

## **CLADOGRAMAS: O QUE PENSAM ALUNOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

### **CLADOGRAMS: WHAT PUPILS OF SCIENCE BIOLOGICAL THINK**

**Dyoni Matias de Oliveira, Marta Bellini e Hederson Aparecido de Almeida**

Universidade Estadual de Maringá, 87020-900

Maringá – PR, Brasil

[dyoni\\_matias@yahoo.com.br](mailto:dyoni_matias@yahoo.com.br), [martabellini@uol.com.br](mailto:martabellini@uol.com.br), [hedersonneutron@hotmail.com](mailto:hedersonneutron@hotmail.com)

#### **RESUMO**

Neste artigo apresentamos as respostas e a análise de 45 alunos de Ciências Biológicas a um questionário com questões relativas aos cladogramas, modelos inovadores para pensar as relações de parentesco entre os seres vivos. Ou seja, o modelo cladístico fundamenta-se na metáfora da árvore sem troncos; uma árvore que flutua quando descreve a evolução dos seres animais ou vegetais. O problema de pesquisa foi: Como estudantes de Ciências Biológicas formulavam hipóteses evolutivas diante dos modelos cladísticos? Metodologicamente utilizou-se um questionário com figuras de modelos cladísticos e com perguntas discursivas. Os resultados obtidos indicaram que os 45 entrevistados, embora conheçam o modelo dos cladogramas, pensam-no como esquema similar ao da metáfora darwiniana, não o compreendendo ainda como hipótese para pensar a evolução dos seres vivos em sua biodiversidade.

**Palavras-chave:** cladograma, ensino de evolução, biodiversidade.

#### **ABSTRACT**

In this article we present the responses and analysis of 45 students of biological sciences to a questionnaire with questions concerning cladograms, innovative models for thinking the relations of kinship among living beings. In other words, the cladistic model is based on the metaphor of the tree without trunks; a tree that floats when describes the evolution of animal or plant beings. The problem was: how students of biological sciences evolutionary hypotheses formulated on cladistics models? Methodologically it was used a questionnaire with cladistics models figures and discursive questions. The results obtained indicated that the 45 respondents see something familiar with the model of cladograms, but they think of it as a scheme similar to the Darwinian metaphor, not understanding as a chance to think about the evolution of living things in its biodiversity.

**Keywords:** cladogram, teaching evolution, biodiversity.

## **I. INTRODUÇÃO**

Neste artigo apresentamos a análise de depoimentos de alunos formandos do ano de 2011 em Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Maringá, sobre o

conhecimento dos cladogramas ou, como chamamos em biologia evolutiva, de nova hipótese para pensar a evolução dos seres vivos.

O problema de pesquisa que orientou a elaboração desta pesquisa foi: Como pensam os estudantes de Ciências Biológicas o modelo filogenético dos cladogramas? Essa pergunta foi feita uma vez que o pensamento cladístico é novo e supõe outra forma de ver e compreender a evolução dos seres vivos. Em outras palavras, supõe que os estudantes substituam a metáfora árvore com tronco vinda da teoria de Darwin pela metáfora árvore sem tronco pensada pela hipótese de um mundo evolutivo sem hierarquias e sem a noção de superior e inferior. Supõe também, em nossa opinião, uma capacidade de aliar ciência e arte na elaboração de hipóteses mais inovadoras no mundo das Ciências Biológicas.

O objetivo da investigação foi conhecer como os estudantes entrevistados compreendem a evolução das espécies vivas; como elaboram hipóteses filogenéticas. Esse objetivo foi elaborado devido à importância da hipótese filogenética nos estudos de evolução, dado que os modelos dos cladogramas são um avanço no modo como pensamos o mundo das espécies, suas mudanças considerando a biodiversidade, os diferentes ambientes e a genética molecular.

### **1.1 A hipótese filogenética**

Nos estudos de sistemática e evolução era comum até a década de 1980 pensar a classificação dos seres vivos mediante uma hierarquia cujo modelo evolutivo era a da metáfora árvore advinda da teoria de Darwin. Ou seja, a hipótese de árvore para explicitar a evolução dos seres vivos em um tronco comum e com galhos, permitiu a elaboração da classificação dos seres vivos em hierarquia de menos evoluído ao mais evoluído. Esse modelo prosperou entre os biólogos, nos livros de ensino universitário e de ensino de ciências marcando sua hegemonia no mundo da ciência e nas mídias, inclusive. Prosperou muito entre os cientistas da área também devido às técnicas quantitativas, dado o uso das novas tecnologias como o computador que endossou a visão dos taxonomistas numéricos.

Todavia, na mesma década de 1980, outro grupo de sistematistas apareceu, os cladistas. Esses evolucionistas opuseram-se à sistemática que buscava a hierarquia e propuseram o modelo cladístico para os estudos de filogenia. Filogenia e cladismo apoiaram-se nas evidências sobre a biodiversidade no planeta que indicava uma riqueza

incomum entre as espécies vivas. A biodiversidade indicava que havia uma rede muito extensa de seres vivos na qual as espécies estavam ligadas em seu passado (AMORIM, 2002; GUIMARAES, 2005).

De acordo com Guimarães (2005, p. 36):

Um grupo, o dos taxonomistas numéricos afirmava que seria impossível reconhecer filogenias e utilizavam a similaridade geral como critério de classificação. O primeiro livro deste grupo foi *The principles of Numeral Taxonomy*, escrito por R. Sokal e P. Sneath em 1950. O outro grupo de pesquisa seguiu as linhas que Walter Zimmerman e outros filogeneticistas tinham começado a desenvolver. Estes sistematas tinham a convicção de que a filogenia deveria ser o princípio organizador central em sistemática, e buscavam metodologias objetivas e confiáveis para inferir filogenias. Um dos autores mais influentes a desenvolver tais metodologias foi Willi Hennig (1950) no *Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik*. Como seu livro foi escrito em alemão e só foi traduzido para o inglês em 1966 (como *Phylogenetics Systematics*), suas ideias demoraram a ser difundidas (HULL, 2001).

A Sistemática Filogenética ou Cladística assumiu que os estudos sobre a classificação das espécies deveriam refletir as relações de parentesco e nada mais. Ou seja, nada de hierarquia, de espécie superior e inferior, linguagem que conotaria mais dimensões ideológicas do que científicas. Para isso, os cladistas criaram uma metodologia para capacitá-los a descobrir a filogenia. Criaram a cladística fundamentando-se nos caracteres morfológicos, dados moleculares e de comportamento. Desse modo, uma classificação estritamente filogenética deveria colocar em um mesmo grupo as aves e os crocodilos, já que estes têm uma ancestral em comum muito mais próximo do que com os lagartos (GUIMARAES, 2005).

Como dissemos, a metáfora recorrente para os estudos de classificação hierárquica é a de árvore. Assim quando olhamos para a árvore evolutiva pensamos em tronco, galhos. Pensamos em classificações hierárquicas e as noções de inferior e superior. Para os cladistas podemos dizer que a metáfora da árvore permanece, mas os troncos e galhos não necessariamente estabelecem uma hierarquia.

## **1.2 Outro modelo: árvores sem tronco**

O modelo hegemônico para a classificação dos seres vivos é a hierarquia crescente desses seres orientados pela metáfora árvore com seu tronco comum e seus galhos orientando os seres mais e os menos evoluídos. Para a hipótese filogenética,

classificar, orientados pelos cladogramas, é pensar as relações entre os seres vivos e sua biodiversidade, suas histórias sem definir graus de inferioridade ou superioridade (ver GUIMARÃES, 2005).

Isto significa que a metáfora progresso ou árvore comumente associada à evolução das espécies (GOULD, 1987) não condiz com o modelo do cladograma. Pelos cladogramas é possível pensar a história das relações entre as espécies por: a) relações de parentesco; b) relações sem determinação do mais e do menos superior; c) detectar caracteres comuns aos grupos presentes no cladograma; d) e detectar os táxons monofiléticos (um ancestral) e parafiléticos (mais de um ancestral) (GUIMARÃES, 2005).

Desse modo, embora o modelo de cladograma seja pouco usual entre os alunos e professores, eles são uma excelente hipótese para a compreensão de que os estudos sobre evolução avançaram e abarcam os conhecimentos da biodiversidade, de ecologia, biologia molecular mostrando aos estudantes da área a ideia de interdisciplinaridade, e de superação de reducionismos tão presentes no campo da biologia.

## **II PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A utilização de cladogramas em situação de ensino em evolução, genética e ecologia permite aos alunos pensar os seres vivos e suas relações de parentesco sem se resvalar com a noção de seres mais ou menos evoluídos ou sua conotação ideológica. Mais ainda, o modelo do cladograma permite ao aluno pensar hipóteses mais plásticas dos seres vivos e menos deterministas.

Nesse contexto, efetuamos por meio de questionário, uma avaliação do nível de entendimento de alunos formandos em Ciências Biológicas em relação aos cladogramas e qual a importância que estes alunos dão ao tema no curso de graduação de Ciências Biológicas.

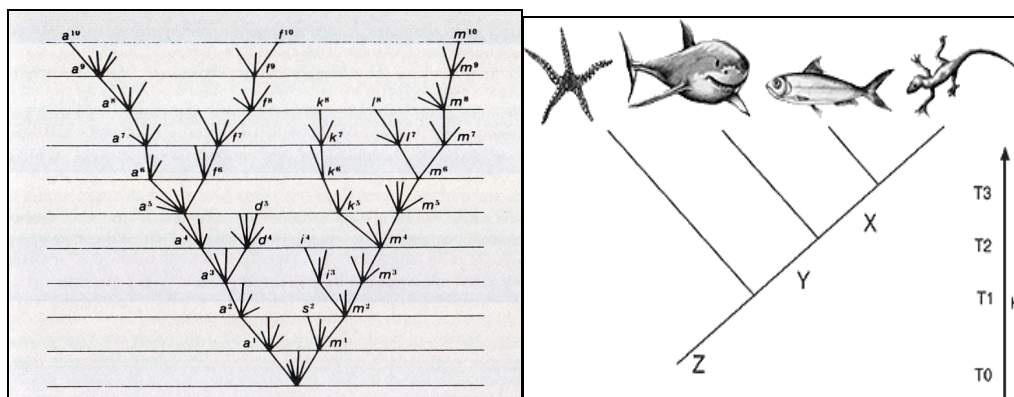
### **2.1 Sujeitos da pesquisa**

Selecionamos 45 alunos do último ano de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá do bacharelado e da licenciatura. Não houve identificação desses alunos. A seleção foi feita com alunos que se dispuseram a responder um questionário elaborado com quatro perguntas. Uma delas sobre a referência do tema cladograma e as outras três com figuras de cladogramas. O questionário foi aplicado em sala de aula durante o período de novembro de 2011.

## 2.2 O questionário

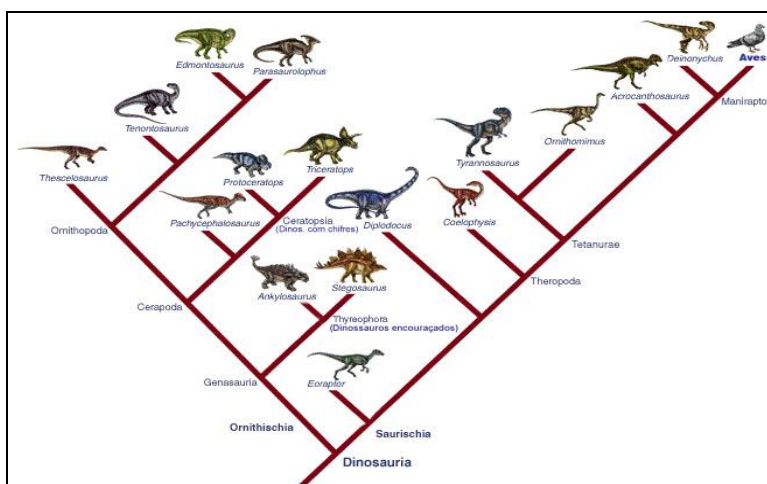
As quatro questões foram:

1. Você já viu um cladograma? Onde e quando?
2. Há dois modelos para explicar a evolução dos seres vivos. Você poderia dar a significação desses modelos?



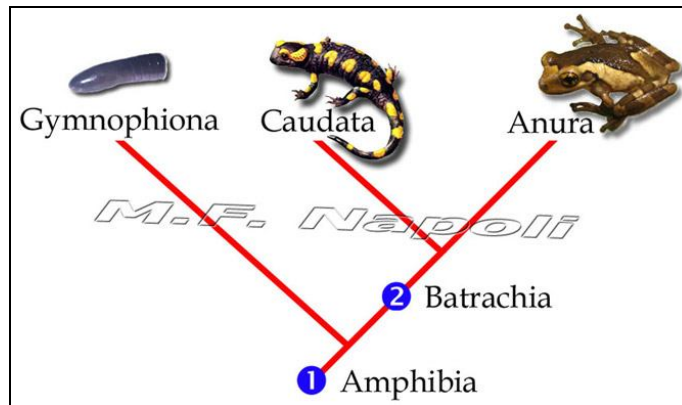
**Figura 1:** Árvore de Darwin comparado ao modelo de cladograma. Fonte: <http://sites.google.com/site/pensaraevolucao/museu-virtual-da-evolucao/atrio-de-entrada/evolucao/idade-da-terra/os-fosseis/arvore-da-vida>. Fonte: [http://www.educacaopublica.rj.gov.br/oficinas/ed\\_ciencias/peixes/porque/organizando/agrupamentos\\_taxonomicos.html](http://www.educacaopublica.rj.gov.br/oficinas/ed_ciencias/peixes/porque/organizando/agrupamentos_taxonomicos.html)

3. Baseado no cladograma abaixo, responda a pergunta: Os dinossauros estão extintos? Por quê?



**Figura 2:** Cladograma mostrando as relações filogenéticas (de “parentesco”) do grupo Dinosauria. Fonte: [http://www3.santoandre.sp.gov.br/sabinawiki/?title=Trabalhando\\_com\\_os\\_dinossauros\\_na\\_sabina:uma\\_an%C3%A1lise\\_interdisciplinar\\_em\\_paleontologia](http://www3.santoandre.sp.gov.br/sabinawiki/?title=Trabalhando_com_os_dinossauros_na_sabina:uma_an%C3%A1lise_interdisciplinar_em_paleontologia)

4. Baseado no cladograma abaixo, os táxons que compõem os anfíbios são parentes? Por que?



**Figura 4:** Cladograma ilustrando as relações de parentesco entre as três ordens de anfíbios. Fonte: [http://www.mzufba.ufba.br/WEB/MZV\\_arquivos/anfibios.html](http://www.mzufba.ufba.br/WEB/MZV_arquivos/anfibios.html)

### III RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à pergunta 1: Você já viu um cladograma? Onde e quando? Obtivemos as respostas: 43 estudantes responderam SIM e 2 estudantes disseram que NÃO.

Para o complemento da pergunta: “Onde e quando?” as respostas foram organizadas de acordo com o quadro 1.

**Quadro 1:** Categorização das respostas

Aulas/Disciplinas	36
Livros/Artigos/Textos	8
Internet/TV	1
Livros Didáticos	2
Concursos públicos	1

Dos estudantes avaliados, 43 confirmaram ter conhecimento do modelo de cladograma, expressando um número relevante. Desses alunos, 36 viram o modelo em aulas e disciplinas, mostrando que o conhecimento dos cladogramas está restrito dentro de um âmbito escolar ou acadêmico. Apenas oito viram um cladograma em livros,

artigos e textos. Esses dados podem expressar uma falta de exposição do tema em livros e artigos científicos.

De acordo com Guimarães (2005), muitos livros de biologia e vestibulares trazem os cladogramas em capítulos dedicados à zoologia e evolução, ou seja, como apêndices dos outros conteúdos. Os cladogramas ainda não alcançaram status de hipótese para pensarmos uma evolução envolta na biodiversidade.

Quanto à pergunta 2: Há dois modelos para explicar a evolução dos seres vivos. Você poderia dar a significação desses modelos?

Tivemos 10 estudantes que não interpretaram os modelos de Darwin e do cladograma e 35 que interpretaram os modelos, porém mantiveram a hipótese de Darwin para o modelo de cladogramas, ou seja, a ideia de árvore que mantêm o ancestral e o fim, a hierarquia entre superior e inferior.

O modelo de cladograma ainda é pouco usual como hipótese nova aos alunos.

De acordo com Amorim (2009), Darwin propôs um modelo em que as espécies se conectam historicamente, mas não propôs um método que permitisse inferir como as espécies atuais se conectaram no passado. Por isso, os alunos que deram a significação do modelo de Darwin confirmaram a ideia de árvore da vida sem levar em conta parentesco, filogenia.

Quanto à pergunta 3: Baseado no cladograma abaixo, responda a pergunta: Os dinossauros estão extintos? Por quê? Obtivemos 23 formandos que afirmaram que os dinossauros estão extintos; 4 não responderam a pergunta e 18 afirmaram que os dinossauros não estão extintos. Categorizamos, também, as respostas foram agrupadas de acordo o entendimento do cladograma, que consistiu em compreensão e não compreensão dos alunos, obtendo a quantidade de 16 e 29 respostas, respectivamente.

Essa pergunta – sobre a extinção ou não dos dinossauros – permitiu-nos avaliar a melhor a compreensão dos alunos quanto ao modelo dos cladogramas. No cladograma apresentado há um ramo evolutivo em que um sauro não foi extinto, as aves. Isso pareceu novo aos alunos. No cladograma as características presentes nos dinossauros e nas aves, como andar na ponta dos dedos e capacidade de dobrar o próprio pescoço em “S” comportam uma proximidade de espécies. Além disso, as aves e os dinossauros apresentam o modelo de caminhar na postura bípede com a coluna vertebral em posição horizontal, anatomicamente com a presença do osso da fúrcula; os pés com quatro dedos. Uma evidência fóssil muito discutida entre paleontólogos é a presença ou não de penas em aves dinossauros, por exemplo, *Archaeopteryx*.

No entanto, não é tão claro ao aluno que essas características marquem uma proximidade dessas espécies. Outra questão interessante é que por muito tempo, construímos exemplos de verdades que perduram por séculos na história da ciência e são difíceis de serem abandonadas para dar lugar a outros modelos ou teorias (AUGUSTA E CASATI, 2007).

Quanto à pergunta 4: Baseado no cladograma abaixo, os táxons que compõem os anfíbios são parentes? Por quê?

Obtivemos 32 estudantes que compreenderam a ideia do cladograma dos táxons dos anfíbios porque entenderam que a partir de um ancestral comum todos são parentes. 13 não compreenderam o cladograma porque não associaram a ideia de ancestral comum com as adaptações dos anfíbios em suas diferentes ordens. No cladograma não há o indivíduo mais evoluído ou menos evoluído, mas sim o mais basal e o mais apical, com um mesmo ancestral comum ou não, porém cada qual se adaptou a um modo de vida que garantisse a sobrevivência do grupo.

Para a maioria dos estudantes que foram questionados, a relação de ramificação está intimamente associada com a ideia de ancestral comum. Para estabelecer relações de parentesco, é necessário detectar algum caráter que seja comum a esses grupos. Tal caráter é denominado sinapomorfia e os táxons unidos por esse caráter são chamados de táxons irmãos. Essa sinapomorfia provavelmente se originou em um táxon ancestral, que deu origem aos outros dois como uma novidade evolutiva, também chamada de autapomorfia (GUIMARÃES, 2005).

#### **IV CONCLUSÃO**

Qual a revolução presente no modelo de cladograma? Qual a importância desse modelo na formação intelectual do aluno de Ciências Biológicas? Para nós, o modelo do cladograma permite ao aluno rever suas hipóteses sobre a evolução, apresenta-lhe os avanços da ecologia, da genética mediante as relações de parentesco entre os seres vivos sem determinar o mais e o menos superior e ao mesmo tempo ver caracteres comuns aos grupos presentes no cladograma podendo compreender que há táxons monofiléticos (um ancestral) e parafiléticos (mais de um ancestral) (GUIMARÃES, 2005). Além disso, permite ao aluno aliar ciência e arte na composição de modelos científicos.

Nessa perspectiva, a sistemática fundamentada na filogenética cumpre uma tarefa importantíssima para a formação dos estudantes. A metáfora da árvore, que supõe um ser inferior e um ser mais superior, tornou-se insuficiente do ponto de vista das



evidências genéticas, de comportamento das espécies e das teorias da biologia. Já por meio da hipótese filogenética os estudantes avançam no entendimento do papel da biodiversidade na evolução dos seres e pode compreender melhor como o determinismo biológico tem cedido espaço para o pensamento interdisciplinar que é mais plástico e mais complexo. Está claro para nós que os estudantes que participaram da presente investigação conhecem o modelo dos cladogramas, porém ainda não o compreendem como uma hipótese da evolução das espécies interdisciplinar, isto é, que engloba a genética e os estudos da biodiversidade.

Acreditamos que o modelo do cladograma ainda é incipiente nas disciplinas universitárias, nos livros de ensino de ciências e na mídia em geral. Além disso, parece que o paradigma da determinação hierárquica das espécies prevalece entre nós, em diversas instâncias dos saberes.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, D. S. A mesma origem. **Jornal das Ciências**, n. 6, ano 1, p. 4. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. 2002.

AMORIM, D. S. Ao redor de Charles Robert Darwin. **Com ciência**: Revista eletrônica de jornalismo científico. 2009. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=45&id=533>  
Acessado em: 06 de dezembro de 2011.

AUGUSTA, B. G.; CASATI, F. Trabalhando com os dinossauros na sabina: uma análise interdisciplinar em paleontologia. 2007. Disponível em: [http://www3.santoandre.sp.gov.br/sabinawiki/?title=Trabalhando\\_com\\_os\\_dinossauros\\_na\\_sabina:\\_uma\\_an%C3%A1lise\\_interdisciplinar\\_em\\_paleontologia](http://www3.santoandre.sp.gov.br/sabinawiki/?title=Trabalhando_com_os_dinossauros_na_sabina:_uma_an%C3%A1lise_interdisciplinar_em_paleontologia). Acessado em: 06 de dezembro de 2011.

GUIMARÃES, M. A. 2005. Cladogramas e evolução no ensino de Biologia. 2005. Dissertação (Mestrado)- UNESP, Baurú, 2005. Disponível em: [http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS\\_MEST/DIS\\_MEST20050929\\_GUIMARAES%20MARCIO%20ANDREI.pdf](http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS_MEST/DIS_MEST20050929_GUIMARAES%20MARCIO%20ANDREI.pdf).

GOULD, Stephen Jay. **Darwin e os enigmas da vida**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.