

# SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA, UMA ANÁLISE SOBRE A ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO

## PHYLOGENETIC SYSTEMATICS, AN ANALYSIS OF AN APPROACH IN THE SECONDARY EDUCATION

PEREIRA, Jonatas Santos Lima<sup>1</sup>

COSTA SILVA, Guilherme José da<sup>2</sup>

### Resumo

A biodiversidade constitui a diversidade de indivíduos pertencentes à mesma espécie até as diversas séries de espécies, gêneros, famílias e outros níveis superiores. Ao longo da história da humanidade, buscamos desenvolver termos objetivando à ordenação e a determinação dos conhecimentos (incluindo as relações hierárquicas) dos organismos. A Sistemática Filogenética é uma das ciências que busca evidenciar e caracterizar empiricamente a biodiversidade. Os conceitos e procedimentos como árvores filogenéticas, categorias taxonômicas, nomenclatura biológica, taxonomia, foram construída e são utilizadas nos dias atuais. Este conhecimento tem que ser abordado nas escolas por ser um conteúdo integrador de outras áreas envolvidas com a diversidade biológica. Os livros didáticos devem explicar sobre este conhecimento. Sendo necessário uma análise criteriosa para examinar como está sendo abordado o conhecimento. Esta análise abordando o conteúdo de três livros. O livro C apresenta um desenvolvimento regular com alguns erros conceituais causa dificuldade no entendimento dos alunos que leem. Os livros A e B demonstraram ser eficientes e suficientes para serem utilizados como material didático.

Palavras-chave: Análise criteriosa. Árvore filogenética. Nomenclatura biológica. Sistemática Filogenética.

### Abstract

Biodiversity constitutes a diversity of belonging to the same species to different species, families, and other higher levels. Throughout human history, we have sought to develop terms aiming to order and assess knowledge (including hierarchical relationships) of organisms. Phylogenetic Systematics is one of the sciences that seek to empirically evidence and characterize biodiversity. Concepts and procedures such as phylogenetic trees, taxonomic categories, biological nomenclature, and taxonomy were constructed and are used today. This knowledge has to be addressed in schools as it is an integrative content of other areas involved

---

<sup>1</sup> Licenciando em Título do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro - SP, pereira@jsl@hotmail.com – Data de entrega: 30 de novembro de 2021.

<sup>2</sup> Professor orientador: Doutor em Zoologia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP), Universidade Santo Amaro - SP - gjsilva@prof.unisa.br.

with biological diversity. Textbooks should explain this knowledge. A reasonable analysis is needed to examine how knowledge is being approached. This analysis covers the content of three books. Book C presents a regular development with some conceptual errors causing problems in understanding the students who read. Books A and B are shown to be efficient and sufficient, and they can be used as teaching material.

Key Words: Biological nomenclature. Phylogenetic Systematics. Phylogenetic tree. Reasonable analysis.

## **INTRODUÇÃO**

### **1. Organizando a biodiversidade**

A biodiversidade é composta por inúmeros padrões e formas de vida que habitam todos os ambientes da Terra. A biodiversidade é a variedade de organismos considerada em todos os níveis taxonômicos, desde variações genéticas presente em indivíduos pertencentes à mesma espécie até as diversas séries de espécies, gêneros, famílias e outros níveis taxonômicos superiores.<sup>1</sup> Atualmente, as estimativas sugerem que existam mais de 2 milhões de espécies vivas e descritas.<sup>2</sup>

Para entender a diversidade de organismos, ao longo da história humana buscou-se desenvolver procedimentos e conceitos, visando à ordenação dos conhecimentos dessa biodiversidade e a determinação das relações hierárquicas dos organismos.<sup>1,3,4</sup> Uma destas ciências que tem o objetivo de evidenciar e caracterizar empiricamente a diversidade biológica é a Sistemática Filogenética. A Sistemática filogenética documenta a biodiversidade e desenvolve classificações naturais baseia-se na história evolutiva dessa diversidade biológica.<sup>2</sup> Pra isso englobam fundamentos de taxonomia, filogenia e processos evolutivos. A taxonomia é o estudo teórico da classificação biológica e está associada a outras duas atividades, identificação e nomenclatura.<sup>1,2,5</sup> A identificação é atividade de examinar atributos dos organismos para serem utilizadas como suporte para indicar similaridade e diferenciá-los de outros grupos de organismos, desta forma, baseado na identificação pode descobrir a denominação dos táxons aos quais os organismos pertencem.<sup>2,6</sup> A nomenclatura biológica é o sistema de nomes científicos dos organismos. Este sistema composto por regras e recomendações, com o objetivo de promover a estabilidade e a universalidade de nomes científicos dos organismos, e assegurar que cada organismo tenha um nome que seja único, distinto e globalmente compreendido.<sup>4,5</sup> Uma das regras da nomenclatura biológica, o nome

científico das espécies deve ser composto por duas partes (*i.e.*, binômio) que são o nome genérico e o epíteto específico.<sup>2,7</sup> Temos como exemplo o nome de nossa espécie *Homo sapiens*. O nome composto pelo gênero *Homo* e o epíteto específico *sapiens*. O nome é quase sempre latinizado, pois ao se basear de uma língua morta (o latim) garante a estabilidade ao longo dos séculos.<sup>2</sup> O nome da espécie sempre deve estar em destaque no texto, seja em itálico ou sublinhado (*e.g.*, *Homo sapiens* ou Homo sapiens). Outra consideração importante é que o nome do gênero deve sempre estar em maiúsculo e o epíteto específico em minúsculo.

## 2. Conceitos básicos de espécie

O conceito de espécie tem diversas definições e os três principais conceitos de espécie são biológico, evolutivo e tipológico. A definição de espécie biológica compreende-se como uma população ou série de populações de organismos (similares e intimamente aparentados) que podem entrecruza-se livremente umas com as outras e não se cruzam com membros de outras espécies em condições naturais.<sup>1,2,4,8,9</sup> Porém, esta definição não abrange a diversidade de espécies assexuadas. O conceito evolutivo de espécie estabelece que uma espécie seja linhagem única de populações de ancestrais-descendentes, que mantém sua identidade separada das demais linhagens desse tipo, com suas próprias tendências evolutivas e destino histórico.<sup>2,11,12</sup> O conceito tipológico de espécie entende-se como um grupo indivíduos que são unidas por compartilharem um padrão morfológico único o qual reuni um conjunto de evidências morfológicas juntamente com outras evidências (*e.g.*, nucleotídeos), conhecidas como características diagnósticas.<sup>9,10</sup> Estas duas definições abrangem toda a diversidade biológica tanto assexuada quanto sexuada.

As espécies são organizadas em categorias taxonômicas dentro do sistema de classificação, considerado como um sistema geral de referência sobre a diversidade biológica baseada nas relações evolutivas e sua história filogenética.<sup>3,4,11,13</sup> Esta lista subordinada de nomes de táxons dentro de categorias cada vez mais inclusivas, as espécies que parecem ser proximamente relacionadas são agrupadas dentro de gênero, gêneros dentro de família, famílias dentro de ordem, ordens dentro de classe, classes dentro de filo, filos dentro de reino e reinos dentro de domínio.<sup>4,7</sup>

## 3. Leitura de uma árvore filogenética

A filogenia é o processo de diversificação evolutiva (*i.e.*, história evolutiva) de um determinado grupo de organismos incluindo as relações de parentesco entre suas espécies ancestrais e as espécies descendentes correspondentes.<sup>1-4</sup> A história evolutiva dos organismos pode ser demonstrada nas árvores filogenéticas (Figura 1 em Apêndice 1).<sup>2</sup> As árvores filogenéticas são representadas por diagramas com ramificações. Estas árvores são construídas e respaldadas por um conjunto de dados. Este conjunto de dados é elaborado a partir comparação de caracteres entre grupo de organismos.<sup>3,4</sup> A proximidade dos ramos da árvore indica afinidade filogenética esta suposição é suportada por um determinado número de caracteres homólogos que estão presentes nos grupos.<sup>4</sup> Os caracteres homólogos são características similares (*e.g.*, comportamento e sequências nucleotídicas) que estão presentes em dois ou mais táxons distintos e que são rastreáveis (através do uso de dados filogenéticos e ontogenéticos) à mesma característica no ancestral comum desses táxons.<sup>1-4</sup> Portanto, uma característica homóloga é aquela que tem a mesma origem e sua definição carrega argumentos evolutivos. Na representação gráfica de uma homologia pode se definida em dois tipos, apomorfia ou plesiomorfia. A apomorfia é um estado derivado de um caráter em uma série de transformação que foi alterada a partir de uma forma plesiomórfica correspondente (Figura 2 em Apêndice 1).<sup>2-4</sup> A plesiomorfia é uma condição primitiva em uma série de transformação enquanto a apomorfia é uma novidade evolutiva (Figura 2 em Apêndice 1).<sup>2-4</sup>

Uma árvore filogenética típica é composta por quatro elementos: raiz, ramos e nós (Figura 1 em Apêndice 1). A raiz representa o ancestral comum de todos os organismos que estão presentes na árvore.<sup>8</sup> Os ramos representam linhagens descendentes. As linhagens descendentes é uma sucessão de organismos ao longo do tempo e são gerados a partir de um processo conhecido como cladogênese; que nada mais é a separação de uma espécie ancestral em duas ou mais espécies descendentes (Figura 3 em Apêndice 1).<sup>4</sup> Outro processo evolutivo representado em uma árvore filogenética é anagênese, que consiste em um conjunto de processos contínuos que alteram a forma dentro de uma mesma linhagem ao longo do tempo, podem ser mudanças em uma característica de forma aleatória ou não, lenta ou rápida e sem provocar a divisão da linhagem (Figura 3 em Apêndice 1).<sup>2-4</sup>

Os ramos são reunidos em agrupamento taxonômicos. Um grupo de organismos que inclui um ancestral comum e todos os seus descendentes são reconhecidos como grupo monofiléticos ou grupos naturais (Figura 4 em Apêndice 1).<sup>2-4,8,9</sup> O grupo que contém um ancestral comum e alguns descendentes, mas não todos (excluindo alguns descendentes desse ancestral) são considerados grupos parafiléticos (Figura 4 em Apêndice 1).<sup>3,8</sup> O grupo que engloba os descendentes de dois ou mais ancestrais (imediatos) distintos são considerados grupos polifiléticos (Figura 4 em Apêndice 1).<sup>3</sup> Os táxons derivados e unidos por uma ou mais caracteres únicos, inferido por estar intimamente mais relacionado (um com outro do que com outros táxons) de um determinado grupo monofilético na árvore filogenética, esses táxons são considerados grupos-irmãos (Figura 4 em Apêndice 1).<sup>2-4</sup>

Partindo deste conhecimento (termos e conceitos abordados acima) de que os livros didáticos devem abordar a Sistemática por ser um do conteúdo integrador dos demais conteúdos que envolvem diversidade biológica. Por isso, este estudo propõe uma análise criteriosa focada nos conteúdos abordando a Sistemática nos livros didáticos do Ensino Médio.

## **OBJETIVOS**

O objetivo geral é analisar o conteúdo de Sistemática abordado nos livros didáticos do Ensino Médio. Os objetivos específicos são: 1. Avaliar a sequência do conteúdo programático e explicação dos termos e os erros conceituais; 2. Verificar a qualidade de imagens, diagramas e questões comparando com conhecimento construído ao longo do conteúdo do livro.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para análise dos conteúdos relativos à Sistemática, selecionamos três livros didáticos de Biologia do Ensino Médio que são Linhares *et al.*<sup>14: 11-17</sup>, Lopes e Rosso<sup>15: 10-23</sup> e Mendonça<sup>16: 10-25</sup> (Figura 6 em Apêndice 1). Análise procedeu através de uma ficha para coleta de dados utilizando eixos prioritários propostos por Vasconcelos e Souto<sup>17</sup> (exceto os recursos complementares). Foram feitas algumas adaptações, a clareza do texto – avaliar as definições de conceitos abordados na introdução (e.g., árvore filogenética e cladogênese).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **1. Análise dos livros**

**Livro A – Linhares *et al.*<sup>14</sup>**

O livro A aborda a Sistemática Filogenética no primeiro capítulo ao longo das sete páginas, com nove figuras (contando ilustrações e diagramas do capítulo), com dois títulos (cada um com dois subtítulos) e dois textos complementares.

O principal parâmetro positivo deste livro é o nível de atualização do texto. Isto já pode ser visto na primeira página, em que o livro tem uma imagem de reconstituição de um velociraptor e essa imagem com a legenda aumenta curiosidade dos alunos. A legenda explica que as descobertas de fósseis de dinossauros com penas (uma característica exclusiva das aves entre os animais vivos) e ossos similares com as aves suportam a proposição que as aves são os parentes mais próximos dos dinossauros. Esse tipo de abordagem convida os alunos a buscarem mais sobre dinossauros e aves.

Outros aspectos positivos deste livro são: os textos complementares e a presença da sugestão de leitura. O livro apresenta dois textos complementares que auxiliam na construção do conhecimento sobre a aplicação da Sistemática Filogenética. O livro explica os conceitos de espécie (biológico e tipológico) e demonstrando as limitações do conceito biológico. Os textos complementares auxiliam na compreensão do aluno, por colocar o aluno 'dentro' do problema e entender como conhecimento do conteúdo é utilizado para resolver. No final do capítulo sugere fontes complementares confiáveis para os alunos que se interessaram e querem se aprofundar no tema.

Os aspectos negativos são: qualidade das ilustrações, não estimula a utilização de novas tecnologias e ausência de alguns conceitos. A qualidade das ilustrações são regulares devido as imagens não estarem bem nítidas, esta dificuldade é contornada pelas legendas serem autoexplicativas, desta forma, as legendas contribuí para melhor entendimento dos alunos. Ao longo do capítulo não há trechos ou pontos específicos com sugestões de acessar outros conteúdos presente nas novas tecnologias que o aluno poderia acessar e ajuda no entendimento do tema. Também, o livro não explica os elementos que compõem uma árvore filogenética. Porém, a ausência de uma explicação sobre os elementos que compõem uma árvore filogenética dificulta o aluno (se não tiver um entendimento do tema) de responder as questões sobre afinidade parentesco entre espécies nas árvores.

O aluno pode ter uma boa construção do conhecimento ao longo da leitura do livro A. O livro apresenta uma sequência de conteúdo e construção do conhecimento que consideramos agradável, mas necessita de mais outro livro (ou outras fontes de conteúdo) para preencher a ausência de alguns conceitos para ser utilizado no material didático (Livro A no Tabela 1 em Apêndice 2).

### **Livro B – Lopes e Rosso<sup>15</sup>**

O livro B aborda Sistemática Filogenética no primeiro capítulo ao longo das doze páginas, com 21 figuras (contando ilustrações e diagramas do capítulo), com três títulos (com cinco subtítulos) e dois textos complementares.

O livro tem se destaca no livro pelo nível de atualização do texto. Na primeira página do capítulo, vemos um diagrama demonstrando as relações filogenéticas entre os seres vivos (todos) e demonstrando aos alunos que todos os organismos (inclusive nós, seres humanos) compartilham a mesma origem. O texto explica os elementos que compõem uma árvore filogenética, com explanação que facilita que o aluno compreenda todos os elementos e os termos.

Outro destaque de nível de atualização é o texto complementar sobre PhyloCode. O texto explica esta proposição de substituição da classificação. O texto aborda os seus conceitos e a metodologia. Por um lado, a introdução deste tema proporciona os alunos a entender a metodologia desta proposição, mas pelo outro lado, é algo desnecessário quando o tema é introduzido e pouco desenvolvido no texto. Algo que também se destaca no livro é a possibilidade de contextualização pelo desenvolvimento da construção do texto ao longo do conteúdo. O livro incorpora os conceitos e procedimentos da Sistemática Filogenética que facilita o amadurecimento do conteúdo na compreensão dos alunos. Outro texto complementar menciona dois exemplos que utilizaram o conhecimento de Sistemática na prática e estes exemplos apoiam o conhecimento já construído pelo aluno ao longo do capítulo. No final do capítulo, apresenta um número bom de perguntas de múltipla escolha, mas não há questões dissertativas (nesta série é de grande necessidade de questões argumentativas para o aluno aprender a desenvolver uma resposta). Estas questões abordaram: afinidade filogenética; árvore filogenética (interpretar); importância da sistemática e nomenclatura biológica (nome genérico e epíteto específico).

Os aspectos negativos são: qualidade das ilustrações, ausência de fontes complementares e desprovido de textos que estimulem o acesso as novas tecnologias. Por mais que o livro abranja a maioria dos conceitos, mas poderia sugerir alguns conteúdos e livros para que os alunos pudesse se aprofundar no tema com isso poderia contribuir muito na saciedade de conhecimento dos interessados. Ao longo do capítulo não há trechos ou pontos específicos com sugestões de acessar outros conteúdos presente nas novas tecnologias que o aluno poderia acessar e ajuda no entendimento do tema.

O aluno pode ter uma boa construção do conhecimento ao longo da leitura do livro B. O livro apresenta uma ordenação de conteúdo e desenvolvimento do conhecimento ao longo do conteúdo programático que consideramos agradável para ser utilizado como material didático (Livro B no Tabela 1 em Apêndice 2).

### **Livro C – Mendonça<sup>16</sup>**

O livro C aborda Sistemática Filogenética no primeiro capítulo ao longo das quinze páginas, com 24 figuras (contando ilustrações e diagramas do capítulo), com quatro títulos (um subtítulo no segundo título) e com dois textos complementares.

O livro apresenta pontos, como a qualidade das ilustrações, fontes complementares e novas tecnologias. O livro apresenta ilustrações bem nítidas, mas com legendas pouco desenvolvidas. Ao longo dos textos, o livro tem diversos pontos estratégicos com sugerindo páginas e outros conteúdos de sites; sugerindo algumas umas fontes complementares para que o aluno possa se aprofundar no tema. O livro aborda o conceito de árvore filogenética explicando de forma detalhada (a construção de uma árvore filogenética e como interpreta-la). Outro destaque positivo é a atividade prática que ajuda o aluno a aplicar o conhecimento aprendido em prática (algo inovador dentre os livros didáticos de Ensino Médio).

Esta obra apresenta alguns pontos negativos, como clareza e possibilidade de contextualização. As ilustrações são excelentes, mas as legendas não são autoexplicativas, o que pode contribuir para interpretação errada de qualquer imagem sem uma legenda que guie o aluno para entendimento correto da ilustração. O livro aborda diversos conceitos, mas nos textos são desenvolvidos que dificulta o entendimento do aluno, tanto na compreensão dos conceitos quanto sentido que eles estão atrelados uns com outros. O texto aborda a metodologia da Parcimônia, porém de forma muito simples e causa uma má interpretação do aluno.

Mendonça (2014, p. 17) explica:

“As condições derivadas são indicadas nos ramos como traços, os chamados passos do cladograma. Muitas vezes, a partir da mesma matriz de condições primitivas e derivadas, é possível obter mais de um cladograma – neste caso, aplica-se o princípio da parcimônia: um cladograma deve ter o menor número possível de passos.”

Primeiro, os passos de uma árvore não é composta por apenas condições derivadas de um carácter, mas sim as transformações evolutivas (mudanças das condições de caracteres), que são modificações de uma condição primitiva (apomórfico) para uma condição derivada ou vice-versa<sup>3</sup>. Em reconstruções filogenéticas, o método de parcimônia prefere por árvores com menor número de mudanças das condições de caracteres.<sup>2,3</sup>

O livro C tem ordenação de conhecimento excelente (com alguns parâmetros regulares) por não abordar certos temas em um capítulo diferente do conteúdo abordando Sistemática Filogenética (e.g., aborda seres unicelulares e pluricelulares no mesmo capítulo de conteúdo do tema) (Livro C no Tabela 1 em Apêndice 2).

### **Considerações finais**

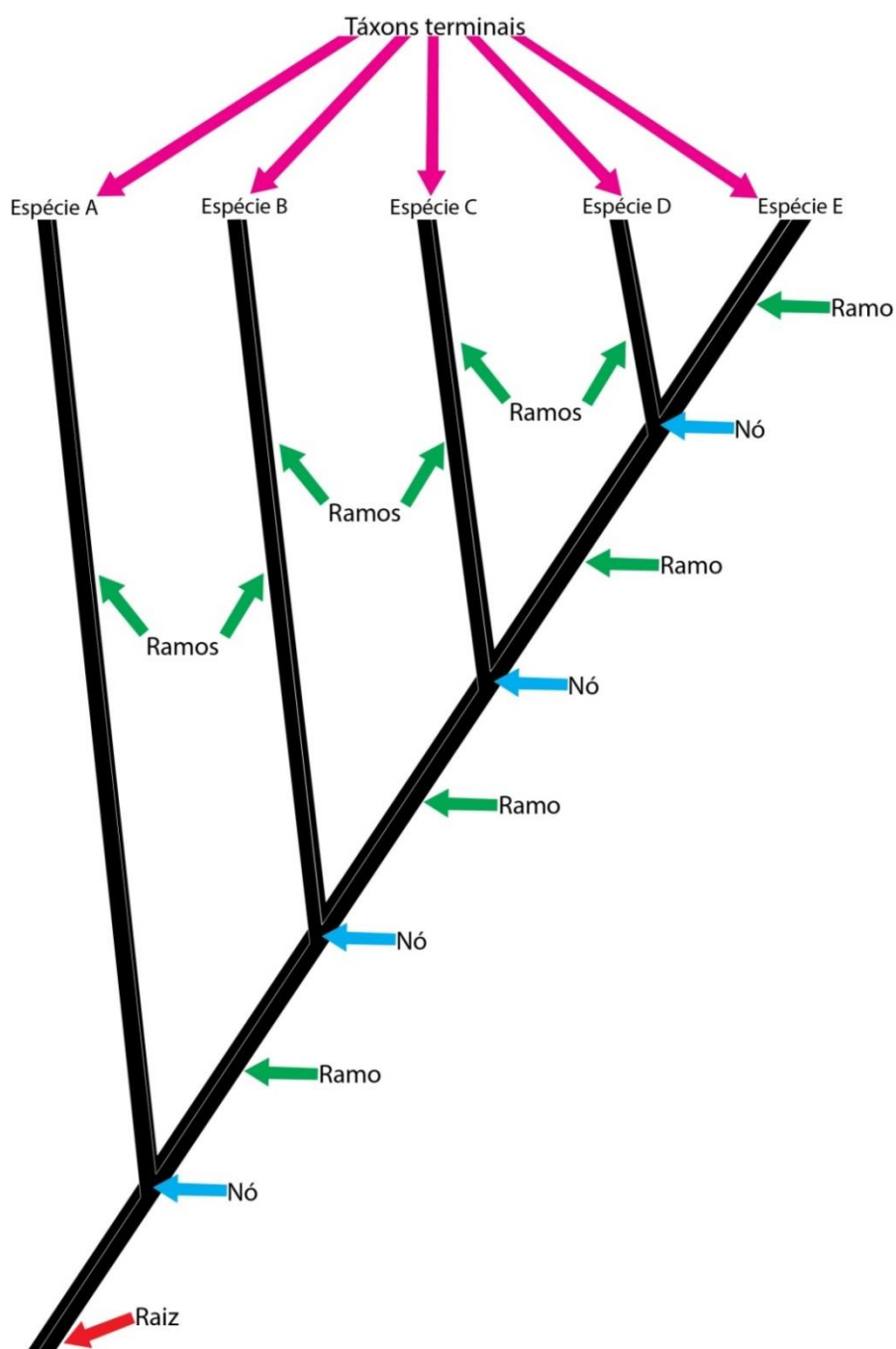
O tema Sistemática filogenética é abordado pelos três livros didáticos com sequência de conteúdo programático parecidos, mas abordam o tema de forma diferente. O livro A apresenta um bom desenvolvimento do desenvolvimento textual, mas a ausência de alguns conceitos dificulta pouco na resolução das questões para aos alunos que não sabem sobre os elementos e como interpretar elas. O livro B apresenta um bom desenvolvimento textual com a maior parte conceitos e procedimentos que deveria ser abordado dentro de um livro. O livro C apresenta um desenvolvimento regular com alguns erros conceituais, as suas atividades são boas para o entendimento do aluno, mas o livro não oferece entendimento para que o aluno consiga fazer essas atividades, só com conhecimento do livro. Desta forma, os livros A e B ser mostraram eficientes e suficientes para os professores utilizarem estes livros como material didático.

### **REFERÊNCIAS**

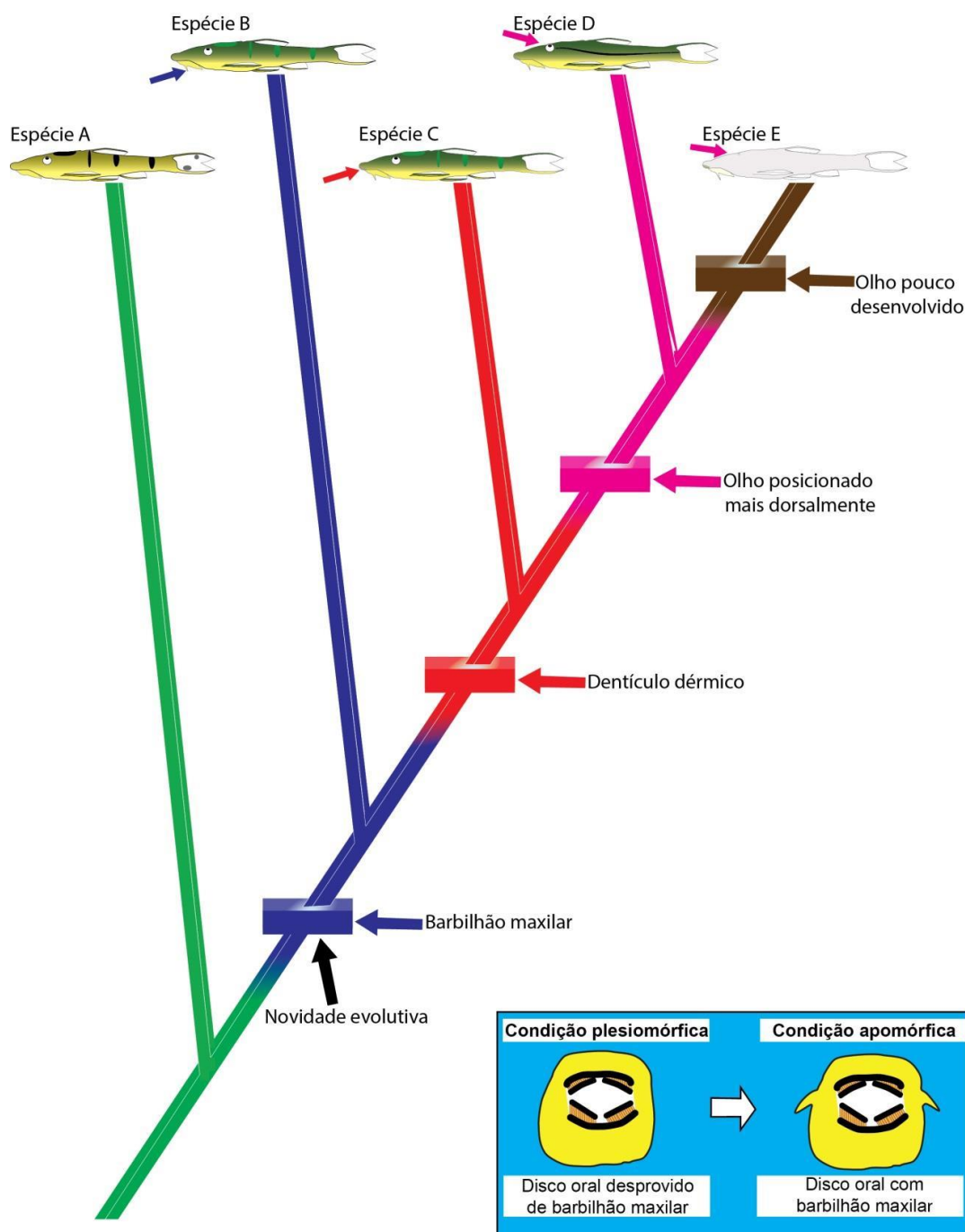
- 1 Wilson EO. The diversity of life. 1 ed. London: Penguin Books, 2001.
- 2 Brusca RC, Moore W, Shuster SM. Invertebrados. Tradução: Cosendey CHA (Col.). 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

- 3 Amorim DS. Fundamentos de Sistemática Filogenética. 1 ed. Ribeirão Preto: Holos, 2002.
- 4 Schuh RT, Brower AVZ. Biological systematics: principles and applications. 2 ed. London: Cornell University Press, 2009.
- 5 Winston JE. Describing species: practical taxonomic procedure for biologists. 1 ed. New York: Columbia University Press, 1999.
- 6 Papavero N. Fundamentos práticos de taxonomia zoológica: coleções, bibliografia, nomenclatura. 1 ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1994.
- 7 Reece JB, Urry LA, Cain ML, Wasserman AS, Minorsky PV, Jackson RB. Biologia de Campbell. 10 ed. Tradução: Villela AN (Col.). Porto Alegre: Artmed, 2015.
- 8 Liem KF, Bemis WE, Walker Jr. WF, Grande L. Anatomia funcional dos vertebrados: uma perspectiva evolutiva. Tradução: Rodrigues MT (Col.). 3 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- 9 Simpson GG. Principles of animal taxonomy. 2 ed. New York: Columbia University Press, 1990.
- 10 Mayr E. Populations, species and evolution: an abridgment of animal species and evolution. 2 ed. London: The Belknap Press of Harvard University Press, 1970.
- 11 Simpson GG. The species concept. *Evol.* 1951 dezembro; 5(4); 285-298. Doi: 10.2307/2405675.
- 12 Mayr E. Systematics and the origin of species: from the viewpoint of a zoologist. New York: Columbia University Press, 1949; 13 v.
- 13 Wiley EO. The evolutionary species concept reconsidered. *Syst. Zoo.* 1978 março; 27; 17-26. Doi: 10.2307/2412809.
- 14 Linhares S, Gewandsznajder F, Pacca H. Biologia hoje. 3 ed. São Paulo: Ática; 2016. v. 2.
- 15 Lopes S. Bio. 3 ed. São Paulo: Saraiva; 2016; v. 2.
- 16 Mendonça VL. Biologia: os seres vivos. 3 ed. São Paulo: Editora AJS, v. 2.
- 17 Vasconcelos SD, Souto E. O livro didático de Ciências no ensino fundamental- Proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciênc. Educ.* 2003 março; 9; 93-104. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000100008>

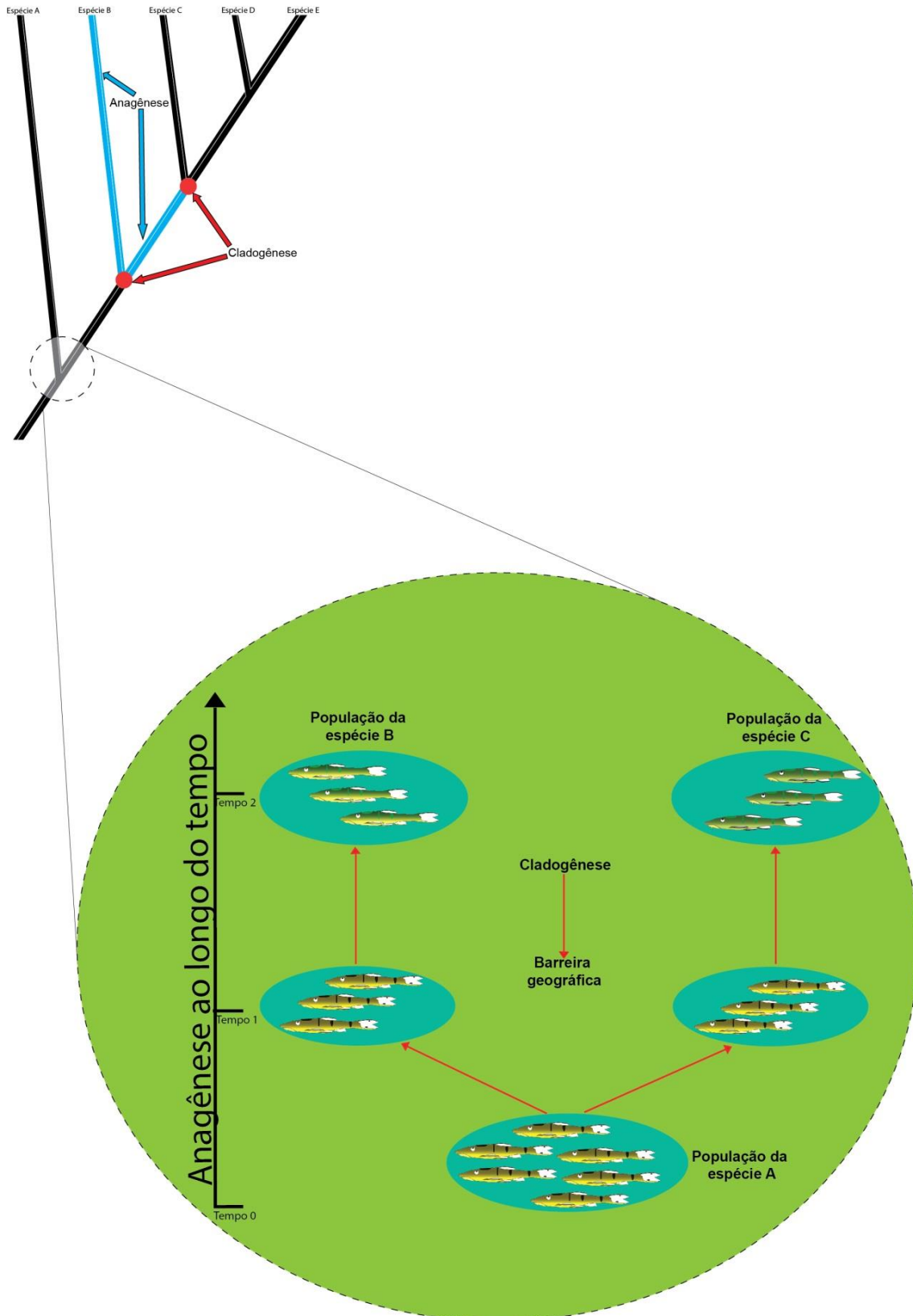
## APÊNDICE 1 – Figuras



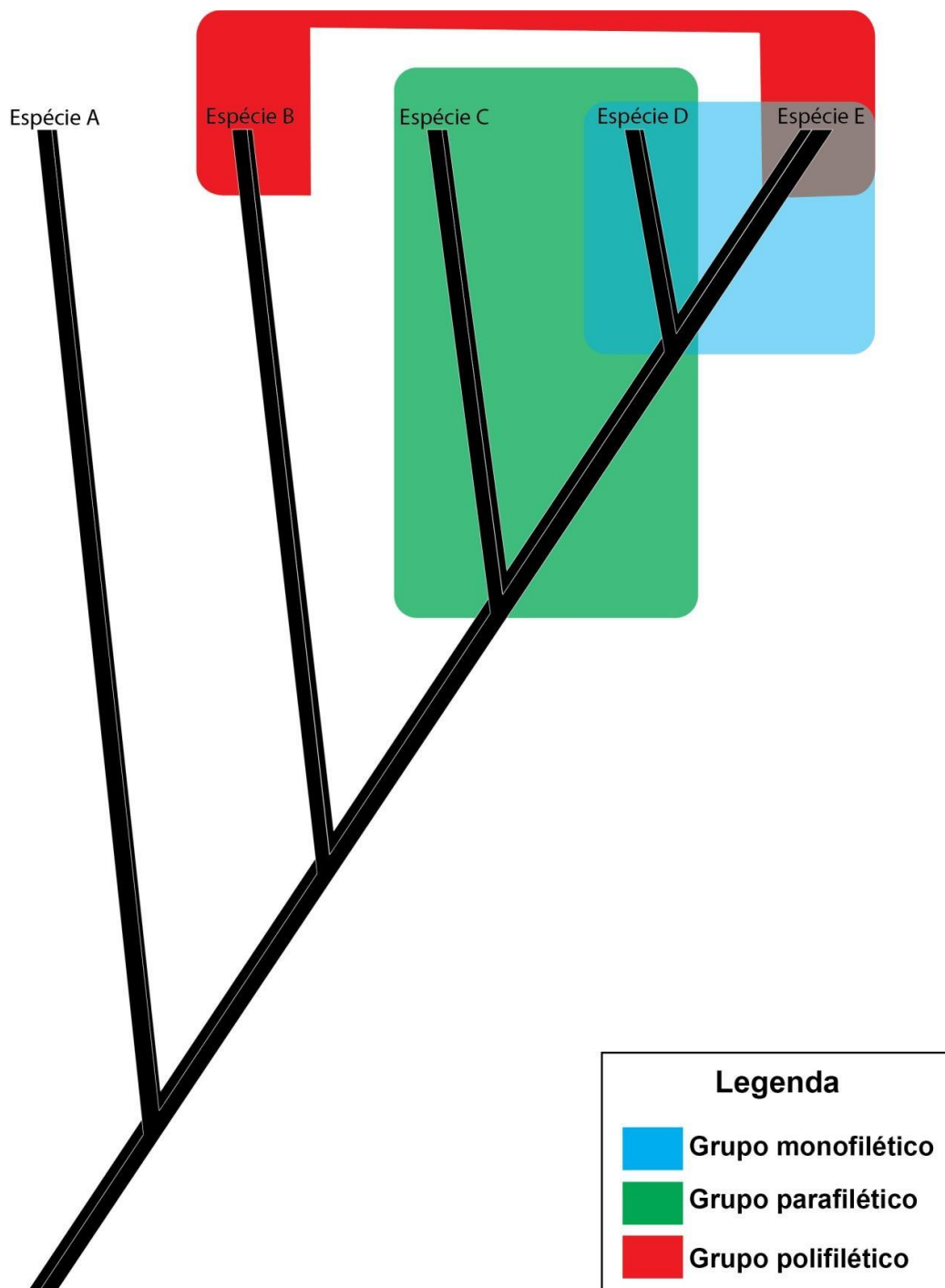
**Figura 1.** Uma árvore filogenética representando as relações de parentesco entre as espécies A, B, C, D e E. Os elementos da árvore estão indicados por setas. A seta vermelha indica raiz, setas azuis apontam para os nós (representam os processos especiação da espécie ancestral divergindo em espécies descendentes), setas verdes indicam os ramos (representam as linhagens descendentes que divergiram de espécies ancestrais durante os processos especiação) e as setas rosas representam os táxons terminais.



**Figura 2.** Árvore filogenética com as novidades evolutivas distribuídas pelas espécies A, B, C, D e E. Por exemplo, o denticulo dérmico presentes no focinho é compartilhado pelas espécies C, D, E. No quadro menor temos um exemplo de mudança de estado de característica, o disco oral ausente de um par de barbilhões maxilares presente apenas na espécie A (considerada uma característica plesiomórfica nas espécies em questão) enquanto a presença de um par de barbilhões maxilares está presentes nas espécies B, C, D e E (considerada uma característica apomórfica).



**Figura 3.** Árvore filogenética com as indicações de processos de anagênese e cladogênese. No diagrama abaixo representa a formação de espécies por anagênese e cladogênese.



**Figura 4.** Representação de grupos taxonômicos. As espécies D e E formam um grupo monofilético porque inclui o ancestral comum e todos os seus descendentes. As espécies C e D formam um grupo parafilético porque compartilham do mesmo ancestral comum (incluído no grupo), mas não incluiu todos os descendentes do ancestral comum (excluiu a espécie E). As espécies B e E formam um grupo polifilético porque não inclui o ancestral comum destas espécies. As espécies D e E são grupos irmãos.

## APÊNDICE 2 – Tabela.

**Tabela 1.** Análise dos critérios nos livros A (Linhares *et al.*<sup>14</sup>), B (Lopes e Rosso<sup>15</sup>) e C (Mendonça<sup>16</sup>).

Parâmetro	Livro A			Livro B			Livro C		
	Fraco	Regular	Excelente	Fraco	Regular	Excelente	Fraco	Regular	Excelente
Adequação			X			X			X
Clareza do texto			X			X		X	
Nível de atualização do texto			X			X		X	
Grau de coerência entre as informações apresentadas			X			X		X	
Qualidade das ilustrações		X			X				X
Veracidade das informação contida na ilustração			X			X			X
Possibilidade de contextualização			X			X		X	
Grau de inovação			X			X			X
	Não		Sim	Não		Sim	Não		Sim
Apresenta textos complementares?			X			X			X
Induzem a interpretação incorreta?	X			X			X		
Propõe questões ao final de cada capítulo/tema?			X			X			X
As questões têm enfoque multidisciplinar?	X			X			X		
As questões priorizam a problematização?	X			X			X		
Propõe atividade em grupo e/ou projetos para trabalhos do tema exposto?	X			X			X		
As atividades são isentas de risco para alunos?	X			X			X		
As atividades são facilmente executáveis?			X			X			X
As atividades têm relação direta com o conteúdo trabalhado?			X			X			X
Indica fontes complementares de informação?			X	X			X		
Estimula a utilização de novas tecnologias?	X			X					X