

A zoologia e a botânica do ensino médio sob uma perspectiva evolutiva: uma alternativa de ensino para o estudo da biodiversidade.

The zoology and botany of the Brazilian high school teaching under evolutionary perspective: an alternative teaching for the biodiversity study

Felipe Silva Ferreira¹,
Samuel Vieira Brito¹,
Samuel Cardozo Ribeiro¹,
Débora Lima Sales¹
Waltécio de Oliveira Almeida^{1*}

Resumo

O estudo da diversidade biológica sofreu várias modificações ao longo dos tempos. Desde Darwin todos os métodos para classificar os seres vivos deveriam abordar as relações evolutivas dos grupos estudados. Um desses métodos compreende a construção de cladogramas (gráficos contendo hipóteses de relações filogenéticas). Com o emprego desse método e seu desenvolvimento as classificações biológicas tradicionais sofreram modificações profundas. Grupos como peixes, invertebrados e gimnospermas não são mais considerados grupos válidos e tiveram profundas modificações em sua classificação. No ensino médio no Brasil, o estudo de Zoologia e Botânica geralmente ainda não é realizado dentro de um enfoque evolutivo, mas sim a partir dos modelos da classificação tradicional. Algumas experiências demonstraram que o ensino de Zoologia e Botânica no ensino médio dentro de uma perspectiva evolucionária se torna mais dinâmico e interessante, pois aborda o conhecimento sobre a diversidade biológica considerando as hipóteses filogenéticas para propor modelos de classificação dos organismos.

Palavras-chave: Cladística, Zoologia, Botânica, Ensino Médio Brasileiro.

Abstract

The study of the biological diversity had several modifications along the times. From Darwin all the methods to classify the animals and plants should approach the evolutionary relationships of the studied groups. One of those methods understands the cladograms construction (diagrams containing hypotheses of phylogenetic relationships). With the employment of that method and your development the traditional biological classifications suffered deep modifications. Groups as fish, invertebrates, gymnosperms are not more considered valid groups and they had modifications in your classification. In the high school level in Brazil, the study of Zoology and Botany it is not usually accomplished still inside of an evolutionary focus, but starting from the models of the traditional classification. Some experiences demonstrated that the teaching of Zoology and Botany in the Brazilian high school inside of evolutionary perspective becomes more dynamic and interesting, because it approaches the knowledge about the biological diversity considering the phylogenetic hypotheses to propose models of classification of the organisms.

Keywords: Cladistics, Zoology, Botany, Brazilian Teaching High School.

1-¹Departamento de Ciências Físicas e Biológicas, Universidade Regional do Cariri, Crato, CE, Brazil. 2-²Departamento de Química Biológica, Universidade Regional do Cariri, Crato, CE, Brazil.
E-mail: walmeida@urca.br

INTRODUÇÃO

O estudo da diversidade biológica teve início na Grécia Antiga com Aristóteles onde todos os organismos eram agrupados em um sistema de classificação.

Nesse sistema, os organismos eram agrupados de acordo com características gerais que não indicavam nenhuma relação evolutiva entre os organismos.

Em 1735 Lineu propôs um novo sistema de classificação da diversidade biológica, mas essa proposta também não indicava nenhuma relação de parentesco entre os organismos (MAYR, 1998; RIDLEY, 2006).

Com a publicação da Teoria da Evolução através da Seleção Natural de DARWIN (1859), modificações tiveram de ser realizadas nos sistemas de classificação dos seres vivos.

A partir da compreensão dos processos da evolução, a classificação dos organismos passou a ter um enfoque evolutivo.

Alguns métodos surgiram para classificar os seres vivos dentro de uma perspectiva evolutiva, dentre os quais se destaca a construção de cladogramas proposta por HENNIG (1950, 1966), o qual estabeleceu princípios e métodos que constituem a Sistemática Filogenética.

Nos dias de hoje, o estudo sobre a classificação dos seres vivos é realizado através da Sistemática Filogenética (RIDLEY, 2006).

A Sistemática Filogenética, ou cladística, tem por objetivo organizar o conhecimento sobre a diversidade biológica a partir das relações filogenéticas entre os grupos e do conhecimento da evolução das características morfológicas, ecológicas e moleculares dos grupos (por exemplo, MATIOLI, 2001).

De acordo com AMORIM (2002), o escopo da Sistemática Filogenética é:

descrever a biodiversidade; encontrar que tipo de ordem existe nessa diversidade; compreender os processos subjacentes; e apresentar um sistema geral de referência sobre a biodiversidade.

Uma filogenia pode ser reconstruída somente com base em características derivadas compartilhadas, isto é, características diferentes da condição ancestral (AMORIM, 2002).

Na terminologia filogenética, caracteres derivados compartilhados são denominados sinapomorfias. Alguns organismos também apresentam características que herdaram de seus ancestrais.

Estas características ancestrais compartilhadas são denominadas simplésiomorfias. As simplésiomorfias não indicam informação sobre o grau de parentesco dos grupos.

As simplésiomorfias são utilizadas apenas para ilustrar quais características são sinapomórficas, pois apenas caracteres derivados compartilhados (sinapomorfias) determinam as relações filogenéticas dos grupos (HENNIG, 1966: 88-101).

Na Sistemática Filogenética, os organismos são reunidos em grupos que compartilham uma ou mais sinapomorfias e que descendem do mesmo ancestral comum.

Estes grupos são denominados de grupos monofiléticos. Outro conceito importante da Sistemática Filogenética é o conceito de grupos parafiléticos.

Um grupo é parafilético se incluir o ancestral comum mais recente do grupo, mas não todos os descendentes desse ancestral.

A Sistemática Filogenética reconhece como um grupo válido apenas os grupos monofiléticos (HENNIG, 1966; WILEY, 1981, AMORIM, 2002).

As relações dos grupos são representadas em gráficos denominados cladogramas (Figura 1).

Utilizamos os cladogramas para fazer perguntas sobre a evolução dos grupos, pois todos os organismos estão agrupados compartilhando uma herança comum, sendo esta responsável por sua similaridade (AMORIM, 2002).

A terminologia utilizada na Sistemática Filogenética tende a dificultar a compreensão deste método.

Para uma melhor compreensão, vamos observar a Figura 1.

Esta mostra as relações filogenéticas de quatro grupos hipotéticos (A, B, C, D).

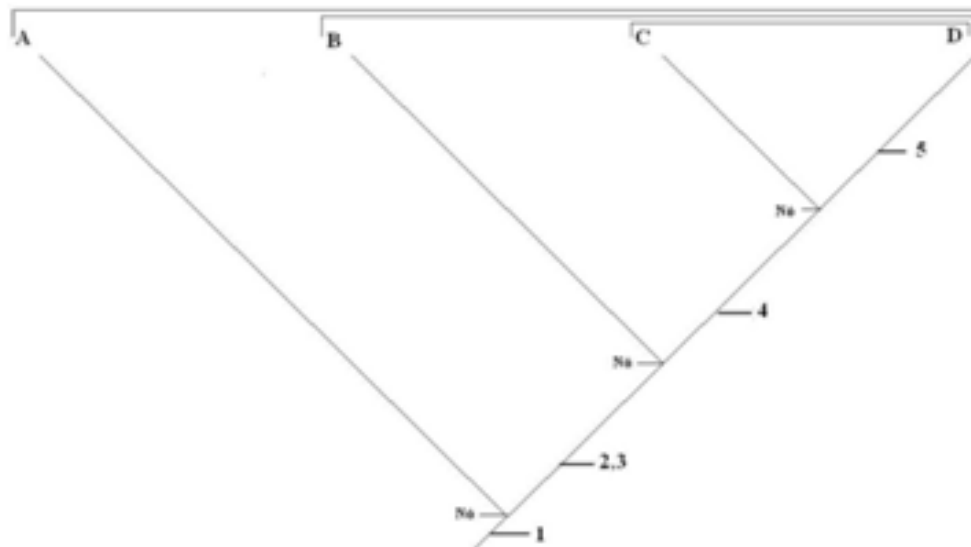


Figura 1 – Cladograma exemplificando as principais terminologias da Sistemática Filogenética.

Podemos afirmar que A, B, C, D formam um grupo monofilético, pois a característica 1 é uma sinapomorfia para este grupo. Consequentemente as características 2 e 3 são sinapomórficas para o grupo monofilético B, C, D e a característica 4 é uma sinapomorfia para C e D. A característica 5 é uma autapomorfia para D, pois esta característica é exclusiva deste grupo.

Os nós em cada cladograma representam os pontos onde ocorreram os eventos cladogenéticos, ou seja, os eventos onde populações ancestrais foram divididas

e passaram a apresentar características derivadas compartilhadas ou sinapomorfias.

De acordo com cladograma da Figura 1, o grupo A é o grupo mais primitivo ou basal. Consequentemente, o grupo D é o mais modificado ou derivado. Podemos afirmar também que A é o grupo irmão de B, C, D, pois A é o grupo mais intimamente próximo do grupo B, C, D.

Olhando para o cladograma, não poderíamos afirmar que, somente A e B formam um grupo monofilético.

Não podemos observar um sinapomorfia para A e B e estamos excluindo também seus descendentes (C e D). Logo se admitíssemos A e B como um grupo ele seria parafilético.

Como o objetivo da Sistemática filogenética é listar sinapomorfias e delimitar grupos monofiléticos alguns grupos como peixes, invertebrados e criptógamas não compartilham sinapomorfias que os unam em grupos monofiléticos, conseqüentemente, do ponto de vista da Sistemática Filogenética os grupos acima citados são considerados como grupos parafiléticos.

Alguns grupos da classificação tradicional são considerados válidos, ou monofiléticos, pois compartilham sinapomorfias. Alguns exemplos de grupos monofiléticos: os vertebrados (sinapomorfias: presença de vértebras), moluscos (sinapomorfias: presença de rádula [órgão raspador utilizado na alimentação] e o manto), fungos (sinapomorfias: hifas e parede celular de quitina) angiospermas (sinapomorfias: presença de flores e frutos) etc.

Os métodos para classificar os seres vivos sofreram várias modificações ao longo dos tempos, mas o ensino da diversidade biológica no ensino médio não seguiu essas modificações (AMORIM, 1999).

Mesmo com a consolidação da Evolução como metateoria, os livros de Biologia no Ensino Médio continuam abordando a diversidade biológica de acordo com o ponto de vista de Aristóteles e Lineu, ou seja, um mundo estático, onde cada espécie possui uma essência imutável (CHRISTOFFERSEN, M. L., comunicação pessoal).

O objetivo deste trabalho é analisar como seria o trabalho em sala de aula para abordar a Sistemática Filogenética no ensino de Zoologia e Botânica nas aulas de Biologia do Ensino Médio.

Como pode ser abordada a Zoologia e a Botânica no Ensino Médio através da Sistemática Filogenética?

De acordo com LOPES (2002) os cladogramas começaram a aparecer nos vestibulares sem que os livros didáticos de Biologia do Ensino Médio explicassem o que é um cladograma e como analisar o mesmo para fazer perguntas sobre a evolução dos grupos.

Os livros didáticos de Biologia do Ensino Médio apresentam os grupos biológicos em capítulos separados com suas características específicas sem levar em consideração os aspectos evolutivos dos grupos (AMORIM, 1999).

Estes livros (por exemplo, PAULINO, 2000; CARVALHO, 2002) utilizam os sistemas de classificação propostos por Aristóteles e Lineu onde os organismos eram vistos como unidades isoladas e imutáveis. Este método não permite ao aluno uma análise do processo evolutivo dos grupos biológicos.

Os principais conceitos básicos da Sistemática Filogenética e a introdução de cladogramas como hipótese de parentesco dos seres vivos já é abordada em livros do Ensino Fundamental e Médio (MACHADO, 2003; LOPES, 2002).

O texto utilizado nestes livros compreende uma abordagem adequada e linguagem acessível para os alunos do Ensino Médio.

Como seria o ensino de Zoologia e Botânica através de um enfoque evolutivo? AMORIM (1999) descreve uma forma de abordagem das classificações biológicas através da Sistemática Filogenética para alunos do ensino médio.

O modelo proposto por AMORIM (1999) possui três momentos: (1) os alunos devem listar os organismos (animais e plantas) que conhecem; (2) os alunos realizarão modelos intuitivos de classificação através das semelhanças entre os organismos; (3) serão apresentados aos alunos os modelos de classificação através da Sistemática Filogenética e indicando todas as características derivadas (sinapomorfias) dos organismos.

A análise de como seria o trabalho em sala de aula para abordar a Sistemática Filogenética no ensino de Zoologia e Botânica nas aulas de Biologia do Ensino Médio, segundo o modelo proposto por AMORIM (1999) foi realizado com os alunos do 2º Ano do Ensino Médio nas escolas: Colégio e Curso Delta e Colégio Externato 5 de julho. Ambos os colégios se encontram na cidade de Crato-CE.

Antes de iniciar o estudo foram explanados aos alunos os princípios da Sistemática Filogenética de acordo com os modelos de livros didáticos de Biologia do Ensino Médio (por exemplo, MACHADO, 2003; LOPES, 2002; AMABIS & MARTHO, 2004). As principais dificuldades que os alunos encontraram para a compreensão do método foram quanto às terminologias utilizadas no método.

Mas compreendemos que os livros didáticos de Biologia do Ensino Fundamental e Médio (MACHADO, 2003; LOPES, 2002; AMABIS & MARTHO, 2004)

possuem uma linguagem bastante adequada para o nível dos alunos do Ensino Médio e devem servir como fontes de referência para superação de qualquer dificuldade na apresentação dos novos conceitos filogenéticos.

Quando os alunos realizaram os modelos intuitivos de classificação através das semelhanças dos organismos, todos os modelos propostos refletiam as classificações tradicionais.

Os principais critérios utilizados pelos alunos, para a classificação dos seres vivos, foram características morfológicas externas levando sempre em consideração a presença ou não de uma estrutura.

Após esta etapa foi mostrado e comparado os modelos de classificação realizada por eles e os modelos realizados através da Sistemática Filogenética (Figura 2 e 3). É necessário que a cada sinapomorfia abordada seja comentado o valor adaptativo para esta característica. Para iniciar o estudo de Zoologia, foi abordado a sinapomorfia (1 e 2) que une todos os filos dos Metazoa (Multicelularidade e Desenvolvimento embrionário: mórula e blástula). As presenças destas duas sinapomorfias indicam que o Reino Metazoa corresponde a um agrupamento monofilético, desta forma um grupo válido. O desenvolvimento embrionário na seqüência zigoto→mórula→blástula é comum a todos os animais.

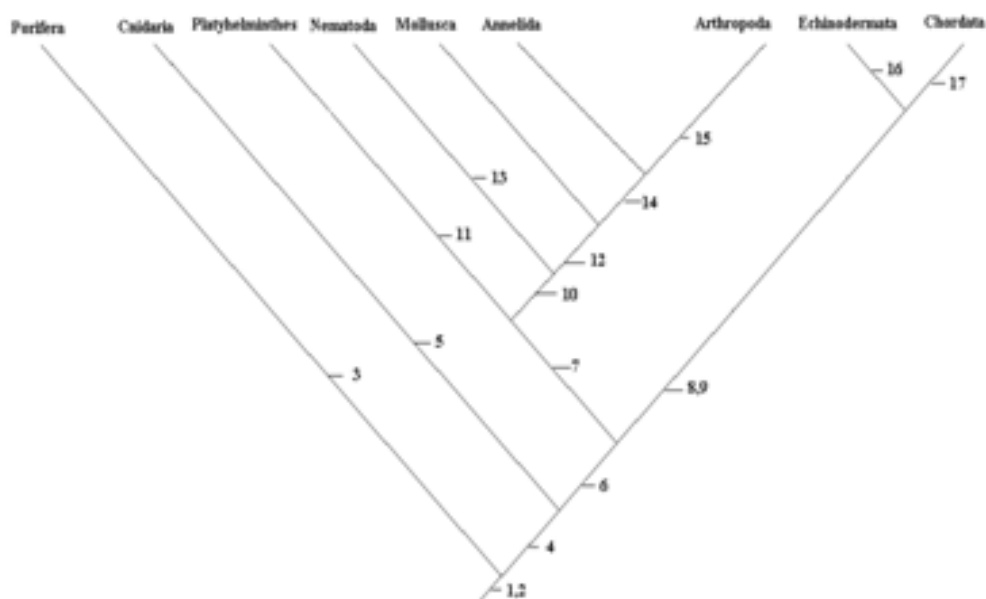


Figura 2 – Cladograma mostrado uma das hipóteses sobre as relações filogenéticas dos principais filas do Reino Metazoa (Retirado de LOPES, 2002). Legendas: 1-Multicelularidade; 2-Desenvolvimento embrionário: mórula e blástula; 3-Corpo com sistema aquífero; 4- Gastrulação e tecidos verdadeiros; 5-Diblásticos; 6-Triblásticos e simetria bilateral; 7-Protostômios (blastóporo originando primariamente a boca) 8-Deuterostômios (blastóporo originando primariamente o ânus); 9- Enterocelomados; 10-Cavidades no corpo; 11-Acelomados; 12-Esquizocelomados; 13-Pseudocelomados; 14-Metameria; 15-Exoesqueleto quitinoso; 16-Simetria secundária pentarradial; 17-Notocorda.

Como foi visto anteriormente, o estudo da Zoologia através da Sistemática Filogenética deve ser realizado indicando todos os principais grupos monofiléticos. A característica 4 indica a presença de gastrulação e tecidos verdadeiros. Todos os tecidos verdadeiros surgem na gastrulação. Todos os animais que possuem a característica quatro estão agrupados no grupo monofilético denominado Eumetazoa ou metazoários verdadeiros. A condição primitiva da gastrulação possui apenas dois folhetos germinativos (endoderma e ectoderma).

A característica derivada 6 corresponde à presença do terceiro folheto germinativo (mesoderma) e a presença da simetria

bilateral. O surgimento do terceiro folheto germinativo possibilitou que os animais desenvolvessem um sistema de órgãos mais elaborados. Os animais que compartilham esta sinapomorfia estão agrupados no grupo monofilético Bilateria.

O surgimento da simetria bilateral favoreceu cefalização (concentração de células nervosas na região anterior). O grupo Bilateria se divide em dois grandes grupos: Protostomia (blastóporo originando primariamente a boca) (sinapomorfia 7) e Deuterostomia (blastóporo originando primariamente o ânus) (sinapomorfia 8). As características 12 (esquizocelomados) e 9 (enterocelomados) são também importantes sinapomorfias utilizadas para a

classificação dos animais. Em animais esquizocelomados (moluscos, anelídeos e artrópodes) o celoma surge a partir de fendas mesodérmicas enquanto nos animais enterocelomados o celoma surge a partir das invaginações das bolsas da parede do arquentero.

Faz-se necessário indicar também os grupos não monofiléticos, ou parafiléticos do Reino Metazoa. Os peixes não são considerados como um grupo válido. Os peixes são considerados parafiléticos, pois eles não possuem um ancestral comum e exclusivo. O ancestral que deu origem aos peixes é o mesmo que originou os tetrapodes (Anfíbios + Répteis + Aves + Mamíferos).

O ensino de Botânica, através da Sistemática Filogenética, também apresenta modificações. Observando a Figura 3, podemos analisar uma das hipóteses sobre as relações filogenéticas do Reino Metaphyta ou Plantae. No estudo de Botânica através da Sistemática Filogenética foi também discutido a evolução dos grupos utilizando os cladogramas e identificando todos os grupos monofiléticos e abordando o valor adaptativo para cada novidade evolutiva que surgiu (sinapomorfias).

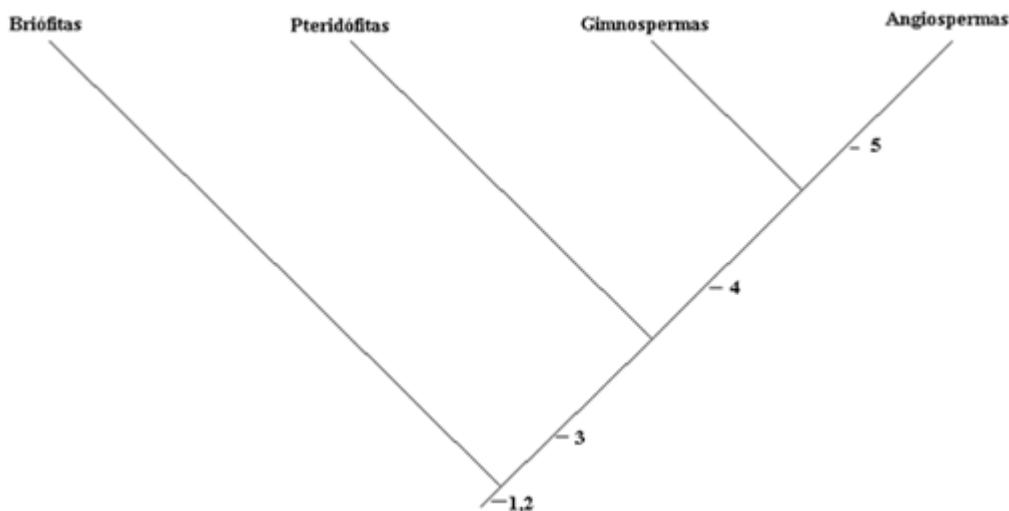


Figura 3 – Cladograma mostrado uma das hipóteses sobre as relações filogenéticas dos principais filas do Reino Metaphyta (Retirado de LOPES, 2002). Legendas: 1-Gametângios revestidos por células estéreis; 2-Embrião retido no gametângio feminino; 3-Vasos condutores de seiva; 4- Presença de sementes; 5-Flores e frutos.

A partir deste cladograma podemos observar a evolução dos filas do Reino Metaphyta. A característica derivada 1 e 2 (gametângios revestidos por células estéreis

e embrião retido no gametângio feminino) indica que o Reino Plantae corresponde a um agrupamento monofilético (do ponto de vista filogenético um grupo válido). A presença de

um embrião retido no gametângio feminino conferiu uma maior proteção ao embrião.

A característica 3 (vasos condutores de seiva) indicam que Pteridófitas + Gimnospermas + Angiospermas formam um grupo monofilético denominado Traqueófitas. O surgimento dos vasos condutores possibilitou a expansão das plantas para o ambiente terrestre. As Pteridófitas são as primeiras plantas vasculares.

Mesmo com a expansão das plantas para o meio terrestre as pteridófitas tem uma dependência do meio aquático para a reprodução. Gimnospermas e Angiospermas não tem esta dependência, pois a característica 4 (presença de sementes) conferiu a este dois grupos a independência da água para a reprodução. A característica 4 indicam que Gimnospermas + Angiospermas correspondem a um grupo monofilético denominado Espermatófitas.

A presença de flores e frutos (característica 5) proporcionou as Angiospermas uma maior proteção as sementes e uma melhor contribuição para a sua dispersão.

De acordo com este cladograma o grupo conhecido como criptógamas (briófitas+pteridófitas) é um grupo parafilético (não monofiléticos), pois as criptógamas não possuem um ancestral exclusivo. O ancestral que deu origem as criptógamas é o mesmo que originou as fanerógamas (Gimnospermas e Angiospermas).

Após as comparações da classificação tradicional com os modelos de classificação propostos pela Sistemática Filogenética, os alunos fizeram considerações e concluíram que o estudo da Diversidade Biológica através da Sistemática Filogenética se torna mais dinâmico e interessante.

A classificação proposta pelos alunos refletiu os modelos tradicionais propostos por Lineu e Aristóteles. Durante a listagem, um

dos grandes problemas levantados pelos alunos foi o grande número de características que deveriam ser levantadas para a classificação dos organismos. Utilizando este modelo proposto pelos alunos, que reflete os modelos tradicionais, os mesmos puderam observar as grandes dificuldades em estudar os organismos através da classificação tradicional utilizando características que não informavam aspectos evolutivos dos organismos.

Uma das principais vantagens, apontada pelos alunos, do estudo da Diversidade Biológica através da classificação filogenética, que através de poucas características (mas cada uma delas muito informativa) pode-se estudar todo um Reino em pouco tempo, mas com um nível de aprendizado muito maior. Para os alunos, o estudo dos organismos através de sinapomorfias se tornou muito mais atrativo, pois abordou apenas o conhecimento dentro de um enfoque evolutivo e não obriga o aluno a memorizar termos científicos e as características de cada grupo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Biologia é uma ciência em constante modificação gerando muitos debates e controvérsias. É importante mostrar para os alunos as mudanças que ocorreram na Biologia e que eles devem obter o conhecimento básico para poder acompanhar estas mudanças.

A Sistemática Filogenética também apresenta grandes controvérsias e, conseqüentemente, diferentes propostas evolutivas. Isto se deve ao fato que os diferentes organismos passam ser mais conhecidos e suas hipóteses filogenéticas passam a ser mais bem compreendidas. Vale salientar que classificar não é apenas dar nome aos organismos. O que é importante mostrar ao aluno do Ensino Médio é que as

propostas de classificação biológicas correspondem às relações mostradas nas hipóteses filogenéticas e a partir dela pode-se propor um modelo de classificação dos organismos.

É necessário tornar a aprendizagem da diversidade biológica mais interessante e agradável para o aluno, sempre tentando mudar a visão fixista dos livros de Biologia onde o estudo da diversidade biológica é realizado com um grande amontoado de nomes estranhos (CIRILO, 1999). A vantagem do ensino de Zoologia e Botânica através da Sistemática Filogenética, é que à medida que cada grupo monofilético for abordado uma margem grande de características dos grupos está sendo estudado, sem ser necessário o conhecimento de todas as características morfológicas (como características estruturais, reprodutivas etc.) conseqüentemente o estudo se torna estimulante, dinâmico e mais ágil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. Biologia dos Organismos. Editora Moderna, São Paulo, 2004.

AMORIM, D. S. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino. In: Barbieri, M. B. (Org). Aulas de Ciências: Projeto LEC-PEC de ensino de Ciências. Ribeirão Preto, 1999 p. 9-11.

AMORIM, D. S. Fundamentos de sistemática filogenética. Holos Editora, Ribeirão Preto, 2002.

CARVALHO, W. Biologia em foco. Editora FTD, São Paulo, 2002.

CIRILO, G. Biodiversidade e evolução: aspectos didáticos. In: Barbieri, M. B. (Org). Aulas de Ciências: Projeto LEC-PEC de

ensino de Ciências. Ribeirão Preto, 1999, p. 59-60.

DARWIN, C. The origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life. 11 ed., The Edinburgh Press, London, [1859] 1911.

HENNIG, W. Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik. Deutscher Zentralverlag, Berlin, 1950.

HENNIG, W. Phylogenetic systematics. University Illinois Press, Urbana, 1966.

LOPES, S. Bio. Editora Saraiva, São Paulo, 2002 v. 2.

MACHADO, S. Biologia: de olho no mundo do trabalho. Editora Scipione, São Paulo, 2003.

MATIOLI, S. R. (Ed.). Biologia molecular e evolução. Holos Editora, Ribeirão Preto, 2001.

MAYR, E. O desenvolvimento do pensamento biológico. Editora UnB, Brasília, 1998.

PAULINO, W. R. Biologia. Editora Ática, São Paulo, 2000.

RIDLEY, M. Evolução. Editora Artmed, Porto Alegre, 2006.