

PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO MÉDIO: FILOGENIA DE ANIMAIS*

WELINTON RIBAMAR LOPES**

MARIA JUDY DE MELLO FERREIRA***

MARIA NAZARÉ STEVAUX****

RESUMO

A Sistemática Filogenética, especialmente quando discutida no contexto da Biogeografia, causou um enorme impacto no entendimento da biodiversidade. A classificação tradicional, incoerente com uma visão evolutiva do sistema vivo, tende a ser abandonada. A despeito da ampla aceitação científica, os novos conhecimentos são adotados tardiamente na formação acadêmica em Ciências Biológicas, e no Ensino Básico. O tratamento da Biodiversidade, mantido numa visão tradicional, reforça idéias equivocadas sobre a sistematização do universo biológico. Este trabalho criou e avaliou uma nova metodologia de ensino/aprendizado, com base na Sistemática Filogenética, para o Ensino de Zoologia no Ensino Médio. O objetivo maior foi possibilitar aos alunos o entendimento do universo vivo na dinâmica do processo evolutivo, habilitando-os a perceber a sua ordem natural e aproximando-os dos métodos que permitem resgatar a história da biodiversidade.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino, Zoologia, Filogenia.

A Pedagogical proposal to High School: animal phylogeny

ABSTRACT

Phylogenetic systematics, especially when discussed in the biogeographic context caused an enormous impact in the understanding of biodiversity. The traditional classification which doesn't cohere with an evolutive view of the alive system, is prone to be abandoned. In spite of the ample scientific acceptance, the new knowledge is adopted late in the academic formation in Biological Sciences and basic teaching. The treatment of the Biodiversity, kept in a traditional view, strengthens misleading ideas about the systematization of the biological universe. This work created and evaluated a new methodology of education/learning, on the basis of Philogenetic Systematics, for High School teachers of Zoology. The main objective was to make possible to the pupils the understanding of alive universe in the dynamics of the evolutive process, qualifying them to perceive its natural order and put them in contact to methods that allow rescuing the history of biodiversity.

KEY WORDS: teaching, zoology, phylogeny.

* Trabalho desenvolvido para a conclusão do Curso de Especialização em Ciências do Cepae-UFG.

** Professor da Rede Estadual de Ensino de Goiás. E-mail: wallybio@yahoo.com.br.

*** Professora do Cepae-UFG (orientadora). E-mail: majudy50@yahoo.com.br

**** Professora do ICB-UFG (co-orientadora). E-mail: nstevaux@uol.com.br

INTRODUÇÃO

No ensino contemporâneo existe um consenso de que valorizar o conhecimento prévio do aluno e a interação entre os fatos do cotidiano e o saber sistematizado estimula uma leitura crítica das interferências da ciência e da tecnologia na sociedade, além de ressaltar a necessidade de se buscar uma melhor qualidade de vida no planeta através da aquisição de novos valores e atitudes (Krasilchik, 2004).

Essa concepção de ensino pressupõe que o professor aplique metodologias e utilize recursos didáticos adequados para que o aluno construa o seu conhecimento, e não somente o absorva na forma de conceitos prontos, inquestionáveis e de difícil compreensão (Prof. Paulo Sérgio Pantaleão, Superintendente do Ensino Médio de Goiás, em comunicação pessoal). Neste contexto, a aquisição e o desenvolvimento de habilidades – observar, registrar e comparar dados, construir, interpretar e analisar gráficos, estabelecer modelos, formular hipóteses e transferir conhecimentos a novas situações de aprendizagem, entre outras – são essenciais na construção e socialização do conhecimento, assegurando a inserção do estudante na sociedade contemporânea.

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Médio (Brasil, 2002), existem explicações distintas para o surgimento da vida e de sua diversidade na história da humanidade. Os modelos científicos conviveram e convivem com outros sistemas explicativos. O aprendizado da Biologia deve permitir constatar esta diversidade de pensamento e as limitações das explicações da dinâmica da natureza viva. Perceber que as ciências naturais constroem modelos para explicar fatos observados ou inferidos; que tais modelos são produtos da mente humana a partir de evidências e não verdades da natureza (Brasil, 2002) e que hipóteses são legitimadas pela realidade observada, é fundamental para compreender que a ciência não tem respostas definitivas.

Considerando os PCNs, os currículos para o ensino de Ciências Naturais estão atrelados ao sistema “lineano” de classificação biológica (Brasil, 2002). O sistema criado por Linnaeus (1758) – está baseado em idéias criacionistas, onde as unidades biológicas (espécies) são entidades independentes e imutáveis. É um método catalográfico obsoleto e incoerente com as bases evolucionistas adotadas pelo mesmo sistema educacional (Lopes et al., 2004)

Para promover um ensino/aprendizado coerente em Biologia, em especial na área da sistemática e taxonomia, é necessário entender a dinâmica da vida orientada pelo processo evolutivo. É fundamental identificar as transformações dos organismos ao longo do tempo e situar as linhagens com representantes atuais. É indispensável ser capaz de reconhecer nas diferenças e semelhanças a identidade e unidade do sistema vivo.

Se o ensino da Biologia deve refletir um universo em transformação constante a ser entendido como tal, a Zoologia torna-se um instrumento ideal neste processo para os níveis básicos (fundamental e médio) da educação formal. No entanto, é preciso reorientar os conteúdos e os procedimentos das aulas, ajustando-os ao contexto evolutivo. O sistema atual “remete o aluno a idéias retrógradas e equivocadas do passado” (Amorim, 1999, 2001; Lopes, et al. 2004) e compromete a compreensão da Biologia, a partir de bases e conceitos conflitantes.

Este estudo justifica-se pela necessidade de se repensar as propostas pedagógicas para o ensino de Biologia no nível médio da educação básica, reformulando o conteúdo e as técnicas de abordagens da sistemática e taxonomia zoológica, tornando-as coerentes com as bases teóricas vigentes. Nesse sentido, partimos da afirmação de Moore (2003) de que “a ordenação sistemática dos seres vivos pode ser feita de várias formas, porém a mais conveniente é aquela que tem como objetivo produzir uma classificação ‘natural’, isto é, uma filogenia que revele a história evolutiva”.

Associou-se, assim, a atualização do conteúdo de zoologia a estratégias construtivistas de ensino para o nível médio. O objetivo maior consistiu em criar, experimentar e avaliar a aplicação de uma nova metodologia de Ensino de Zoologia para alunos do 2º e 3º anos do ensino médio.

O desafio foi o de permitir ao aluno perceber a dinâmica do universo biológico, a coesão e a ordem deste sistema por laços de consangüinidade e as transformações que geraram e geram a diversidade de seus componentes. O estímulo foi experimentar uma metodologia de investigação deste sistema complexo.

Foi testada a hipótese de que a aprendizagem de Zoologia, norteada na filogenia, propicia aos alunos a percepção do processo de transformação que gerou a diversidade de animais conhecida atualmente e os insere em um aprendizado coerente, dinâmico e significativo. Dessa forma, espera-se que os estudantes do ensino médio sejam capazes de: (1) identificar linhagens por apomorfias (caracteres derivados); (2) relacionar os grupos por

sinapomorfias (compartilhamento de caracteres derivados); e (3) reconstituir a história evolutiva das principais linhagens de animais a partir das características presentes nos representantes atuais.

METODOLOGIA

Este estudo incluiu diferentes atividades desenvolvidas em uma seqüência de etapas bem definidas.

A primeira etapa envolveu as atividades de revisão bibliográfica e de levantamento de dados sobre o atual conhecimento em Zoologia nos níveis de ensino em foco. Foram obtidos dados das concepções de alunos e professores do ensino médio a respeito dos conceitos, idéias e importância do conhecimento da diversidade animal por meio da aplicação de questionários específicos que objetivavam traçar um panorama geral do entendimento de zoologia - questionários criados no Programa FaunaCO (Programa Integrado de Estudo da Fauna da Região Centro Oeste do Brasil – PRPPG/UFG), pela linha de pesquisas em conteúdo, método e instrumentação didática de ensino de zoologia para os níveis fundamental, médio e superior. A coleta de dados aconteceu em alguns colégios selecionados, numa tentativa de viabilizar a expressão de realidades sociais variadas (instituições pública/privada, central/ periférica/interior do Estado).

A segunda etapa consistiu em elaborar um plano de curso (objetivos, conteúdos, estratégias e ferramentas de desenvolvimento e formas de avaliação) para o ensino/aprendizado de taxonomia zoológica no ensino médio.

Em seguida, a terceira etapa envolveu a execução do plano de curso.

Por fim, a quarta etapa consistiu em analisar os resultados obtidos, ocorrendo concomitante com o desenvolvimento das etapas anteriores. Além disso, incluiu uma síntese analítica do conjunto dos resultados desta proposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ETAPA I: Dados obtidos pela aplicação dos questionários

Os dados foram coletados em sete colégios, especificados no Quadro 1. Os questionários foram distribuídos a um total de 220 participantes, sendo 20 professores de Biologia e 200 alunos de 2º ano do ensino médio. Os resultados apresentados foram analisados e discutidos em blocos para

melhor percepção dos assuntos – bloco 1: conhecimento do aluno; bloco 2: conhecimento do professor.

QUADRO 1. Colégios participantes do levantamento de dados, incluindo o tipo de Instituição (TI) e sua localização.

Colégio	TI	Localização no Estado
Colégio Estadual Polivalente Modelo	Pública	Setor Oeste (capital)
Colégio Estadual Carlos Alberto de Deus	Pública	Setor Central (capital)
Colégio Estadual Novo Horizonte	Pública	Bairro Novo Horizonte (capital)
Colégio Estadual Jardim Europa	Pública	Bairro Jardim Europa (capital)
Colégio Universo	Privada	Trindade (interior)
Colégio Estadual Senador Theotônio Villela	Pública	Trindade (interior)
Colégio Integrado Jaó	Privada	Setor Jaó (capital)

Bloco 1: Conhecimento do aluno

Dos alunos consultados, 25 não concordaram em participar. Sendo assim, os dados foram obtidos de 175 questionários respondidos.

A primeira parte do questionário focou a identificação (Quadro 2) e a avaliação (Tabela 1) do livro didático adotado pela escola e a preferência dos alunos por disciplinas do curso.

QUADRO 2. Livros adotados pelas escolas participantes desta pesquisa, conforme informação dos alunos.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. <i>Fundamentos da Biologia Moderna</i> . Volume único. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2002.
FAVARETTO, J. A.; MERCADANTE, C. <i>Biologia</i> . Volume único. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.
LINHARES, S.; GWANDSZNAJDER, F. <i>Biologia: Série Brasil</i> . Volume único. São Paulo: Ática, 2003.
LOPES, S. <i>Biologia Essencial</i> . Volume único. São Paulo: Saraiva, 2003.
PAULINO, W. R. <i>Biologia: Série Novo Ensino Médio</i> . Volume único. 9. ed. São Paulo: Ática, 2004.

TABELA 1. Avaliação da qualidade do livro adotado pela escola, segundo 175 alunos consultados (em porcentagem).

Ótimo	16 %
Bom	42 %
Razoável	27 %
Ruim	15 %

A ordem de preferência pelas disciplinas entre os 175 alunos consultados foi: 1º lugar, matemática; 2º lugar, biologia e 3º lugar, português, história e geografia.

A segunda parte do questionário, com questões dissertativas a respeito da biodiversidade e da zoologia, levantou as concepções dos estudantes sobre a zoologia e os conceitos relacionados.

A maioria dos estudantes entende o termo ‘biodiversidade’ como “variedade de espécies”, “diversidade de seres no planeta” ou “conjunto de vidas”, e 86% deles relacionaram a regra (ou ordem) existente na biodiversidade às categorias taxonômicas. A zoologia foi associada ao estudo das categorias taxonômicas por 77% dos estudantes, embora a maioria deles tenha identificado a finalidade do estudo de zoologia como sendo “para conhecer os animais” e apenas uma pequena proporção tenha definido a finalidade do estudo como sendo para “classificar” ou “explicar a evolução dos animais”.

Duas das escolas participantes (C. E. Carlos Alberto de Deus e C. E. Novo Horizonte) realizaram aulas de campo – visita ao zoológico; duas outras (Colégio Integrado Jaó e C. E. Jardim Europa) realizaram aulas práticas e uma (C. E. Carlos Alberto de Deus), realizou uma aula no laboratório de informática.

O conceito de espécie, para a maioria dos alunos, foi a reprodução daquele proposto por Mayr (1998), em que “espécie é o agrupamento de populações naturais, real ou potencialmente intercruzantes, produzindo descendentes férteis e reprodutivamente isolados de outros grupos de organismos”. Outras respostas freqüentes foram relacionadas a taxonomia: “é a definição do tipo de seres”; “tipos de animais que descendem um do outro”; “é a divisão dos filós”; “nome para diferenciar um animal do outro” e, ainda, “nome dado à uma classe de animais”. O entendimento dos alunos sobre o surgimento de novas espécies foi o de que “espécies se modificam originando outras” ou “surgem características”.

A filogenia raramente foi relacionada à história evolutiva dos seres vivos ou com o parentesco entre as espécies (7%), tendo sido frequentemente definida como: “a evolução das aves”; “estudo do gene”; “nome que se dá para grupo de seres” ou “estudo dos filós”. Poucos alunos responderam não conhecer o assunto.

A terceira parte do questionário consistiu de dois testes avaliativos - um com proposições a serem julgadas como verdadeiras ou falsas (Tabela 2), e um de múltipla escolha - para conferir o entendimento dos alunos das informações existentes nas filogenias. Os enunciados (destacados em itálico) e as respectivas figuras estão apresentados antes dos resultados. As alternativas corretas estão sublinhadas.

Primeiro teste:

“Atualmente, os cientistas contam com técnicas de estudo (Método de Análise Filogenética) que permitem identificar o parentesco entre os grupos biológicos, de modo que é possível reconstituir a sua história evolutiva. Aqui é considerada a evolução, como o processo gerador da ordem observada na natureza viva. A sistematização é expressa num cladograma - a árvore filogenética - onde o parentesco entre as linhagens pode ser observado. Assim, a ordem das filogenias - classificação filogenética - é a ordem natural resultante da história evolutiva dos grupos biológicos”.

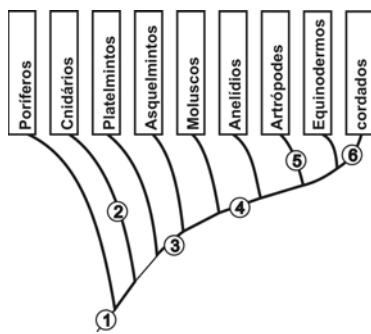


Fig 1 – Filogenia geral de animais

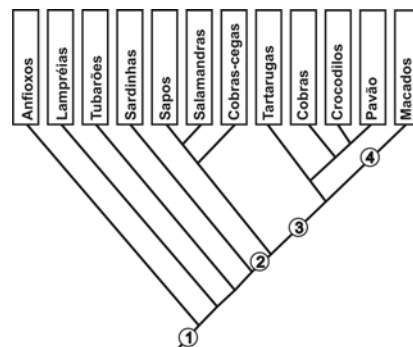


Fig 2 – Filogenia de Cordados

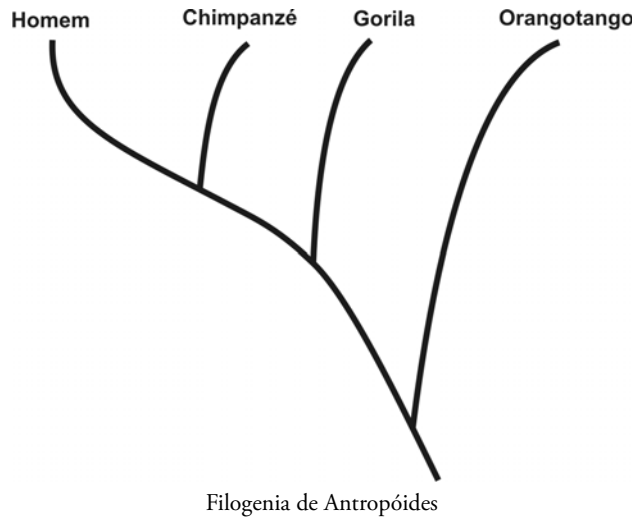
“Baseado no texto acima, nas figuras 1 e 2 e nos seus conhecimentos sobre zoologia julgue se são verdadeiras (V) ou falsas (F) as afirmações abaixo”:

TABELA 2. Resultado do teste de identificação de afirmativas corretas, com base em informações do texto e da filogenia. As alternativas corretas estão grifadas.

Afirmação:	Verdadeira	Falsa
A classificação dos seres vivos, com base na evolução, deve ser considerada uma escada, com peixes atuais originando anfíbios, estes originando répteis e assim por diante.	60%	<u>40%</u>
Na figura 1, o caráter 1 está representando a multicelularidade, característica esta compartilhada por todos os grupos animais.	<u>53%</u>	47%
Na figura 1, o caráter 4 representa a segmentação, exclusividade de anelídeos.	47%	<u>53%</u>
O caráter 6 na figura 1 equivale ao caráter 1 da figura 2.	<u>27%</u>	73%
Na figura 2, o número 4 indica as características derivadas de uma espécie primitiva: glândulas mamárias e pêlos. O grupo taxonômico dos mamíferos é natural porque está baseado nessas características derivadas do ancestral.	<u>85%</u>	15%
Na figura 2, o grupo dos répteis é artificial, porque não está definido por uma característica derivada num ancestral comum e exclusivo do grupo.	<u>83%</u>	17%
Na figura 2, os números 1, 2 e 3 representam, respectivamente: notocorda, dois pares de patas, ovo amniótico.	<u>39%</u>	61%

Segundo teste:

“(Mack-SP) A figura a seguir mostra a filogenia de alguns grupos de primatas. Qual(is) a(s) afirmativa(s) são corretas?”



Baseado na figura acima, responda qual(is) a(s) afirmativa(s) são corretas?

- Os quatro grupos tiveram um ancestral comum.
- O homem evoluiu a partir do chimpanzé.
- O chimpanzé é mais próximo (evolutivamente) do homem que do gorila.
- O chimpanzé é mais próximo (evolutivamente) do homem que do orangotango.

No teste de múltipla escolha, a maioria dos alunos (78%) reconheceu que os grupos de antropóides tiveram um ancestral comum. No entanto, um percentual elevado (41%) afirmou que o homem evoluiu a partir do chimpanzé.

Os resultados do bloco 1, que revelam o conhecimento dos estudantes sobre zoologia dentro do contexto de sistemática e evolução, confirmam a suspeita de que os alunos detêm uma imagem distorcida da diversidade biológica. Nos testes, os problemas implícitos na Classificação Tradicional foram claramente identificados. O vício conceitual aparece na primeira questão (Tabela 2), onde a idéia da *scala naturae* fica evidente. A incapacidade de identificar a multicelularidade como um caráter compartilhado por todos os grupos de animais está associada, provavelmente, ao problema estrutural do sistema lineano, já que a falta de critérios inclui parte dos Protistas no Reino Animal. Isto também explica a idéia equivocada de que metameria é caráter exclusivo dos anelídeos.

Em meio ao conflito de idéias, os alunos intuíram que a classe dos répteis não é um grupamento natural, ao contrário da classe dos mamíferos. É possível que tenha havido erro na condução da pergunta, mas dificilmente os alunos conseguem indicar características exclusivas para a classe dos répteis, ao contrário do que ocorre com os mamíferos. Existe dificuldade de relacionar as informações, como foi verificado quando os alunos não identificaram o caráter 6 na figura 1 (que indica o aparecimento da notocorda na filogenia dos animais) como o caráter 1 da figura 2 (que indica a sinapomorfia para os cordados). A maioria não foi capaz de situar o aparecimento de características conhecidas, tais como a notocorda, os dois pares de patas e o ovo amniótico, na filogenia dos cordados. Estes são os resultados decorrentes do estudo isolado da evolução e da biodiversidade.

Na questão de múltipla escolha, 78% dos alunos reconheceram que os quatro grupos de antropóides tiveram um ancestral comum. Isto não implica em haver uma compreensão efetiva das relações de parentesco entre o homem e os demais antropóides. Revela, apenas, que os alunos não foram resistentes em admitir uma ancestralidade comum para os antropóides, porque não há problema em classificar o homem como um primata antropóide. No entanto, a evidência de conflito aparece no momento de reconhecer o parentesco do homem com alguns dos demais descendentes do ancestral comum admitido. No máximo, entendem os demais primatas como sendo inferiores ou primitivos em relação ao homem (41% afirmaram que o homem evoluiu a partir do chimpanzé, mesmo tendo admitido que ambos descendam de um ancestral comum). Isso é uma forte evidência de conflito por incompatibilidade de idéias e vício conceitual.

A prática no ensino de Biologia, alicerçada em pressupostos que consideram aspectos puramente acadêmicos, ou seja, distantes da realidade do aluno, resulta em um ensino pouco significativo na formação do indivíduo enquanto cidadão. Por outro lado, existe um sistema de comunicação avançadíssimo que dissemina informações de procedência aleatória e cosmopolita, acessível a todas as pessoas. As implicações deste sistema, no conhecimento do cidadão em formação, podem ser verificadas na definição de filogenia pelos alunos consultados. A associação da filogenia com a “evolução das aves” é explicada ao se considerar que as informações sobre filogenia mais veiculadas tratam exatamente do parentesco entre as aves e os dinossauros. No entanto, estas informações se perdem no conjunto da formação equivocada, já que a idéia de filogenia não tem correspondência no universo cognitivo do estudante.

É importante lembrar que um dos objetivos principais da educação científica é capacitar o estudante a interpretar esquemas e compreender e relacionar as informações disponibilizadas, de modo que elas tenham algum sentido na sua vida cotidiana. Porém, isso não é o que se verifica nas respostas obtidas. É evidente a percepção da zoologia de maneira estática, e poucos conseguiram relacionar o estudo da zoologia com o processo evolutivo e interpretar uma figura como a árvore filogenética apresentada.

Bloco 2: Conhecimento do professor

Dos 20 professores que participaram da pesquisa 12 possuem licenciatura em Biologia, 5 são graduandos e 3 não possuem formação específica. No geral, os professores apresentaram uma carga horária relativamente grande, com um número de turmas variando entre 6 a 14, cada uma com uma média de 40 alunos.

A maioria dos professores justificou a escolha do livro didático por “apresentar uma abordagem bem clara dos assuntos, com textos complementares atuais, e exercícios bem elaborados e em quantidade suficiente”. Esta justificativa foi compatível com a opinião dos alunos.

Os professores descreveram o conteúdo de zoologia como sendo o “Estudo dos filós de animais abordando morfologia, fisiologia, classificação, embriologia, ecologia e importância econômica”. É interessante salientar que, de modo geral, os alunos não expressaram este entendimento da zoologia. O conteúdo é transmitido de forma marcadamente “expositiva com eventual uso de recursos áudio visuais”. Apenas dois professores informaram que trabalharam o conteúdo de forma dinâmica, com aulas práticas e visitas e com uma abordagem evolutiva.

Com relação aos objetivos do ensino de zoologia, os educadores responderam que “o aluno deverá entender [...] como os animais se desenvolveram e se adaptaram”; “[...] deverá identificar cada filo com suas principais características”; “espera-se que o aluno após conhecer os animais [...] passe a respeitá-los, preservando seus ambientes naturais”, e, ainda, “[...] deverá saber relacionar o ser vivo com o meio em que vive e sua importância na biosfera”. É interessante observar que os objetivos estabelecidos pelos professores não estão claramente relacionados ao conteúdo. É relevante destacar o emprego equivocado da terminologia. Por exemplo, o termo “desenvolvimento”, empregado no conteúdo, está relacionado com a ontogenia (fases da vida do

animal), mas aparece nos objetivos apresentados como similar ao processo evolutivo (evolução). Fica evidente que a abordagem da zoologia é mais ecológica que sistemática e não existem objetivos relacionados com a origem e com a ordem natural da diversidade dos animais. Um problema fundamental é que “principais características” não equivalem a caracteres diagnósticos. É relevante lembrar que os grupos de animais são identificados por exibirem caracteres derivados e exclusivos, e não caracteres herdados e compartilhados por outros grupos. Assim, não se pode afirmar que presença de coluna vertebral, coração com quatro cavidades, endotermia, mamas, pêlos e viviparidade caracterizam os mamíferos, uma vez que parte desses caracteres (coluna vertebral) é compartilhada por grupos não-mamíferos, parte (mamas e viviparidade) não é compartilhada por todos os mamíferos e parte (endotermia e coração com quatro cavidades) surge paralelamente em linhagens distintas.

Quanto à verificação da aprendizagem, foram apresentados os instrumentos para a avaliação e em nenhum momento os professores indicaram especificamente que conhecimento ou capacidade pretendiam conferir nas respostas dos alunos.

Os professores reproduziram o conceito biológico de espécie proposto por Mayr, fato repetido pelos alunos. Em um único caso o professor apresentou o seguinte conceito: “unidade básica de classificação nos estudos da Taxonomia”. A idéia de unidade histórica para o conceito de espécie não foi sugerida. Quanto ao surgimento das espécies, os argumentos variaram, mas giraram em torno de uma idéia comum de “finalidade”: “espécies diferentes surgem com as mutações genéticas (naturais ou não) sofridas para manterem-se no Planeta” ou “as espécies surgem ou desaparecem conforme sua adaptação a diferentes reações do meio que vivem”. Isto reflete o vício de que a evolução é um processo com uma finalidade específica; que os organismos se modificam “para” se adaptar ao meio; ou que o meio “induz a mutação” dos seres. Um erro comum de interpretação da evolução em um sentido lamarckiano.

No entendimento dos professores, filogenia: “é o conjunto de transformações sofridas pelas espécies no curso da evolução”; “[...] descreve a origem e a evolução das espécies” ou, ainda, “é o estudo dos seres vivos com abordagem evolutiva e comparativa”. É interessante notar que a idéia dos professores sobre filogenia está razoavelmente correta, embora nenhuma delas tenha sido incluída na definição de conteúdo e no estabelecimento dos objetivos do ensino/aprendizado de zoologia.

O ensino de Biologia revelou-se bastante heterogêneo, principalmente devido a existência de professores leigos, sem formação acadêmica, pedagógica e, principalmente, científica, o que dificulta uma ação mais ousada na prática docente, embora não tenha sido esta a realidade da amostragem analisada. No que diz respeito ao conhecimento de biologia (biodiversidade e evolução) é flagrante a sedimentação de conceitos ultrapassados, mesmo tendo acesso às novas idéias. As informações atualizadas estão disponíveis no amplo sistema de comunicação atual e os professores e alunos têm acesso a elas. No entanto, não existem mudanças no conteúdo e no processo de ensino/aprendizado, nem relação entre os velhos conceitos adotados pelo ensino formal e as informações atualizadas. Neste sentido, nem professor, nem alunos mostraram capacidade para estabelecer estas relações. Isto reafirma a idéia de que, além da exigência de qualificação adequada, é importante que haja investimento na formação continuada de professores, para a atualização e a dissolução de dúvidas e de equívocos assimilados.

É importante considerar que existe uma cobrança sobre os educadores em ciências com relação a provocar no aluno uma conduta investigativa, testando hipóteses, instigando a curiosidade e construindo modelos científicos (conforme indicado insistentemente nos congressos da SBPC). No entanto, é explícito que as licenciaturas, na quase totalidade das Instituições de Ensino Superior, não são conduzidas à prática da pesquisa. Esta é uma realidade que induz a um questionamento óbvio: como um professor pode estimular, orientar e esperar do aluno uma postura que ele mesmo nunca (ou raramente) experimentou? A idéia de que o “professor” não precisa entender processos nem se envolver com pesquisa, além de não necessitar experimentar situações de reflexões profundas (provocadas pela dúvida, investigação e elaboração de hipóteses) é bastante freqüente nas discussões sobre o tratamento diferenciado das licenciaturas e bacharelados no ensino superior.

ETAPA II: O Plano de Curso para o ensino/aprendizado de taxonomia zoológica

O objetivo geral foi estabelecido para o conjunto do curso, enquanto que os específicos foram estabelecidos para cada tipo de atividade. O conteúdo contemplou as atualizações científicas e as Estratégias de ensino/aprendizado envolveram 3 tipos de atividades: a) teórico/práticas em sala

de aula; b) teórico/práticas em laboratório; e c) práticas no campo. As ferramentas para o desenvolvimento das atividades foram específicas para elas e construídas para o novo conteúdo. A forma de avaliação do aprendizado foi modificada, sendo diferenciada para cada tipo de atividade preparada e relacionada com os objetivos específicos, além de um momento final para verificar o conhecimento dos alunos no conjunto da disciplina.

Plano de curso:

Assunto: Zoologia - o estudo dos animais.

Objetivos gerais: Entender a diversidade zoológica dentro de sua história evolutiva e perseguindo a transformação dos caracteres. Identificar as formas de sistematização e os critérios adotados para sua utilização.

Objetivos específicos: apresentados na ação específica de cada atividade proposta.

Conteúdo: Sistemas de classificação - (1) A ordem catalográfica; (2) A ordem natural; (3) metodologia para descobrir a ordem natural. Filogenia dos animais: a história evolutiva dos grupos zoológicos. Sistemática e biogeografia: de onde vem a tal biodiversidade.

Desenvolvimento: 1. Atividades teórico/práticas em sala de aula; 2. Atividades teórico/práticas em laboratório; 3. Atividades práticas no campo.

Avaliação: Os alunos demonstrarão o entendimento satisfatório quando atingirem um desempenho acima dos 50% na elaboração das atividades propostas: (a) construção de um sistema de classificação, com critérios bem definidos a partir da base de dados disponível; (b) participação em aulas expositivas; (c) identificação de sinapomorfias e apomorfias a partir das fontes disponibilizadas; (d) habilidade no manuseio de material biológico e identificação de características homólogas; (e) comparação de caracteres; (f) construção de uma filogenia, refletindo o parentesco entre as espécies estudadas; (g) acuidade de observação e coleta de dados, (h) organização e análise de dados; (i) elaboração de hipótese; e (j) fluência e clareza na exposição e arguição de hipóteses.

ETAPA III: A execução do plano de curso

1. Atividades teórico-práticas em sala de aula.

Sistemas de Classificação:

(Tema 1) Uma ordem catalográfica

Objetivos específicos: levantar, sistematizar e apresentar, de forma organizada, informações sobre o universo biológico. Elaborar um sistema para classificar os elementos da biodiversidade, estabelecer os critérios adotados e relacionar ao sistema de classificação tradicional.

Trabalho em grupos de quatro integrantes. Material: 20 figuras de organismos vivos (protozoários, plantas, animais, fungos e bactérias). Desafio: organizar as imagens em classes, de acordo com critérios estabelecidos pelo grupo e nomeação da classe.

Os resultados obtidos foram diversos. Um dos grupos de alunos, por exemplo, utilizou como critério a presença de asas e criou a classe denominada de “asas-delta”, formada por morcego, beija-flor e pelicano. Outra classe, “aquarius”, incluiu o cavalo-marinho, a água-viva, o polvo e o peixe-boi pelo critério de hábitat aquático. A classe “Planctofrurais” incluiu cogumelo, laranja, coqueiro, pinheiro e esponjas, baseando-se no critério de organismos ramificados que não se locomovem. A classe “Nojentinhos” incluiu cupim, cobra, sapo, sanguessuga e nereis, pelo seu aspecto extremamente nojento.

Todos os grupos foram capazes de executar a tarefa. Evidentemente, os critérios para a sua classificação foram estabelecidos com base na forma do corpo e no hábitat dos organismos, caracteres possíveis de perceber nas figuras. Os objetivos específicos foram atingidos numa média acima de 80% para toda a classe.

Uma exposição final tratou do Sistema de Classificação biológica tradicional, estabelecido por Lineu, e promoveu uma discussão sobre a melhor forma de classificar os organismos. Uma pergunta foi lançada: não haveria uma ordem natural na biodiversidade?

(Tema 2) A ordem natural

Se os organismos são descendentes de um único ancestral, numa longa história evolutiva, então eles estão relacionados entre si, estabelecendo algum grau de parentesco. Como recuperar a história dos organismos atuais?

Objetivos específicos: ler e interpretar textos de divulgação científica, selecionar e levantar dados relevantes, reconhecer a importância do aparecimento de novidades evolutivas, elaborar uma matriz para analisar um

conjunto de informações comparáveis e elaborar hipóteses acerca das informações biológicas em estudo.

Uma introdução tratou os conceitos básicos de homologia e analogia. Foram apresentados os planos gerais de organização do corpo dos animais, como simetria radial e bilateral, segmentação, diblastia e triblastia, celoma, protostomia e deuterostomia.

Na seqüência, foram desenvolvidas atividades práticas para o entendimento dos métodos filogenéticos. (a, b).

a) Matriz de caracteres: uma forma de analisar as características homólogas

Estudo desenvolvido em duplas. Linhagens em estudo: (1) Poríferos; (2) Cnidários; (3) Platelminhos; (4) Asquelmintos; (5) Moluscos; (6) Anelídeos; (7) Artrópodos; (8) Equinodermos; e (9) Cordados. Características: (a) multicelulares; (b) digestão extracelular; (c) simetria bilateral; (d) sistema digestivo completo; (e) celoma; (f) segmentação do corpo; (g) deuterostomia; (h) notocorda; (i) poros na parede do corpo; (j) cnidoblasto; (k) faringe protrátil; (l) pseudoceloma; (m) rádula; (n) distribuição diferenciada dos órgãos internos nos segmentos; (o) esqueleto externo rígido; e (p) espinhos epidérmicos. Fontes: livros didáticos levantados pelos alunos e textos de divulgação científica providenciados pelos alunos e professor. Estados primitivos e derivados de características homólogas foram tratados e apresentados pelo professor, dentro da discussão na classe. Levantamento dos caracteres e ordenação em uma tabela contendo as linhagens em estudo (matriz). Na matriz (Quadro 3), os registros referentes a cada caráter, para cada grupo de animais, indicavam: (+) quando presente e (-) quando ausente.

Ao finalizar a matriz, as duplas puderam identificar os caracteres derivados comuns às linhagens (sinapomorfias), que são as que indicam o parentesco, e exclusivos de cada linhagem (autapomorfias), que indicam a unidade histórica. Os objetivos foram atingidos em cerca de 76%.

Complementando esta atividade, um exercício para reforçar a idéia de caráter apomórfico. Neste as duplas elaboraram uma lista indicando duas novidades evolutivas para cada linhagem. Os objetivos foram atingidos em 68%, em média.

QUADRO 3. Matriz de caracteres em estado plesiomórfico (ausência) e apomórfico (presença).

linhagens	características															
	a	b	c	d	E	f	g	H	i	j	k	l	m	n	o	p
1	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
3	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
4	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
5	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
6	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
7	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
8	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
9	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

b) Interpretando uma árvore filogenética de metazoários

Esta atividade envolveu a identificação dos pontos de ocorrência de caracteres apomórficos em uma filogenia, ou seja, a elaboração de uma hipótese filogenética. As duplas de alunos indicaram as apomorfias originadas nos pontos correspondentes (números) da filogenia abaixo (Figura 1).

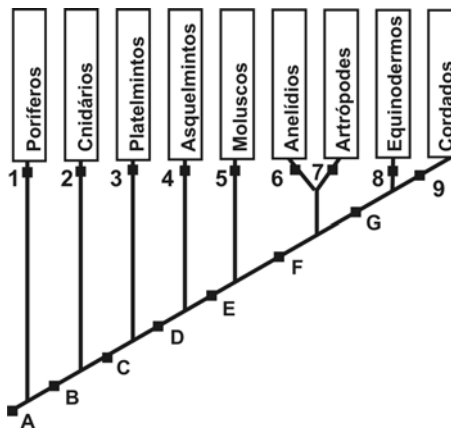


Figura 1. Árvore Filogenética dos Metazoários. Os números indicam autapomorfias de linhagens terminais e as letras indicam apomorfias dos ancestrais das diferentes linhagens, inferidas por sinapomorfias.

Na representação de uma árvore filogenética, cada trecho de linha iniciado numa ramificação representa uma espécie, que pode ser terminal (sem ramificações) ou ancestral de todas as linhagens a partir de suas próprias ramificações. Os números e letras indicam as apomorfias (características derivadas nessa espécie) e herdadas (compartilhadas) por todos os descendentes. Dessa forma, em raciocínio inverso, a localização de uma apomorfia na filogenia é inferida a partir de sua ocorrência nas linhagens descendentes (sinapomorfias). Por exemplo, a metameria é um caráter derivado presente nos anelídeos, artrópodos e deuterostômios (cordados e equinodermos), logo, ela teria surgido no ancestral de todas essas linhagens, a espécie caracterizada pela letra F. Os objetivos foram atingidos, numa média de 84%, para a classe.

2. Atividades práticas em laboratório: Filogenia de Artrópodes

O laboratório do Colégio Estadual Senador Theotonio Villela, onde este plano foi desenvolvido, se restringe a um armário na biblioteca, onde está acondicionada a coleção didática de invertebrados - acervo resultante de trabalho de alunos da 6ª série do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio, em anos anteriores.

Objetivos específicos: desenvolver habilidades no manuseio de exemplares zoológicos de coleções didáticas, identificar características, relacionar as características homólogas, discernir apomorfias, sinapomorfias e plesiomorfias. Construir gráfico representativo das informações levantadas.

As atividades práticas incluíram: manipulação e observação de exemplares, coleta de dados, ordenação dos resultados e exposição gráfica informativa. O material para estudo foi: cigarra, aranha e caranguejo. Os dados levantados foram incluídos em um gráfico informativo (Figura 2). No gráfico, cada animal corresponde a um conjunto (círculos) de características; nas áreas de intersecção dos conjuntos estão as características compartilhadas por dois ou três dos animais. A informação do esquema foi representada em uma filogenia.

As equipes de estudo incluíram três alunos. O professor atuou como orientador e instigador de problemas. Os objetivos foram atingidos numa média de 88%, para a classe.

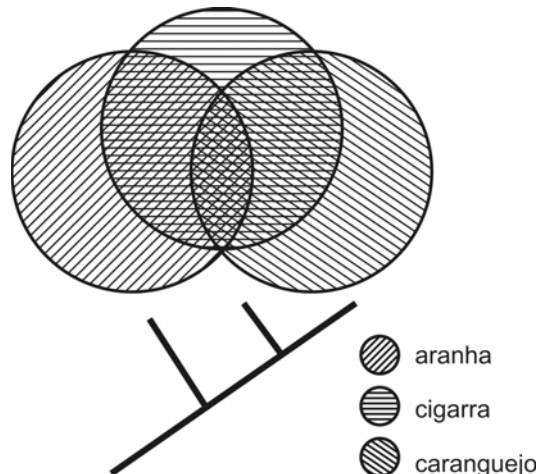


Figura 2. Gráfico representativo dos caracteres de três grupos de artrópodos.

3. Atividades práticas de campo: Visita ao Zoológico

Neste trabalho, o Parque Zoológico de Goiânia foi um recurso pedagógico eficaz na integração de temas como Evolução, Sistemática e Biogeografia. A aula de campo foi desenvolvida com o apoio de professores da escola e de monitores voluntários (graduados em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Goiás). A excursão seguiu um roteiro pré-estabelecido pelo professor (os detalhes sobre o desenvolvimento de aulas práticas no zoológico serão apresentados em outro artigo, em preparação).

Os objetivos específicos incluíram: desenvolver as habilidades de (1) observar, registrar, sistematizar e analisar dados; (2) elaborar idéias; e (3) a identificar os agentes geradores da diversidade dos seres vivos: a forma no espaço/tempo.

Os resultados dos objetivos específicos foram os mais satisfatórios, com um percentual de 89%, na média da classe.

4. Síntese do tema: apresentação da Filogenia dos Animais (aula expositiva)

O objetivo foi abordar, em uma síntese da história evolutiva dos animais, a dinâmica do processo evolutivo, de forma interativa, com os

alunos. Os objetivos específicos incluíram: (1) demonstrar a transformação de características; (2) reforçar a percepção das relações de parentesco entre as linhagens; e (3) identificar os caracteres diagnósticos dos grupos animais.

A “Filogenia dos animais”, elaborada conforme as pesquisas mais recentes e consensuais foi apresentada em uma palestra final (Figura 3). O enfoque escolhido para acompanhar os processos de transformação foi a forma do corpo e o sistema digestório. Neste procedimento é fundamental considerar o plano básico dos grupos tratados, nunca derivações das linhagens terminais. É relevante lembrar que os alunos já haviam assimilado informações básicas sobre a diversidade e as características dos grupos de animais, quesito fundamental para a participação neste processo.

A palestra foi antecipada pelos seguintes questionamentos provocativos:

- a) “Você sabe zoologia? Que animais você conhece?” Uma estratégia para mostrar aos alunos que eles “sabem” zoologia.
- b) “Os animais são muito diferentes entre si?” Foi lançado o desafio: “Vamos provar que não: os animais não são tão diferentes”. Uma estratégia para demonstrar a unidade do universo animal por laços de parentesco.

A primeira provocação revela a bagagem de conhecimento prévio de cada aluno. A despeito de uma resposta negativa imediata à primeira questão, os estudantes citaram uma grande quantidade de nomes de animais. Os nomes citados foram listados no quadro, permitindo aos alunos tomar ciência de seu conhecimento. Esta estratégia valoriza o conhecimento adquirido na vivência de cada estudante, aproximando o científico ao cotidiano do cidadão.

A segunda provocação instiga a curiosidade e promove a reflexão (nem sempre as coisas são exatamente aquilo que parecem). Os alunos foram unânimes em concluir que os animais são diferentes, porque foi o que mostrou a extensão da lista e as imagens (formas) que ela representava.

Uma cópia da estrutura da filogenia em foco foi distribuída para que fossem incluídas as informações expostas ou comentários particulares.

A avaliação ocorreu em vários momentos: (1) participação durante a exposição revelando a capacidade de relacionar ancestrais e descendentes; (2) habilidade individual de refazer a filogenia, a partir de esquemas de

diferentes sistemas de órgãos disponibilizados em uma prancha; e (3) capacidade de elaborar uma narração da história evolutiva dos animais. Os objetivos específicos foram atingidos numa média de 80%.

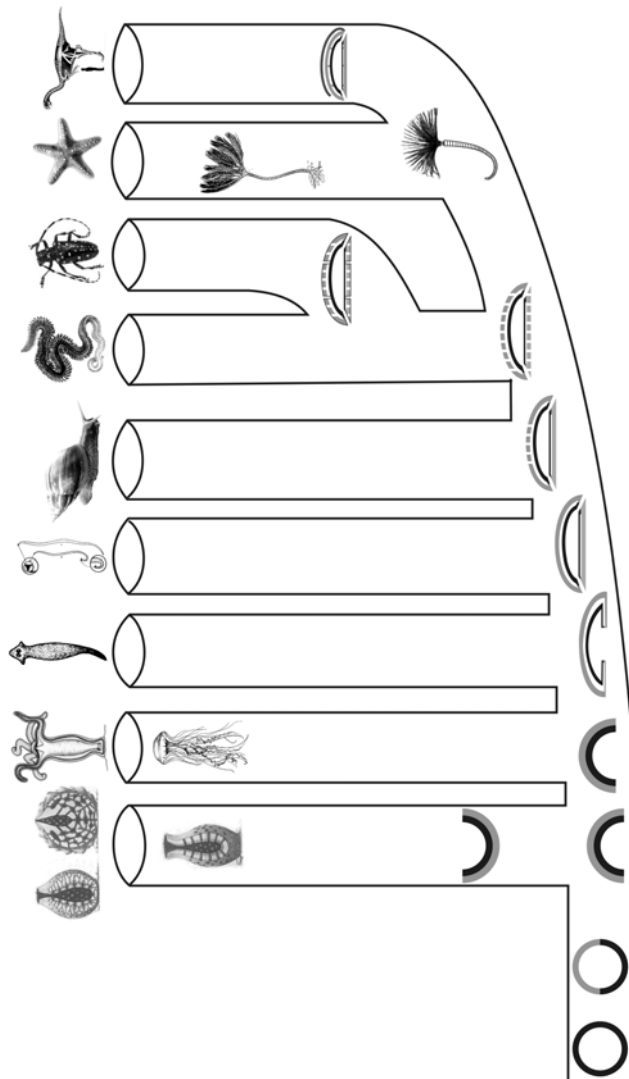


Figura 3. Filogenia dos animais, com base na forma do corpo e na digestão.

5. Avaliação Geral e Socialização

Um mini-congresso de Filogenia de Animais foi realizado na feira de ciências do C. E. S. Theotônio Villela. Foram apresentados painéis da filogenia de grupos zoológicos e da filogenia geral dos animais dentro de uma escala de tempo geológico. A verificação geral do aprendizado e a socialização foram possíveis. Avaliaram-se as habilidades de organização, elaboração e exposição oral e escrita de idéias. Os objetivos específicos foram atingidos com desempenho médio acima de 80%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu chegar a algumas considerações relevantes:

- a) O confronto das idéias básicas em Biologia gera problemas na sedimentação e, conseqüentemente, na sua transmissão;
- b) A explosão das pesquisas “de ponta” no sentido da especificidade vem sendo assimilada de modo crescentemente distorcido, já que é desvinculado de um conhecimento básico atualizado e coerente;
- c) A falta de atualização teórica e metodológica em Biologia e a ausência da prática de refletir e analisar idéias, o que gera situações conflitantes no estudo da vida. Um exemplo é a sistematização da biodiversidade, seguindo regras criacionistas para a classificação de elementos gerados por processo evolutivo;
- d) A importância do professor no processo de ensino/aprendizagem é indiscutível (Moreira, 1991). A prática “memorizadora” e estanque do ensino/aprendizado da Biologia tem sido combatida, mas persiste nas salas de aula;
- e) O universo biológico em transformação constante deve e pode ser entendido como tal. Neste sentido a filogenia como eixo diretriz revelou-se um instrumento eficiente;
- f) Além do conteúdo e da abordagem as estratégias de ensino/aprendizado também precisam ser reconstruídas. É urgente tornar o aprendizado um processo ativo, em que o estudante participe da construção das idéias a serem assimiladas;

- g) Para promover uma aprendizagem em Biologia que transcenda a mera memorização de nomes de organismos, sistemas ou processos, é importante que os conteúdos se apresentem como problemas a serem resolvidos com os alunos;
- h) Questionamentos que induzam a percepção e o entendimento do mundo em que se vive são essenciais para a apreensão do conhecimento das ciências da natureza, em especial a biológica;
- i) As atividades com o objeto de estudo são de fundamental importância, porque é impossível compreender o que não se vê, sente ou toca, já que a ciência é empírica. As aulas diversificadas, com atividades em laboratório, na sala de aula e no campo (excursões) são essenciais neste tipo de aprendizado;
- j) O Ministério da Educação brasileiro sugere, nas diretrizes curriculares nacionais, que a teoria da evolução biológica seja um eixo integrador que envolva todas as áreas da biologia - zoologia, botânica, ecologia, genética, entre outras. Isto não ocorre na prática, como fica evidente nos currículos, nas aulas de ciências e de biologia, nos materiais didáticos, nos vestibulares e nos processos de reformulação das grades universitárias.

REFERÊNCIAS

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Fundamentos da Biologia Moderna*. Volume único. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2002.
- AMORIM, D. S.; SISTO, D. R.; LOPES, D. R. N.; BRAGA, J. A.; ALMEIDA, V. L. F. O. Diversidade Biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino. In: BARBIERI, M. R. (Org.). Título do livro. Ribeirão Preto: Holos, 1999.
- AMORIM, D. S.; MONTAGNINI, D. L.; CORREA, R. J.; CASTILHO, M. S. M.; NOLL, F. B. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de Zoologia e Botânica no 2º Grau. In: BARBIERI, M. R.; SICCA, N. A. L.; CARVALHO, C. P. (Orgs.). Título do livro. Ribeirão Preto: Holos, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Médio e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

- FAVARETTO, J. A.; MERCADANTE, C. *Biologia*. Volume único. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.
- KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. *Biologia: Série Brasil*. Volume único. São Paulo: Ática, 2003.
- LINNAEUS, C. *Systema naturae per regna tria naturae*. Editio X. Regnum Animale. Holmiae. 1758.
- LOPES, S. *Biologia Essencial*. Volume único. São Paulo: Saraiva, 2003.
- LOPES, W. R. et al. Filogenia dos Animais: uma proposta para o ensino de zoologia no Ensino Fundamental. *Resumos XXV Congresso Brasileiro de Zoologia*. Brasília, 2004. p. 458.
- MAYR, E. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: Editora da UnB, 1998.
- MOORE, J. *Uma Introdução aos Invertebrados*. São Paulo: Santos, 2003.
- MOREIRA, M. A.; AXT, R. *Tópicos em ensino de Ciências*. Porto Alegre: Sagra, 1991.
- PAULINO, W. R. *Biologia: Série Novo Ensino Médio*. Volume único. 9. ed. São Paulo: Ática, 2004.

Recebido em: 25 jun. 2007

Aceito em: 21 set. 2007