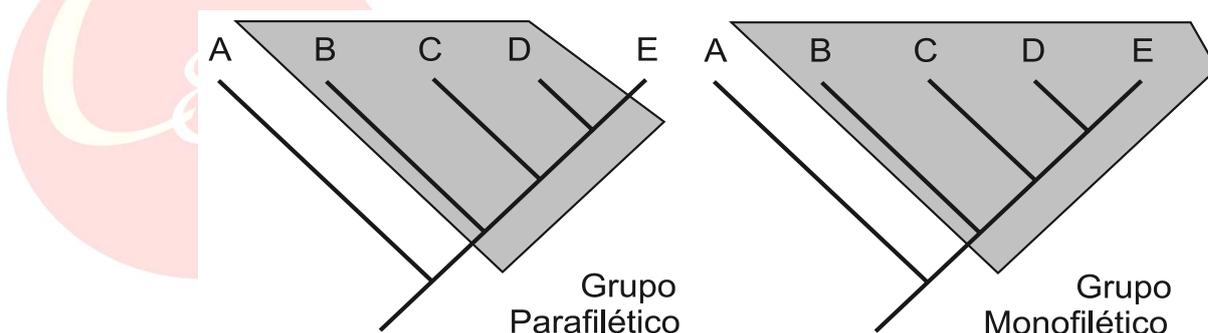
a) patas nos tetrápodes, pés humanos, pseudópodes e parapódios.

b) pseudópodes, parapódios, patas nos tetrápodes e pés humanos.

c) parapódios, patas nos tetrápodes, pseudópodes e pés humanos.

d) pés humanos, patas nos tetrápodes, parapódios e pseudópodes.

(FGV, 2014) Os cladogramas a seguir ilustram os conceitos de grupos parafiléticos e monofiléticos.



(<http://www.coccinellidae.ci>. Modificado)

É correto afirmar que

a) grupos parafiléticos incluem todos os descendentes de um mesmo ancestral.

b) grupos monofiléticos são aqueles que apresentam um ancestral comum.

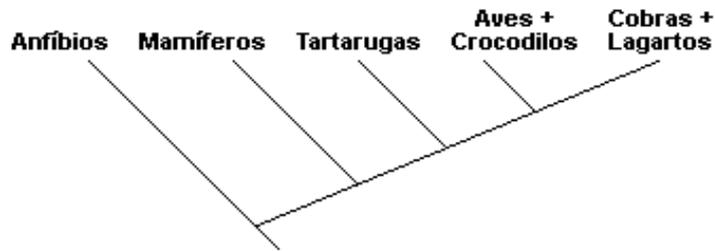
c) os grupos A e B isolados constituem um grupo monofilético.

d) os grupos D e E isolados não são monofiléticos.

e) o grupo C é mais próximo evolutivamente de D do que o grupo E.

(UFU, 2006) Pela recente metodologia filogenética de classificação dos seres vivos (cladística), somente são considerados como táxons válidos aqueles seres que possuem um ancestral comum, indicado pelas características comuns compartilhadas (sinapomorfias), e que contenham todos os seus descendentes (grupos monofiléticos).

O cladograma a seguir representa as relações filogenéticas dos vertebrados terrestres, de acordo com os seus grupos:



Com base no exposto, assinale a alternativa correta.

- a) **As aves não podem ser consideradas como um grupo taxonômico distinto dos répteis.**
 b) Os anfíbios e os répteis são muito semelhantes porque possuem um ancestral em comum.
 c) Os mamíferos, as aves e os répteis não formam um grupo monofilético porque possuem mais de um ancestral.
 d) As aves e os répteis possuem características em comum devido à convergência adaptativa.

Embora tenham sido citados apenas alguns exemplos, foram analisadas 154 questões, e apenas 19,48% tinham termos específicos da sistemática filogenética, ou seja, praticamente 80% trataram o assunto de modo que o aluno conseguisse compreender com maior facilidade.

A categoria "*Termos-chave mais recorrentes da sistemática filogenética*" foi elaborada à medida em que as perguntas foram lidas. Assim, uma lista com 221 citações foi organizada. Essas citações foram agrupadas em 23 categorias que foram convertidas em porcentagens, e as de maior frequência de citação foram representadas (Figura 3).

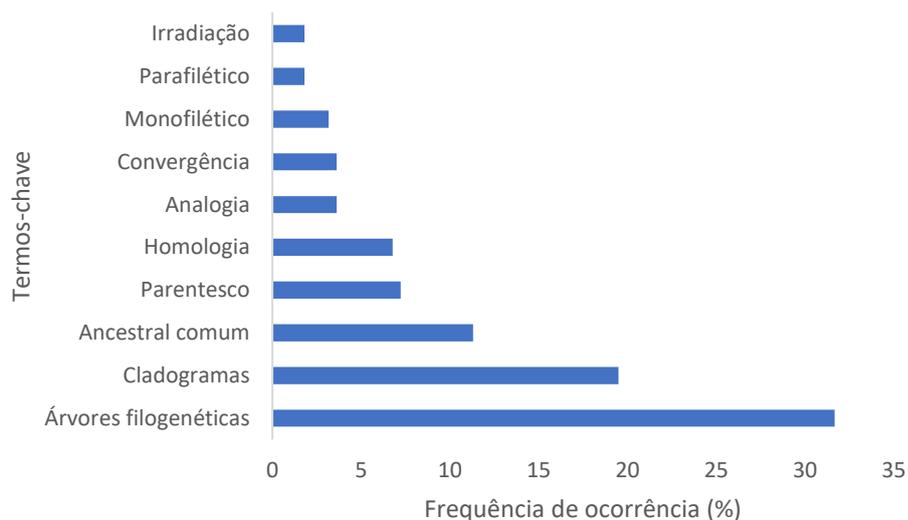


Figura 3: Termos-chave recorrentes nas questões de vestibular sobre sistemática filogenética.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Outras palavras também foram citadas com menor frequência de ocorrência, como: polifilético, U.T.O (Unidades Taxonômicas Operacionais), Anagênese, Divergência, Apomorfia, Homoplasia, Fenética, "Nó", Sinapomorfia, Deriva genética, Ontogenia, Plesiomórfico e Simplesiomorfia. Todos esses termos obtiveram isoladamente, no máximo, 1,35% de ocorrência.

Termos científicos não são apenas formalidades, mas uma forma de compactar informação de maneira precisa, que não sofra modificações temporais ou influências de modismos (BIZZO, 2007). Um dos principais desafios do ensino de Biologia são as terminologias científicas, que devem ser sempre contextualizadas e retomadas em situações e momentos diversos ao longo do ensino médio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha da análise das questões do vestibular não foi ao acaso: ela se justifica devido à importância deste exame como a principal forma de ingresso ao ensino superior. Essas provas, muitas vezes, tornam-se parâmetros para que escolas qualifiquem o êxito que obtiveram na formação de seus alunos egressos do final da educação básica, o Ensino Médio.

Há outro ponto extremamente relevante em relação aos exames vestibulares: embora esse não seja o objetivo da prova, ela acaba exercendo grande influência na composição do currículo de biologia. Temas mais recorrentes tendem a ser mais explorados, caracterizando uma postura antipedagógica. Amauro (2004) endossa que, ao possibilitar o acesso ao ensino superior, especialmente público, os exames vestibulares podem influenciar no processo de ensinar e aprender, bem como a dinâmica de como isso ocorre em salas de aulas de muitas instituições.

Desde sua origem, os exames vestibulares passaram por uma série de mudanças que visavam o avanço de uma avaliação apenas de conceitos para um modelo de averiguação das competências e habilidades alcançadas por um conculinte da educação básica. Nesse escopo, a sistemática filogenética torna-se uma ciência aliada e indispensável para o estudo da biodiversidade, uma vez que possibilita uma visão evolutiva entre organismos diversos, além de atender às demandas legais como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio.

A maioria das questões que trata sobre biodiversidade trazem cladogramas em sua composição, o que pode ser considerado um avanço. Entretanto, para dar condições que habilitem aos alunos a resolução das proposições, é necessária a elaboração de estratégias de ensino que atendam a esse público, com investimento de materiais alternativos, aulas práticas, simulados e textos complementares, dentre outros (SANTOS e CALOR, 2007; LOPES, 2008).

Para que se obtenha uma aprendizagem efetiva e duradoura, Trivelato (2005) indica que os conteúdos de biologia não devem ser compartimentados e pouco relacionados, uma vez que esse tipo de prática não leva ao sucesso. Conceitos científicos específicos da sistemática filogenética ainda estão presentes nos exames vestibulares, perdendo o foco da ideologia dessa ciência. O ensino de Biologia dispõe de ampla nomenclatura específica e os exames vestibulares, no lugar de reduzir esse caráter mnemônico, reforçam ao empregar termos, exigindo dos vestibulandos seus conceitos, muitas vezes, descontextualizados.

REFERÊNCIAS

- AMAURO, Nicéa Quintino. **Caracterização do nível de conhecimento químico dos alunos egressos do Ensino Médio brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.
- AMORIM, Dalton de Souza. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino. In: BARBIERI, Marisa Ramos (Org.). **Aulas de Ciências: Projeto LEC-PEC de Ensino de Ciências**, Ribeirão Preto, 1999, p. 9-11.
- AMORIM, Dalton de Souza; MONTAGNINI, Daniel Luiz; CORREA, Richard Joel; CASTILHO, Maria Stela Maioli; NOLL, Fernando Barbosa. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de zoologia e botânica no 2º grau. In: BARBIERI, Marisa Ramos; SICCA, Natália Aparecida Lagunda; CARVALHO, Celia Pezzolo. (Orgs.). **A construção do conhecimento pelo professor: Uma experiência de parceria entre professores do ensino fundamental e médio da Rede Pública e a universidade**. Ribeirão Preto: Holos/FAPESP, 2001, p. 41-49.
- AMORIM, Dalton de Souza. **Fundamentos de Sistemática Filogenética**. Ribeirão Preto: Holos, 2002a.
- Amorim, Dalton de Souza. A mesma origem. **Jornal das Ciências**, n. 6, Ribeirão Preto: CTC/CEPID/FAPESP, 2002b.
- ARAUJO-DE-ALMEIDA, Elineí; AMORIM, Dalton de Souza; SANTOS, Roberto Lima; CHRISTOFFERSEN, Martin Lindsey. Sistemática Filogenética para o ensino comparado de Zoologia. In: ARAÚJO-DE-ALMEIDA, Elineí. (Org.). **Ensino de Zoologia: ensaios didáticos**. João Pessoa: Editora Universitária, 2007, p. 85-94.
- BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BIZZO, Nélio Marco Vincenzo. **Ciências: fácil ou difícil?** 2 ed. São Paulo: Ática, 2007.
- BRASIL. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, 1996. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2008.
- FRENEDOZO Rita de Cássia; CANCIAN, Maria Aparecida Eva; DIAS, Marlene Alves; CALEJÓN, Laura; RIBEIRO, Júlio César; MACIEL, Maria Delourdes. Análise do livro didático de Biologia para o ensino médio: as abordagens e métodos aplicados ao ensino de botânica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Anais do V ENPEC**. Bauru, ABRAPEC, 2005.
- FUTUYMA, Douglas Joel. **Biologia Evolutiva**. 3 ed. Ribeirão Preto: Ed. FUNPEC, 2009. p. 829.
- GUIMARÃES, Márcio Andrei. **Cladogramas e evolução no ensino de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005. Recuperado de http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS_MEST/DIS_MEST20050929_GUIMARAES%20MARCIO%20ANDREI.pdf
- HENRIQUES, Adrian Evelyn Lima; DORVILLÉ, Luís Fernando Marques. Evolução biológica no vestibular: análise dos conteúdos e níveis de complexidade encontrados nos exames da UERJ e FUVEST. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBIO)**, v. 1, n.7, p. 31-41, 2014.
- HILLIS, David Mark. Making evolution relevant and exciting to biology student. **Evolution**, v.61, n.6, p. 1261-1264, 2007. doi.org/10.1111/j.1558-5646.2007.00126.x
- HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles; FRANCO, Francisco Manoel de Mello. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS – INEP. **Matriz de competências e habilidades do Ensino Médio**. Brasil, p. 20, 2005. Recuperado de http://download.inep.gov.br/educacao_basica/encceja/legislacao/2005/anexoii.pdf
- LÉVÊQUE, Christian. **A Biodiversidade**. Bauru: Editora da Universidade do Sagrado Coração, 1999.

- LIMA, José Luciano Santinho. **Contextualização e conteúdo das questões de matemática do ENEM e dos vestibulares da USP, UNICAMP e UFSCar**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal de São Carlos, 2011.
- LOPES, Welinton Ribamar. **Ensino de filogenia animal: percepções de estudantes e professores e análise de propostas metodológicas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2008. Recuperado de https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/523/1/arquivo1218_1.pdf
- LOPES, Welinton Ribamar; VASCONCELOS, Simão Dias. Representação e distorções conceituais do conteúdo "Filogenia" em livros didáticos de biologia no Ensino Médio – **Revista Ensaio**, v. 14, n. 3, p. 146-165, 2012. Recuperado de <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/8436-19783-1-PB.pdf>
- MACEDO, Lino de. **Competências e habilidades**: elementos para uma reflexão pedagógica. Brasília: INEP, 1999.
- MELLO, Paulo Eduardo Dias. **Vestibular e Currículo**: o saber histórico escolar e os exames vestibulares da FUVEST. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, São Paulo, 2000.
- PRIMACK, Richard B. **Essentials of conservation biology**. Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 1993.
- RIBEIRO-NETO, Adolpho. O vestibular ao longo do tempo: implicações e implicâncias. **Seminários – Vestibular Hoje**. Brasília. Ministério da Educação, p. 17-27, 1987. Recuperado de <http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/es/artigos/116.pdf>
- RODRIGUES, Marciel Elio; JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. O conteúdo de sistemática e filogenética em livros didáticos do ensino médio. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 2, p. 65-84, 2011. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1295/129519166005.pdf>
- SANTOS, Charles Morphy Dias; CALOR, Adolfo Ricardo. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – I. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2007.
- SARKAR, Sahotra. **Biodiversity and Environmental Philosophy: An Introduction**. Cambridge Studies in Philosophy and Biology, New York: Cambridge University Press, 2005.
- TRIVELATO, Silvia Luzia Frateschi. Que corpo/ser humano habita nossas escolas? In: MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Maria Serra; AMORIM, Antonio Carlos (Orgs.). **Ensino de biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói: Eduff, 2005. p. 118- 129. Recuperado de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/17852/mod_resource/content/1/Que%20corpo%2Cser%20humano%20habita.pdf
- WAIZBORT, Ricardo. Teoria Social e Biologia: perspectivas e problemas da introdução do conceito de história nas ciências biológicas. **História, Ciência, Saúde**, v. 3, n. 3, p. 632-653, 2001. Recuperado de <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/24123/2/pdf5.pdf>
- WILSON, Edward Osborne. **Diversidade da Vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.
- WUO, Moacir; MUNHAE, Catarina Bortoli; MORINI, Maria Santina de Castro; OLIVEIRA, MIRANDA, Vitor Fernandes Oliveira; CLIVATI, NUNES, Luiz R.; OLIVEIRA, Regina L.B. da Costa. Biodiversidade na Serra do Itapeti: pesquisa para o ensino. IN: MORINI, Maria Santina de Castro; MIRANDA, Vitor Fernandes Oliveira (Org.). **Serra do Itapeti: aspectos históricos, sociais e naturalísticos**. Bauru: Editora Canal6, 2012, p. 305-323. Recuperado de <http://www.canal6.com.br/site/wp-content/livro/serradoitapeti.pdf>