



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

REGINA DE CASTRO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA  
AOS ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

CAMPINAS

2020

REGINA DE CASTRO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA AOS  
ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

*Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biologia da Universidade Estadual de  
Campinas como parte dos requisitos  
exigidos para a obtenção do Título de  
Mestre em Ensino de Biologia, na Área de  
Ensino de Biologia.*

*Orientadora: Profa. Dra. Vera Nisaka Solferini.*

ESTE ARQUIVO DIGITAL  
CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA  
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA  
ALUNA REGINA DE CASTRO,  
ORIENTADA PELA PROFA. DRA. VERA  
NISAKA SOLFERINI.

CAMPINAS

2020

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Biologia  
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

C279s Castro, Regina de, 1981-  
Sequência didática para o ensino de sistemática filogenética aos alunos da 3ª série do ensino médio / Regina de Castro. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Vera Nisaka Solferini.  
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Filogenia. 2. Sequência didática. 3. Ensino médio. 4. Evolução (Biologia) - Estudo e ensino. 5. Aprendizagem significativa. I. Solferini, Vera Nisaka, 1957-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Didactic sequence for teaching phylogenetic systematics to students in the 3rd grade of high school

**Palavras-chave em inglês:**

Phylogeny

Didactic sequence

High school

Evolution (Biology) - Study and teaching

Meaningful learning

**Área de concentração:** Ensino de Biologia

**Titulação:** Mestra em Ensino de Biologia

**Banca examinadora:**

Vera Nisaka Solferini [Orientador]

André Rinaldo Senna Garraffoni

Hilton Marcelo de Lima Souza

**Data de defesa:** 30-10-2020

**Programa de Pós-Graduação:** Ensino de Biologia em Rede Nacional

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-3255-6014>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/5405906701846571>

Campinas, 30 de outubro de 2020.

## **COMISSÃO EXAMINADORA**

Profa. Dra. Vera Nisaka Solferini

Prof. Dr. André Rinaldo Senna Garraffoni

Prof. Dr. Hilton Marcelo de Lima Souza

*Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmico do aluno.*

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO do Instituto de Biologia – IB.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Algumas pessoas e entidades foram essenciais para execução deste trabalho, de forma direta ou indireta. Assim, quero agradecer:

À CAPES, UFMG e UNICAMP pela oferta do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, possibilitando aos professores atualização no ensino da referida disciplina.

Aos professores da UNICAMP pelas aulas que ministraram de forma enriquecedora.

A professora Dra. Vera Nisaka Solferini pela orientação que me permitiu enxergar a Sistemática Filogenética com um novo olhar.

O corpo docente das bancas de qualificação, pré-defesa e defesa: Prof. Cláudio, Profa. Cristina, Prof. Domingos, Prof. André Garraffoni e Prof. Hilton de Souza pelas pertinentes contribuições.

A Direção e Coordenação Pedagógica da Escola Estadual de Ensino Médio de Tempo Integral Professora Liomar Freitas Câmara que permitiram a aplicação aos alunos da sequência didática elaborada.

Os alunos, atores principais deste trabalho, pela confiança, participação e contribuição para realização desta pesquisa.

A todos os amigos que ganhei nestes dois anos de realização do curso. Parceiros de toda hora, todos extremamente especiais!

Meus pais, pelo amor incondicional e que, por mais que não entendessem o que estava fazendo, sempre acreditaram em mim.

Meu filho Eduardo e marido André pela paciência e compreensão ao longo destes dois anos. Ainda, pelas várias conversas, sempre francas, relacionadas a este trabalho, trazendo grandes reflexões para a execução deste.

Aos amigos já de longa data pelo apoio e sugestões, principalmente às amigas Joice e Marilú.

Enfim, meu muito obrigada!

## RESUMO

A Sistemática Filogenética (SF) tem como proposta descrever, nomear, identificar e classificar os seres vivos, inferindo as possíveis relações de parentesco entre estes sob a luz da evolução. Esta ciência passou por modificações, principalmente a partir da publicação do livro “A Origem das Espécies” por Charles Darwin. É necessária a compreensão de conceitos e terminologias específicos da Sistemática Filogenética para a construção de árvores filogenéticas. Segundo alguns estudos, alunos do Ensino Médio (EM) possuem razoável ou pouquíssimo conhecimento sobre cladística. Uma das causas dessa lacuna é a abordagem isolada e superficial do tema pelo professor por inúmeros motivos, como por exemplo, questões de cunho religioso, programação curricular, tempo reduzido disponível para desenvolvimento das aulas, insegurança no tema e, ainda, a falta de recursos didáticos que o auxiliem em sala de aula. Alguns materiais didáticos, como os livros, abordam os conceitos da SF de forma mecanizada, não estimulando os alunos a realizarem reflexões sobre as relações de parentesco entre os seres. Este trabalho teve como proposta elaborar e aplicar uma sequência didática (SD) para desenvolvimento dos temas SF e evolução. A SD faz parte de um produto pedagógico que possibilita ao professor desenvolver os conteúdos de forma aprofundada e dinâmica, utilizando, em sua aplicação, os preceitos de uma atividade investigativa. Inicialmente, foi aplicado um questionário individual na forma de pré-teste a 77 alunos de três turmas da 3ª série do EM de uma escola pública localizada no município de Hortolândia/SP. Na sequência, os estudantes realizaram a construção de cladogramas a partir da observação de organismos hipotéticos criados para a atividade. As respostas dadas ao questionário foram analisadas pelo método de Bardin, e os resultados obtidos demonstram a forma como os alunos compreendem, de forma equivocada, os conceitos relacionados à evolução e filogenia. Os alunos conseguiram elaborar o cladograma dos organismos com o auxílio de seus colegas e professor, que ao longo da atividade foi introduzindo os termos específicos da cladística. Assim, a SD elaborada apresenta grande destaque no auxílio do professor em sala de aula como recurso para iniciar, complementar ou aprofundar os conceitos específicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** sistemática filogenética, sequência didática, ensino médio, atividade investigativa, aprendizagem significativa.

## ABSTRACT

The Phylogenetic Systematics (SF) proposes to describe, name, identify and classify living beings, inferring possible kinship relations between them in the light of evolution. This science has undergone modifications, especially since the publication of the book "The Origin of Species" by Charles Darwin. The understanding of specific concepts and terminologies of phylogenetic systematics is necessary for the construction of phylogenetic trees. According to some studies, high school students have reasonable or very little knowledge about cladistics. One of the causes of this gap is the teacher's isolated and superficial approach to the subject for countless reasons, such as religious issues, curricular programming, reduced time available for class development, insecurity in the subject, and also the lack of didactic resources to assist him/her in the classroom. Some didactic materials, such as books, approach the SF concepts in a mechanized way, not stimulating the students to make reflections about the kinship relations between the beings. This work had as proposal to elaborate and to apply a didactic sequence (DS) for the development of themes related to SF and evolution. The DS is part of a pedagogical product that allows the teacher to develop the contents in a deep and dynamic way, using, in its application, the precepts of an investigative activity. Initially, an individual questionnaire in the form of a pre-test was applied to 77 students from three classes of the 3rd grade of high school in a public school located in the city of Hortolândia/SP. In the sequence, the students made the construction of cladograms from the observation of hypothetical organisms created for the activity. The answers given to the questionnaire were analyzed by the Bardin method, and the results obtained demonstrate how the students misunderstand the concepts related to evolution and phylogeny. The students were able to elaborate the cladogram of the organisms with the help of their colleagues and teacher, who throughout the activity introduced the specific terms of the cladistics. Thus, the DS elaborated presents great prominence in the teacher's help in the classroom as a resource to initiate, complement or deepen the specific concepts.

**Key Words:** phylogenetic system, didactic sequence, high school, investigative activity, meaningful learning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Estado de caracteres. ....	21
Figura 2. Uma típica árvore filogenética usada para reconstituição da história evolutiva. ....	24
Figura 3. Cladograma demonstrando os táxons e seus ancestrais constituindo alguns grupos monofiléticos. ....	25
Figura 4. Etapas 1 e 2 na construção da árvore filogenética do grupo dos vertebrados. ....	26
Figura 5. Etapa 3 na construção da árvore filogenética do grupo dos vertebrados. ....	26
Figura 6. Etapa 4 na construção da árvore filogenética do grupo dos vertebrados. ....	27
Figura 7. Etapa 5 (C) na construção da árvore filogenética do grupo dos vertebrados. ....	27
Figura 8. Etapa 6 (D) na construção da árvore filogenética do grupo dos vertebrados. ....	28
Figura 9. Imagem utilizada na apresentação do Capítulo. ....	31
Figura 10. Esquema de uma sequência didática. ....	34
Figura 11. Grupo de organismos hipotéticos criados para desenvolvimento da SD. ....	40
Figura 12. Tabela para preenchimento dos caracteres e em quais organismos apresentam determinados caracteres. ....	41
Figura 13. Tabela para preenchimento dos caracteres e em quais organismos aparecem. ....	41
Figura 14. Diagrama onde os alunos elaboraram sua árvore filogenética. ....	42

Figura 15. Distribuição das respostas dos alunos para a questão 1 do questionário individual (pré-teste). .....	45
Figura 16. Distribuição das respostas dos alunos para a questão 2 do questionário individual (pré-teste). .....	47
Figura 17. Distribuição das respostas dos alunos para a questão 3 do questionário individual (pré-teste). .....	49
Figura 18. Evolução dos primatas. ....	51
Figura 19. Esquema final para lista de caracteres observados nos organismos hipotéticos. ....	52
Figura 20. Esquema final para matriz de caracteres observados nos organismos hipotéticos. ....	53
Figura 21. Esquema final para a formação de agrupamentos a partir da elaboração da matriz de caracteres observados nos organismos hipotéticos e que facilitarão a construção da árvore filogenética. ....	53
Figura 22. Esquema final para a construção da árvore filogenética dos organismos hipotéticos. ....	53

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais conceitos da Sistemática Filogenética. ....	23
Quadro 2. Cronograma das ações voltadas às turmas 3 <sup>a</sup> A, B e C. ....	38
Quadro 3. Ficha de avaliação com os critérios utilizados para análise do Livro “Bio”. ....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CGEB	Coordenadoria de Gestão da Educação Básica
EM	Ensino Médio
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
OTU	<i>Operational taxonomic unit</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática
PROFBIO	Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PNLEM	Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio
SD	Sequência didática
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

1	Relato da Mestranda .....	14
2	INTRODUÇÃO .....	15
2.1	Contexto histórico do Ensino de Biologia.....	15
2.1.2	Uma breve história sobre a organização da diversidade biológica .....	19
2.1.2.1	Alguns conceitos da Sistemática Filogenética.....	21
2.2	Interpretação de uma árvore filogenética.....	24
2.2.1	A construção de uma árvore filogenética.....	25
2.3	Sistemática Filogenética e ensino .....	28
2.3.1	Sistemática Filogenética nos livros didáticos .....	30
2.4	Evolução e ensino .....	32
2.5	Sequências didáticas .....	33
3	OBJETIVO GERAL .....	35
3.1	Objetivos específicos .....	35
4	MÉTODOS.....	35
4.1	Tipo da pesquisa .....	35
4.2	Elaboração da Sequência Didática .....	35
4.3	Local, sujeitos e cronograma da pesquisa .....	36
4.3.1	Instrumentos de coleta de dados .....	39
4.3.1.1	Questionário individual pré e pós-teste .....	39
4.3.1.2	Observação participante .....	39
4.4	Aplicação da atividade de construção de cladograma.....	40
4.5	Procedimentos de análises dos dados .....	43

4.5.1 Análise de conteúdo .....	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
5.1 Da aplicação do questionário pré-teste .....	45
5.2 Da aplicação da sequência didática .....	52
5.3 Dos materiais disponíveis e utilizados pelo professor .....	55
6 CONCLUSÃO .....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
APÊNDICES .....	64
Apêndice A .....	64
Apêndice B .....	65
Apêndice C .....	67
Apêndice D .....	68
Apêndice E .....	80
ANEXOS .....	98
Anexo I .....	98
Anexo II .....	99
Anexo III .....	101
Anexo IV .....	102



## 1. Relato da mestranda

**Instituição:** Universidade de Campinas – Unicamp

**Mestrando:** Regina de Castro

**Título do TCM:** Sequência didática para o ensino de Sistemática Filogenética aos alunos da 3ª série do Ensino Médio.

**Data da defesa:** Campinas, 30 de outubro de 2020.

Cursar o mestrado profissional oferecido pelo Programa ProfBio foi uma das atividades mais gratificantes que pude fazer para a minha carreira, mesmo que tivesse sido necessária maior organização do pouco de tempo disponível para realização das tarefas. Afinal, a rotina escolar é diária, incessante. Mas é justamente um dos objetivos desse curso: levar benefícios para a sala de aula, grande território de experiências e questões concretas.

Por meio dele, foi possível me atualizar não apenas em relação ao conteúdo da Biologia oferecidos por meio das aulas “Da Construção do Conhecimento Científico ao Ensino de Biologia”, mas, também, aos métodos de ensino. Em praticamente todas as aulas do curso, em contato com os excelentes professores que tive, pude aprender algo novo e compartilhá-lo com meus alunos em sala de aula. Assim, o ganho foi imenso não apenas em particular, mas também àqueles que assistiram às minhas aulas.

Dessa forma, teço este trabalho com o objetivo de melhorar a minha prática e compartilhar com meus colegas professores o que aprendi e, claro, fornecer melhores experiências aos alunos.

Esta pesquisa foi pensada em razão da dificuldade que muitos de meus colegas apresentam quando lecionam o tema desenvolvido. Assim, a proposta principal desta pesquisa é elaborar um material pedagógico acessível que seja utilizado pelo professor em sala de aula quando desenvolver com os alunos o conteúdo Sistemática Filogenética.

Acredita-se que por meio deste recurso, os conceitos recorrentes da Sistemática Filogenética se tornem de fácil assimilação pelos alunos, e, que por consequência, facilitem a compreensão dos temas Evolução e da própria Sistemática Filogenética, temas estes que muitas vezes são tratados de forma não-aprofundada e/ou equivocada.

Sobretudo, que traga a reflexão sobre a importância de práticas que torne o aluno ativo em seu processo de aprendizagem e não um mero receptor de informações.

## 2. Introdução

### 2.1 Contexto histórico do Ensino de Biologia

Para compreensão das problemáticas no ensino de Biologia no cenário atual, é importante que se faça uma retrospectiva sobre a forma como essa disciplina foi instituída aqui no Brasil e seus desdobramentos.

A disciplina que hoje é denominada como “Biologia” foi cunhada apenas no século XIX. Para Mayr (1998, p. 53, *apud* Teixeira, 2008), “antes dessa data, não havia uma tal ciência. Quando Bacon, Descartes, Leibniz e Kant escreveram sobre ciência e metodologia, a biologia como tal não existia, mas apenas a medicina.”

Segundo Bizzo (2011), o ensino de “História natural” era dependente dos materiais franceses<sup>1</sup>, sendo que as aulas de Zoologia eram baseadas sobretudo nos elementos da natureza africana e asiática. Tanto que em 1917, o professor Mello Leitão publica o livro “Zoologia”, marco no ensino de biologia no Brasil.

Já no período Vargas é quando a Biologia se torna referência em razão da disciplina “Biologia Educacional” lecionada pelo professor Almeida Jr. da Universidade de São Paulo (USP). Em 1939, ele publica o livro intitulado com o mesmo nome da disciplina, tendo como foco a genética, fisiologia, eutecnia e eugenia, instruindo as futuras professoras de forma coerente a um movimento de modernização da educação brasileira: superar a pedagogia tradicional por meio de modelos científicos e experimentais, resultando no desenvolvimento do “espírito científico” essencial na cultura do educador.

Nos anos 60, as Ciências Biológicas substituem o curso de História Natural. Há um progresso da disciplina Biologia como ciência e explosão de conhecimento. São introduzidos conteúdos como a Ecologia, Genética e a Bioquímica (TEIXEIRA, 2008).

Nessa época, o ensino de ciências é tido como requisito essencial para o desenvolvimento das nações (TEIXEIRA, 2008). Assim, iniciou-se um movimento de renovação no ensino de ciências liderado por cientistas preocupados com a formação da juventude e futuros cientistas. No Brasil, este movimento foi liderado pelo professor Isaías Raw da USP (KRASILCHIK, 1972, *apud* TEIXEIRA, 2008).

---

<sup>1</sup> Segundo Bizzo, em 1764, Domenico Agostino Vandelli realizou em Portugal uma ampla reforma educacional que se seguiria logo após a expulsão dos jesuítas. Para isso, indicou o pupilo Alexandre Rodrigues Ferreira, que aportou aqui no Brasil aos 1783, coletando e remetendo inúmeros espécimes de animais e plantas a Portugal. Todo esse material acabou sendo vítima da lentidão de processamento da informação portuguesa e, principalmente, do ambiente político conturbado da Europa à época. Grande parte do material logo cairia em mãos francesas.

Embora houvesse esse esforço no sentido de fomentar a ciência no Brasil, o ensino de Biologia ainda ocorria de forma descritiva, com excesso de terminologia, passividade dos alunos (TEIXEIRA, 2008).

Em 1968 ocorre a reforma universitária e a instituição do vestibular o que causam grandes consequências “em relação ao conteúdo, e mesmo à forma, do ensino das matérias científicas” (TEIXEIRA, 2008). Dessa forma, houve uma modelação do ensino voltado para uma demanda da população de classe média que aspira adentrar a uma universidade pública resultando no surgimento dos cursinhos pré-vestibulares, desenvolvendo conteúdos programáticos extensos e baseados na memorização, pouca vivência do método científico e quase nenhum trabalho cooperativo (BIZZO, 2011).

Por meio da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) 4024/61, foi permitida a descentralização das decisões curriculares, antes centradas no Governo Federal. A LDB colaborou para abertura de caminhos para o processo de renovação no ensino (TEIXEIRA, 2008).

Além disso, “na década de 1970, o projeto nacional da ditadura que estava no poder era o de modernizar e desenvolver o país. O ensino de ciências era considerado importante componente para a preparação de um corpo qualificado de trabalhadores” (KRASILCHIK, 2008 p. 16). Porém, segundo a mesma autora, por mais que se valorizassem as disciplinas científicas para a formação de um currículo, estas esbarravam nas disciplinas ligadas ao mundo do trabalho, como a agricultura, zootecnia, técnica de laboratório.

Já no final dos anos 70, movimentos populares se organizaram exigindo a democratização do país e, paulatinamente, a população passa a ter acesso ao ensino público. Porém, a crise econômica e a massificação do ensino provocaram uma degradação das condições estruturais da escola e trabalho do professor, diminuindo a qualidade no ensino (TEIXEIRA, 2008).

Mesmo assim, é nesse período que vários projetos foram elaborados abordando ampla gama de concepções sobre o ensino de Biologia, desde a produção de livros até currículos (KRASILCHIK, 1995, *apud* TEIXEIRA, 2008).

Tanto que nos anos 80, a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, em parceria com Universidades e professores da própria rede elaboraram uma proposta curricular que defendia, não apenas importância de os alunos vivenciarem atividades práticas e de investigação, mas também a evolução como linha unificadora dos conteúdos (SÃO PAULO, 1992).

No período que compreendeu dos anos 80 a 90, o ideário construtivista ganha força no discurso pedagógico. Porém, a biologia ainda se caracteriza pelo extenso programa e abordagem que privilegia nomenclaturas, termos e classificações típicos do ensino tradicional (TEIXEIRA, 2008). Os alunos são convidados a ler trechos do livro e a responder questões. As explicações do professor, quando existem, são breves e, raramente, se remetem a exemplos, explicações e abordagens diferentes das propostas pelo livro (TRIVELATO, 1986, p. 19 *apud* TEIXEIRA, 2008).

No mesmo período, programas de biologia no ensino médio apresentavam certa estruturação, estando o ensino de “evolução – teorias e mecanismos” voltado a 2ª série (KRASILCHIK, 2008). Especificamente, não é mencionado o ensino sobre a Sistemática Filogenética.

É ainda nos anos 90 que os currículos nacionais são elaborados, como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais, os PCN’s, baseados na nova LDB 9394 do ano de 1996. Visando definir princípios, fundamentos e procedimentos a serem seguidos por toda e qualquer unidade escolar dos diversos sistemas de ensino, em seu artigo 10, inciso II, resolve que, as disciplinas da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, devem desenvolver habilidades e competências que permitam ao aluno, entre outros pontos, “b) entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das ciências naturais” (BRASIL, 1998).

Embora as normativas dos PCN’s sejam consideradas impositivas e não homogêneas, apresentam algumas outras orientações como: a adoção dos temas transversais<sup>2</sup>; a adoção de “competências e habilidades”; adoção de princípios integradores<sup>3</sup> e escolha da tecnologia como forma de contextualizar conhecimentos e disciplinas (TEIXEIRA, 2008).

Tem-se ainda, os PCNEM, o documento de Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias (BRASIL, 2002) que privilegiam as competências voltadas para o domínio das linguagens científicas e suas representações, para a investigação e compreensão científica e tecnológica e para os aspectos histórico-sociais da produção e utilização dos conhecimentos científicos.

Alguns anos depois, o documento de Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias (BRASIL, 2006) ratificou a proposta do governo estadual elaborado no ano de 1992, indicando que a evolução é tema de importância central no ensino de Biologia e deve ser focado dentro de outros conteúdos, como a

---

<sup>2</sup> Ética, pluralidade cultural, saúde, consumo, orientação sexual e meio ambiente para garantir o tratamento de temas sociais relevantes e minimizar a separação das disciplinas.

<sup>3</sup> Interdisciplinaridade e contextualização.

diversidade biológica ou o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos, por exemplo, articulando com outros assuntos.

Recentemente, a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo elaborou um documento para ser utilizado pelos professores de todas as áreas de conhecimento denominado “Guia de Transição”. Segundo o próprio material, sua elaboração teve a seguinte prerrogativa: “materiais de apoio devem ser reconstruídos à luz da Base Nacional Comum Curricular - BNCC e do Currículo Paulista, que representa um novo período educacional, marcado pelo regime de colaboração entre o Estado e os Municípios” (SÃO PAULO, 2019).

Para todas as disciplinas, seu objetivo é orientar os professores quanto à aplicação de “diversas práticas e metodologias em sala de aula”. Mais precisamente, o Guia de Transição da Área das Ciências da Natureza<sup>4</sup>, tem como objetivos: “promover educação científica e por meio de “subsídios teóricos e desenvolver competências para a participação cidadã e a tomada de decisões fundamentadas, baseadas na aquisição de conhecimentos científicos contextualizados [...]” e [...] “instrumentalizar o(a)s estudantes para o reconhecimento de que existem diferentes explicações sobre o mundo, os fenômenos da natureza e as transformações produzidas pelos seres humanos.”

O documento ressalta que, para atingir os objetivos mencionados, deve-se utilizar de atividades investigativas “[...] em torno de situações de desafios ou na resolução de problemas, de modo que o estudante possa atuar e se reconhecer como protagonista no processo de sua aprendizagem [...]”

Especificamente, segundo o Guia de Transição de Biologia, o componente curricular Biologia, possui “[...] foco central a compreensão da vida, em sua complexidade, diversidade e interdependência, tendo a evolução como eixo articulador.”

Para Malafaia, Bárbara e Rodrigues (2010), é necessário incluir na prática docente a disseminação de informações que tornem mais claro e abrangente o real significado da disciplina. Isto porque, ao explicitar a complexidade e abrangência da Biologia, o professor pode promover uma maior aproximação entre a referida disciplina e o cotidiano do aluno, aumentando, com isso, o interesse do discente pela matéria independente do assunto abordado em uma determinada aula.

“Quando adequadamente desenvolvida, a disciplina abre novos horizontes de um estimulante conhecimento [...] onde exemplos de fenômenos e processos na natureza podem

---

<sup>4</sup> abrange os componentes curriculares Ciências, Biologia, Física e Química.

promover interesse e significado para um aprendizado que leve à real alfabetização biológica quando adequadamente ensinados” (KRASILCHIK, 2000).

### **2.1.2 Uma breve história sobre a organização da diversidade biológica**

A sistemática filogenética ou cladística é a base de toda a biologia comparada, sendo o ponto de partida para diversos estudos em Biologia. Possui grande importância, já que se tem descritos atualmente mais de 1,5 milhão de espécies de organismos dos mais diversos, indo desde os organismos microscópicos, até os organismos mais complexos (LOVO, 2014).

Alguns cálculos, indicam que a diversidade atual representa apenas cerca de 1% da diversidade produzida ao longo da história de nosso planeta, com milhões de espécies extintas ao longo de alguns bilhões de anos de evolução biológica. Isto eleva o número de espécies existentes um valor talvez acima de cem milhões (AMORIM, 2002).

A maneira como o homem classifica as coisas está diretamente relacionada com a forma como esse homem enxerga o mundo. A Sistemática, como toda área da ciência, é bastante dinâmica e mudou muito ao longo da história (LOVO, 2014). Assim, o ser humano não dispensou esforços no sentido de organizar e classificar a diversidade biológica existente em nosso planeta.

Acredita-se que Platão tenha sido o primeiro a contribuir com o que chamamos hoje de “Sistemática”, elencando seres em grupos naturais, reflexo de essências imutáveis, eternas e perfeitas, e grupo não-naturais, que não refletem tais essências. Dessa forma, sua contribuição ficou mais restrita ao campo da filosofia.

Já Aristóteles, considerado precursor da biologia comparada e da zoologia, a partir da observação dos fenômenos da natureza, considerou como um grupo natural aquele que tivesse causa final única, mas ainda, imutável e eterno. Para ele, as diferenças encontradas em seres da mesma espécie são explicadas em razão de “acidentes da matéria” e o “compartilhamento de essências” explica a formação de espécies diferentes levando a criação de grupos taxonômicos (AMORIM, 2008).

Foram alguns naturalistas, dentre eles Lamarck, que começavam a contrariar a ideia fixista de Aristóteles, argumentando que os seres sofriam transformações conforme o próprio ambiente se transformava. Também argumentava que a vida teria se iniciado simples, de matéria inanimada e acumulado variações ao longo do tempo, segundo suas “necessidades internas”. Estava aí o precursor do pensamento evolutivo por tornar mais conhecida a ideia não-fixista.

Paulatinamente, as explicações divinas para os padrões observados na natureza foram sendo substituídas pela teoria da evolução a partir de Darwin e Wallace, sistematizada em dois conceitos: a existência de variabilidade herdável subjacente às espécies (uma conexão histórica material) e a sobrevivência diferencial das espécies: ambos conceitos resultam na ideia de que as espécies se alteram de forma direcional ao longo do tempo (AMORIM, 2008).

Para representar essa ideia, Darwin desenvolveu a metáfora da “Árvore da vida” (BAUM; SMITH; DONOVAN, 2005), sugerindo, dessa forma, a existência de uma filogenia, mas não chega a propor um método para redescobrir ou recuperar essa filogenia (AMORIM, 2008).

Pesquisadores representantes da taxonomia clássica como Mayr e outros, e de diversas áreas como a genética e a paleontologia, começaram a compreender que os seres que compõem a diversidade biológica refletem a descendência com modificação, ou seja, que as espécies compartilham ancestralidade, estando interconectados por uma rede de relações. A partir de então, foi possível, por meio de representações gráficas, demonstrar as classificações biológicas.

Entre estes pesquisadores, encontrava-se Haeckel e que “com apoio em seu enorme conhecimento de Zoologia e Botânica, começou muito cedo a propor árvores filogenéticas para os vários grupos de animais e plantas. Contudo, tampouco Haeckel tratou de um método de inferência filogenética. Esse método precisou esperar quase cem anos para ser lançado, com os trabalhos do entomólogo alemão Willi Hennig” (AMORIM, 2008).

Foi na década de 1960, que Hennig, entomólogo, propôs um método para implementar objetivamente as relações de ancestralidade e descendência, formando um sistema de classificação baseado na história evolutiva dos organismos. Privilegiava as relações de parentesco entre as espécies a partir da observação de caracteres derivados entre elas. Um ancestral comum modifica-se ao longo do tempo e das gerações.

O trabalho de Hennig foi inovador pois por meio dele é possível realizar classificação dos grupos de seres vivos com grande objetividade, além de representar as modificações em grupos biológicos analisados.

Por meio do desenvolvimento de todas as ferramentas e conceitos de análise cladística, propiciou a distinção entre estados de caráter ancestral e derivado; a aplicação de técnicas computacionais para reconstrução de árvores; a crescente disponibilidade de dados sobre anatomia para suplementar os dados da anatomia macroscópica; e, mais recentemente, a aplicação de informações filogenéticas a problemas em muitos outros campos biológicos de ecologia à fisiologia, à embriologia, ao comportamento (O’HARA, 1998).

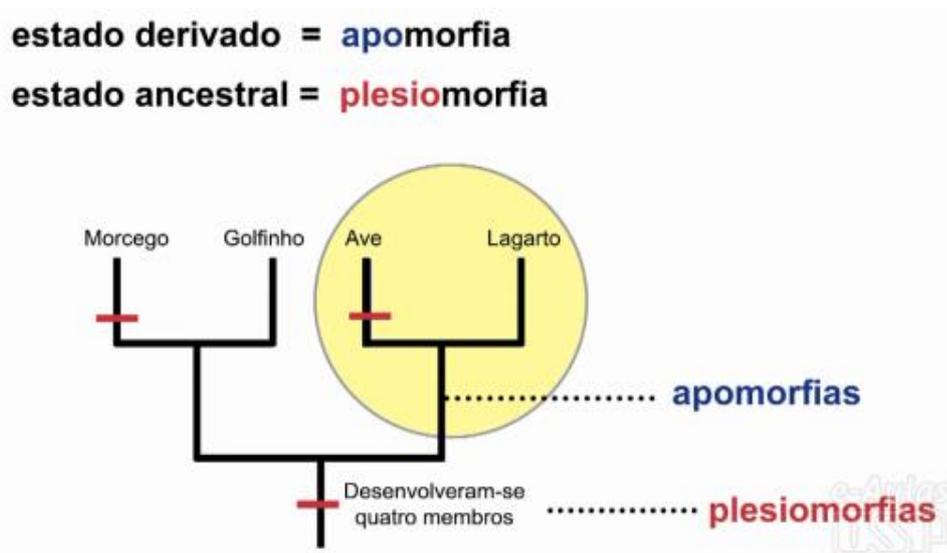
Portanto, o objeto central do trabalho da Sistemática Filogenética é a diversidade biológica e seus problemas são: descrever a diversidade biológica, encontrar que tipo de ordem existe nessa diversidade (se existir) e compreender os processos que são responsáveis pela geração dessa diversidade (AMORIM, 2002).

### 2.1.2.1 Alguns conceitos da Sistemática Filogenética

É importante ressaltar que um cladograma representa uma hipótese de relações de parentesco entre um grupo de organismos, constituída por espécies ancestrais em diferentes níveis até alcançar as espécies atuais. O ancestral do grupo terá caracteres presentes nos descendentes, indicando a presença de homologia. Dessa forma, o cladograma demonstra que, quanto mais próximas são as semelhanças entre os seres, maior é a relação entre eles (AMORIM, 2008).

Além da elaboração de um método para construção de cladogramas ou árvores filogenéticas, Hennig cunhou alguns conceitos a serem utilizados na cladística. Denominou de “plesiomorfia” a condição mais antiga e, em oposição de “apomorfia” a condição mais recente, derivada (LOVO, 2014) (Figura 1).

Figura 1. Estado de caracteres.



Considerando a análise do agrupamento destacado no círculo em amarelo, os caracteres presentes em aves e lagartos estão distantes do ancestral desta linhagem, ou seja, são caracteres apomórficos. Fonte: Lovo, 2014<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Disponível em: <http://eaulas.usp.br/porta/video.action?idItem=4597>. Acesso em: 10 abr. 2020.

Ao se comparar com um determinado grupo externo, estado plesiomórfico que é compartilhado por mais de um agrupamento é chamado simplesiomorfia e uma apomorfia que pode ser compartilhada por dois ou mais grupos é chamada sinapomorfia. Lembrando que as simplesiomorfias são utilizadas apenas para ilustrar quais características são sinapomórficas, pois apenas esses caracteres derivados compartilhados determinam as relações filogenéticas dos grupos (HENNIG, 1966 *apud* LOPES; HO, 2012).

Para melhor entendimento da Sistemática Filogenética, relaciona-se alguns outros conceitos importantes no Quadro 1.

**Quadro 1.** Principais conceitos da Sistemática Filogenética.

<b>Cladograma</b>	Diagrama indicando as relações de parentesco filogenético entre ramos terminais, que podem ser populações, espécies ou grupos monofiléticos específicos. Método que reflete os resultados de um processo evolutivo.
<b>Caráter</b>	Atributos que podem ser morfológico, anatômico, bioquímico, molecular e que eventualmente, poderá ser modificado na descendência, passando a se apresentar com variações, que serão subsequentemente, herdadas nas próximas gerações. Aquilo que foi alterada a forma plesiomórfica de uma estrutura para a forma apomórfica. Como exemplo, pode-se citar: cor de uma flor, formato das folhas de uma planta, tipo de estrutura de locomoção.
<b>Estado de caráter</b>	Modo como um caráter se manifesta: uma flor de cor amarela, plantas com folhas pecioladas, presença de asas.
<b>Homologia</b>	Relação entre estruturas em indivíduos ou espécies distintos, presentes em cada um deles devido a herança dessa estrutura desde a espécie ancestral comum mais recente das duas, transmitida ininterruptamente ao longo das gerações.
<b>Espécie ancestral</b>	Espécie que se partiu, originando duas ou mais populações. Os ancestrais que aparecem no cladograma são hipotéticos.
<b>Plesiomorfia</b>	A condição mais antiga, pré-existente, em uma série de transformação.
<b>Apomorfia</b>	Estado derivado de um caráter em uma série de transformação. Uma apomorfia é uma condição mais recente que outra homóloga, pré-existente, a partir da qual ela se originou.
<b>Simplesiomorfia</b>	Compartilhamento da condição plesiomórfica de um caráter por um conjunto de populações ou de espécies, considerando uma forma apomórfica derivada dela.
<b>Sinapomorfia</b>	Compartilhamento da condição apomórfica de um caráter por um grupo, exclusiva dele.
<b>Novidade evolutiva</b>	Evento de alteração, através de uma mutação, de uma estrutura pré-existente, gerando uma condição nova. A novidade evolutiva pode referir-se ao próprio DNA ou a sua expressão fenotípica.
<b>Matriz de caracteres</b>	Base de dados que sintetiza as observações feitas sobre a condição de um conjunto limitado de caracteres para um determinado conjunto de táxons terminais.
<b>Táxon</b>	Agrupamento cujos elementos são organismos biológicos e cuja definição seja algum tipo de semelhança compartilhada por eles. Táxons podem ser naturais, no sentido de serem monofiléticos e essas semelhanças que os une podem corresponder a sinapomorfias, simplesiomorfias, por exemplo.
<b>Grupo monofilético</b>	Único a possuir a informação completa da história evolutiva. A partir de um ancestral em comum, combina o total de descendentes desse ancestral, compartilhando as características exclusivas oriundas do processo evolutivo.
<b>Filogenia</b>	A história evolutiva de um grupo, incluindo as relações de parentesco entre as espécies ancestrais em vários níveis e as espécies descendentes.
<b>Grupo-irmão</b>	A espécie ou grupo monofilético supra específico mais próximo de um determinado grupo monofilético em foco.
<b>Grupo externo</b>	Toda e qualquer espécie ou grupo de espécies que filogeneticamente não pertença a um grupo supostamente monofilético abordado em um momento de uma análise.
<b>OTU</b>	<i>Operational taxonomic unity</i> (unidade taxonômica operacional). Cada um dos táxons terminais em uma análise: sejam organismos, populações, espécies ou grupos de espécie.

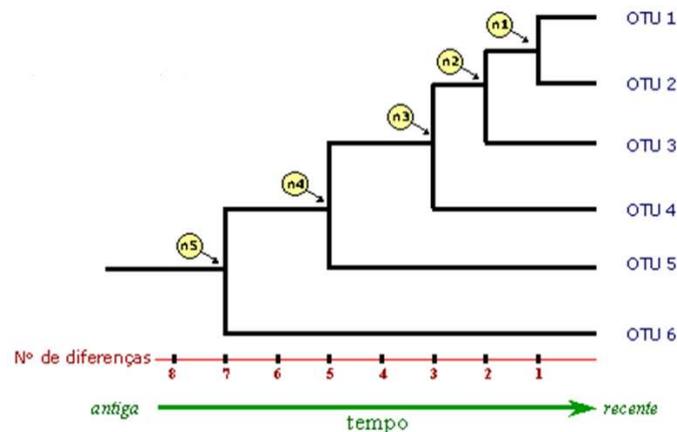
Fonte: AMORIM, 2002; SANTOS, 2008; LOVO 2014.

## 2.2 Interpretação de uma árvore filogenética

Anteriormente à construção de uma árvore filogenética, faz-se importante a interpretação de um exemplo de diagrama utilizado para reconstituição histórica (Figura 2). Na ponta dos terminais (ou ramos) encontram-se as OTU's “*operational taxonomic unit*” ou “unidade taxonômica operacional (OTU 1, OTU 2, OTU 3, OTU 4, OTU 5 e OTU 6) representando os indivíduos<sup>6</sup> intimamente relacionados e objetos de estudo.

Já os nós n1, n2, n3, n4 e n5 representam um possível ancestral comum e hipotético. Por exemplo, n1 é o possível ancestral dos indivíduos OTU 1 e OTU 2. “O tamanho dos ramos é proporcional à divergência entre os nós e as OTUs, que também é correspondente a uma escala temporal. Maiores ramos representam grau de divergência maior [...] que por fim corresponde a um tempo maior de separação. No exemplo a OTU 6 é divergente de n5 por sete diferenças (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 1998).

**Figura 2.** Uma típica árvore filogenética.

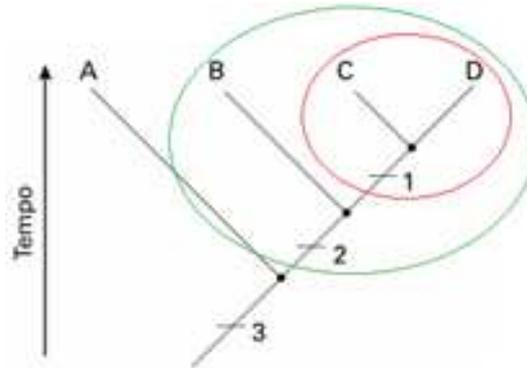


Cladograma utilizado para reconstituição da história evolutiva dos seres que se queira estabelecer relações filogenéticas. Fonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

Outra informação possível de se obter a partir da análise de um cladograma é a constituição do grupo monofilético. No esquema gráfico a seguir (Figura 3), os conjuntos que incluem o ancestral exclusivo de todas as suas espécies descendentes são (C+D), definido pela condição 1 (círculo vermelho) e, também o agrupamento formado pelos táxons B, C, D (B+C+D) em razão do compartilhamento da apomorfia 2 (círculo verde).

<sup>6</sup> entidade de estudo pode ser um indivíduo, populações ou até mesmo espécies inteiras em um único terminal. (LOPES; HO, 2012).

**Figura 3.** Cladograma demonstrando os táxons e seus ancestrais constituindo alguns grupos monofiléticos.



Neste agrupamento, os táxons A, B, C, D também são um grupo monofilético por compartilharem de um mesmo ancestral exclusivo. Fonte: Adaptado de Lopes, Ho (2012)<sup>7</sup>

### 2.2.1 A construção de uma árvore filogenética

Ante a demonstração das etapas necessárias para a construção de uma árvore filogenética, é importante ressaltar que:

A abordagem de Willi Hennig [...] buscava realizar a inferência histórica de maneira puramente lógica e científica. As principais linhas-guia de seu método são: 1. As relações entre espécies são estritamente genealógicas, ou seja, verticais; 2. As apomorfias são o único tipo de evidência que identifica a ancestralidade em comum e são elas que definem novos agrupamentos; 3. A máxima conformidade com a evidência deve ser determinada utilizando-se o princípio auxiliar da parcimônia (LOPES; HO, 2012).

Portanto, considerando-se os critérios abordados por Hennig, utiliza-se de alguns procedimentos fundamentais na construção de uma filogenia e demonstrados a seguir:

1. **Escolher os táxons.** Neste exemplo, foram utilizados dados morfológicos (homólogos) de um grupo de vertebrados<sup>8</sup> mostrados tabela abaixo (Figura 4);
2. **Determinar os caracteres:** São selecionados um conjunto de características, que parecem ser homologias e cria-se uma tabela de dados para registrar o que foi observado (Figura 4);

<sup>7</sup> Disponível em:

[https://midia.atp.usp.br/impressos/lic/modulo03/diversidade\\_biolologica\\_filogenia\\_PLC0019/Bio\\_Filogenia\\_top04.pdf](https://midia.atp.usp.br/impressos/lic/modulo03/diversidade_biolologica_filogenia_PLC0019/Bio_Filogenia_top04.pdf)\_Acesso em 10 abr. 2020.

<sup>8</sup> O exemplo demonstrado aqui foi baseado no material “*Reconstructing trees: A simple example*”, disponível do site da *University of California Museum of Paleontology*.

**Figura 4.** Etapas 1 e 2 na construção da árvore filogenética do grupo dos vertebrados.

	Vértabras	Esqueleto ósseo	Quatro membros	Ovo amniótico	Pelo	Duas fenestras na parte posterior do crânio
Tubarões	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Peixes com raios nas barbatanas	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Anfíbios	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Primates	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Roedores e coelhos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Crocodilos	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Dinossauros e pássaros	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim

Fonte: Adaptado de “University of California Museum of Paleontology, 2020<sup>9</sup>”.

3. **Determinar o grupo externo.** Ao estudar fósseis e grupos externos intimamente relacionados ao clado de vertebrados, supõe-se que o ancestral dos vertebrados não tinha nenhuma dessas características (Figura 5).

**Figura 5.** Etapa 3 na construção da árvore filogenética do grupo dos vertebrados.

	Vértabras	Esqueleto ósseo	Quatro membros	Ovo amniótico	Pelo	Duas fenestras na parte posterior do crânio
Grupo externo	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Fonte: Adaptado de “University of California Museum of Paleontology, 2020<sup>10</sup>”.

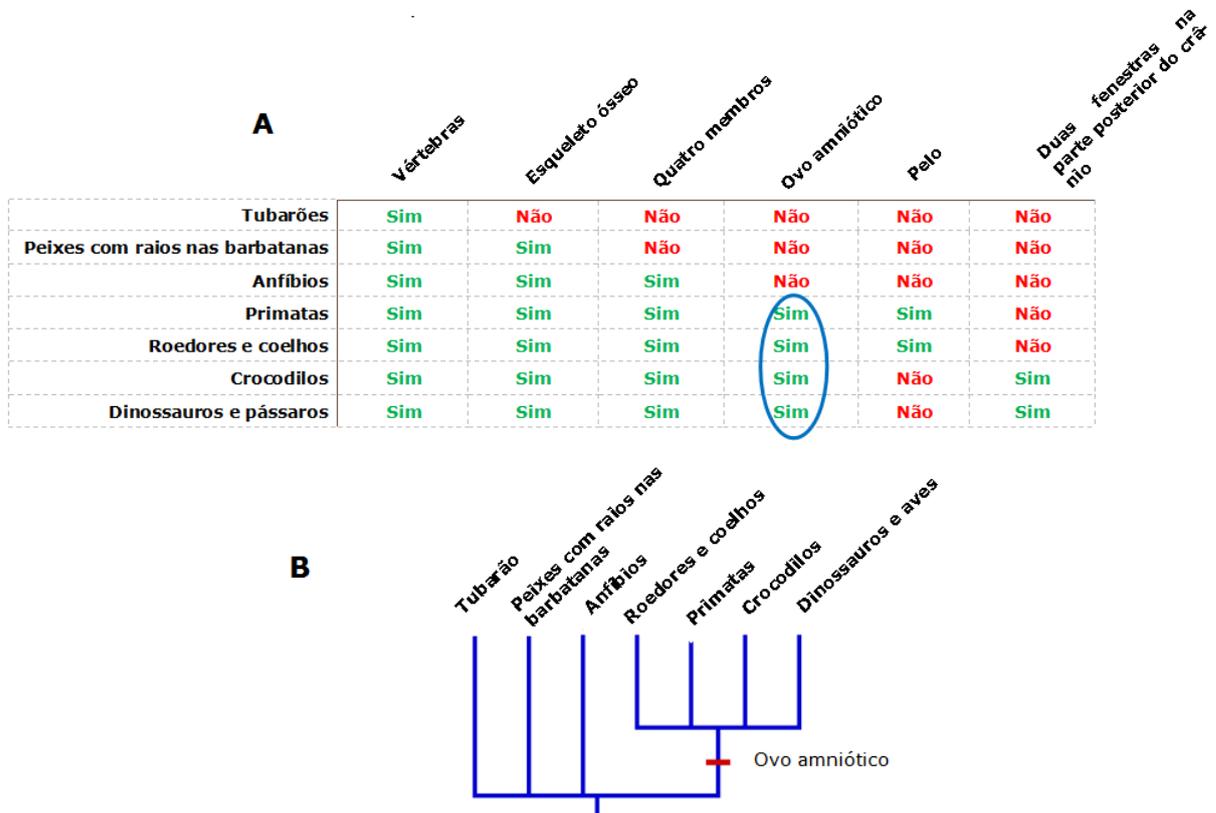
A partir do levantamento das apomorfias, deve-se definir o posicionamento da raiz com base na determinação de pelo menos um grupo externo, ou seja, de pelo menos uma linhagem que não faça parte das linhagens de interesse (grupos internos). A escolha do grupo externo não é simples. Em geral é um grupo aparentado dos grupos internos de interesse, mas que surgiu antes na história evolutiva (LOPES; HO, 2012).

4. **Agrupar táxons por sinapomorfias.** Observando quais são os caracteres relacionados ao grupo externo e os caracteres ancestrais, pode-se começar examinando a característica “ovo”. Foca-se no grupo de linhagens que compartilham a forma sinapomórfica desse caráter, um ovo amniótico (A), e levanta-se a hipótese de que eles formam um clado (B) (Figura 6).

<sup>9</sup> Disponível em: [https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics\\_07](https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics_07)). Acesso em 10 abr. 2020.

<sup>10</sup> Disponível em: [https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics\\_07](https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics_07)). Acesso em 10 abr. 2020.

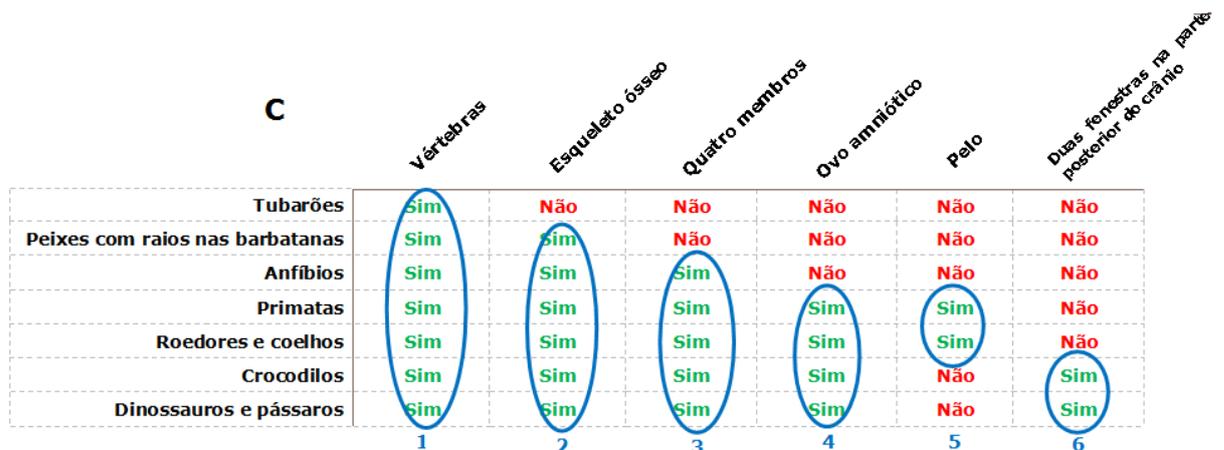
Figura 6. Etapa 4 (A e B) na construção da árvore filogenética do grupo dos vertebrados.



Fonte: Adaptado de “University of California Museum of Paleontology, 2020<sup>11</sup>.”

5. Passa-se por toda a tabela assim, agrupando clados de acordo com sinapomorfias (C). Cada grupo é um subconjunto (Figura 7):

Figura 7. Etapa 5 (C) na construção da árvore filogenética do grupo dos vertebrados.



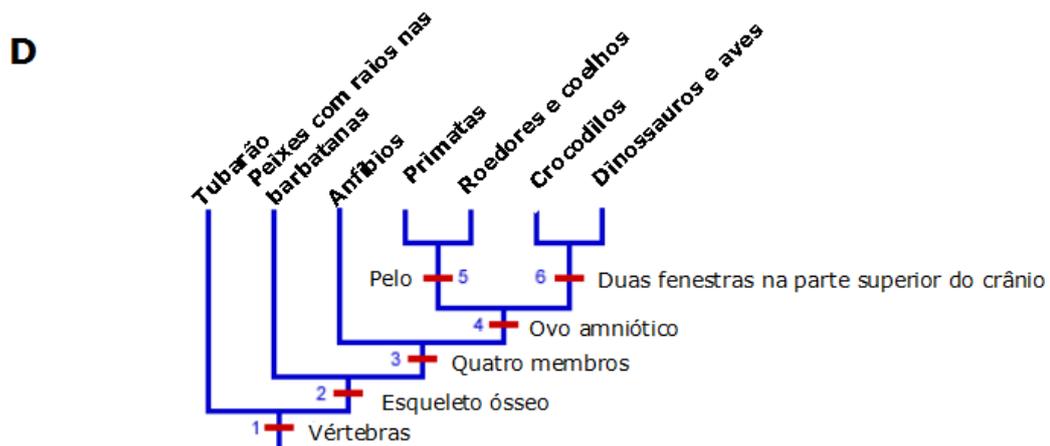
Fonte: Adaptado de “University of California Museum of Paleontology, 2020<sup>12</sup>.”

<sup>11</sup> Disponível em: [https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics\\_07](https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics_07). Acesso em 10 abr. 2020.

<sup>12</sup> Disponível em: [https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics\\_07](https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics_07). Acesso em 10 abr. 2020.

6. Após esse levantamento, inicia-se a construção da árvore (D) em um processo que pode variar o número de passos. Isso vai depender da quantidade de sinapomorfias compartilhadas pelo grupo (Figura 8):

**Figura 8.** Etapa 6 (D) na construção da árvore filogenética do grupo dos vertebrados.



Fonte: Adaptado de “*University of California Museum of Paleontology*, 2020<sup>13</sup>.”

Obviamente, este foi apenas um exemplo do processo de construção de filogenias. As árvores filogenéticas geralmente são baseadas em muito mais caracteres e geralmente envolvem mais linhagens (*UNIVERSITY OF CALIFORNIA MUSEUM OF PALEONTOLOGY*, 2020).

### 2.3 Sistemática Filogenética e ensino

Ensinar Biologia exige que professor e aluno lidem com uma série de termos complexos, de difícil compreensão (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018).

Assim, são poucos os trabalhos realizados e que se preocupam com a melhoria do ensino dessa disciplina. Apenas 18,4% de todos os trabalhos analisados por Teixeira (2008) retratam sobre “Conteúdos e métodos” e, particularmente, apenas 5% tratam sobre evolução em relação às áreas de conteúdo específicos estudados. Nessa pesquisa, não é descrita nenhum trabalho relacionado a Sistemática Filogenética.

Especificamente relacionado ao ensino de Sistemática, os métodos para classificar os seres vivos sofreram várias modificações ao longo dos tempos, todavia, o ensino da

<sup>13</sup> Disponível em: [https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics\\_07](https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics_07). Acesso em 10 abr. 2020.

diversidade biológica no ensino médio não seguiu essas modificações (AMORIM *et al.*, 1999). Observa-se que em sala de aula que a biodiversidade é apresentada como um conjunto de organismos isolados e imutáveis, mais de acordo com o ponto de vista de Aristóteles e Lineu (FERREIRA, *et al.*, 2008).

A pequenos passos, verificam-se esforços em se proporcionar aos alunos a experiência do estudo de filogenia. O “Currículo do Estado de São Paulo, em articulação com a BNCC” apresentado no documento Guia de Transição de Biologia, aborda sobre a “Diversidade da vida – o desafio da classificação biológica” e “Bases biológicas da classificação”. Logo no 1º bimestre, é proposto o conteúdo “relações de parentesco entre seres: árvores filogenéticas” para o desenvolvimento das habilidades: construir e interpretar árvores filogenéticas; reconhecer relações de parentesco evolutivo entre grupos de seres vivos e diferenciar a classificação lineana da classificação filogenética.

As dificuldades no ensino de Sistemática Filogenética não estão presentes apenas na ausência de pesquisas voltadas com este propósito ou nas orientações curriculares. Nota-se, também e de uma forma geral, que os professores têm dificuldade em interpretar e usar a ferramenta árvore filogenética, mesmo reconhecendo a sua importância. Assim, existe a necessidade de contribuir para uma reflexão da prática pedagógica do professor (COUTINHO, 2013).

Evidentemente, de forma alguma, pode-se responsabilizar os professores pelas problemáticas no ensino do referido tema. Em muitos casos, sua formação na graduação não contemplou os conceitos da Sistemática Filogenética. Porém, é relevante citar que “[...] os professores precisam dominar conceitos e informações que não estão na formação usual dos cursos de licenciatura de Ciências Biológicas” (AMORIM, 2008). E, como uma possibilidade de melhorar a situação do ensino de filogenia, é a disponibilização de cursos de formação ao professor<sup>14</sup>, resultando na mudança de paradigma no ensino (AMORIM, 2008).

Ainda, segundo o trabalho de Lopes (2008), os problemas existentes ao ensinar Sistemática Filogenética aos alunos do ensino médio estão relacionados com a falta de atividades práticas sobre o assunto, como a construção de cladogramas que não é trabalhada já na graduação.

Quando o professor desenvolve atividades lúdicas, nas quais o aluno se sente desafiado pelo jogo do conhecimento, o aluno é instigado ou desafiado a participar e questionar (BRASIL, 2000). Conceitos complexos, como no caso de Classificação e Evolução quando

---

<sup>14</sup> Como exemplo, a formação aos professores realizada pelo PROFBIO.

apresentados por meio de uma sequência didática bem elaborada, torna o conteúdo mais atrativo e de fácil compreensão despertando a curiosidade e a motivação do aluno, deixa a aula mais interativa e conseqüentemente há um aprendizado significativo (ALENCAR *et al.* 2015).

Dessa forma, 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 (COBERN, 1996).

Desenvolver o estudo sobre filogenia enriquece o entendimento da história evolutiva dos seres (ARAÚJO, 2017) e, além de contribuir para a aprendizagem da teoria evolutiva, pode resolver algumas concepções errôneas que os alunos adquirem em sua formação por meio de informações divulgadas em meios como a televisão, sites de internet, entre outros (SANTOS; CALOR, 2007).

### 2.3.1 Sistemática Filogenética nos livros didáticos

Atualmente, no Estado de São Paulo, o material de orientação a ser utilizado em sala de aula pelos professores do Ensino Médio e, especificamente, da Biologia, é o Guia de Transição da Área de Ciências da Natureza e elaborado pela Coordenadoria de Gestão da Educação Básica (CGEB), órgão da Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo. Como já apresentado no capítulo “Sistemática Filogenética e ensino”, embora não seja de fato um livro didático, ele apresenta propostas de atividades para os temas/contéudo a serem desenvolvidos para cada componente curricular e série.

Portanto, como recurso didático sugerido para desenvolver o conteúdo “Relações de parentesco entre os seres: árvore filogenéticas”, apresenta-se uma proposta de atividade denominada “Relações de parentesco entre os seres – Árvore filogenética”. Nessa atividade, são propostas, além de leituras de textos encontrados em livros didáticos<sup>15</sup>, o acesso a *sites* da internet como o *Khan Academy* para posterior construção de árvore filogenética baseada no material disponível no *site* mencionado.

Além deste material, na escola onde o presente trabalho foi realizado, os professores contam com outro recurso didático para as aulas de Biologia, o livro da coleção “Bio” de Sônia Lopes e Sérgio Rosso. Para desenvolver o tema Evolução e Sistemática Filogenética com os alunos da 3ª série do EM, é preciso que os professores se utilizem do Livro 2, referente a 2ª série do Ensino Médio<sup>16</sup>. Esta coleção foi escolhida pelos professores da escola pelo Programa

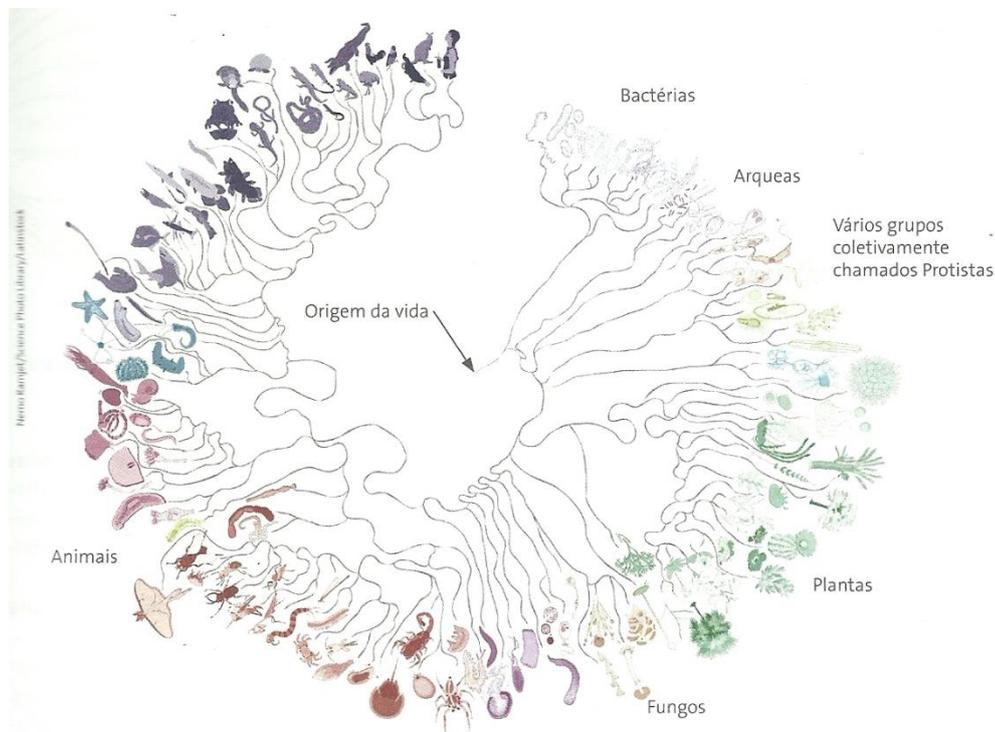
<sup>15</sup> O material não especifica os textos para realização de leitura.

<sup>16</sup> Os currículos nacional e paulista apresentam divergências quanto aos temas/contéudo a serem abordados.

Nacional do Livro Didático (PNLD) no ano de 2017 e seu uso estará disponível para até o final de 2020.

Especificamente sobre o tema Sistemática Filogenética, este é iniciado na Unidade 1 – “Sistemática, vírus, procariontes, protistas e fungos”, página 10. Logo, o capítulo 1 – “Evolução e classificação” é abordado apresentando-se uma representação artística (Figura 9) como uma “árvore da vida” seguida de um questionário “Pense nisso” para verificação dos conhecimentos dos alunos.

**Figura 9.** Imagem utilizada na apresentação do Capítulo 1.



**Figura 1.1.** A origem da vida é única. A partir dos primeiros seres evoluíram todos os demais. Essa representação artística de uma “árvore da vida” mostra essas relações de ancestralidade e descendência evolutiva. O ponto central representa o primeiro grupo de seres vivos, que é o ancestral comum de todos os demais organismos. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Representação artística de uma “árvore da vida” apresentada no início da abordagem sobre os temas evolução e classificação. Fonte: Lopes, S; Rosso, S., 2016.

Na sequência, no sub-capítulo 1, conceitos da “Taxonomia e sistemática” abordam-se o Sistema de Lineu, suas hierarquias taxonômicas e o conceito biológico de espécie.

Já na página 14, é possível ter “Noções de sistemática filogenética”. Neste sub-capítulo, apresenta-se Willi Hennig, que, com a divulgação de seus trabalhos, fez com que a cladística ganhasse a preferência dos pesquisadores. Comenta-se sobre as diferenças entre a

escola filogenética e a escola evolutiva. Ainda, são abordados, de forma básica, os processos de cladogênese e anagênese também por meio de uma imagem demonstrando um esquema de formação de espécies a partir destes dois fenômenos.

Os cladogramas são estudados no sub-capítulo seguinte, página 15. Faz-se uma apresentação de um cladograma e os termos mais empregados para identificar suas partes (raiz, nó, ramo, terminais). Comenta-se sobre “grupos-irmãos”, estruturas homólogas e análogas. O sub-capítulo ainda orienta o usuário a realizar uma leitura de um cladograma a partir da análise de uma imagem contendo um cladograma hipotético de parentesco ente cinco grupos de organismos na página 17.

Dando continuidade, na página 18, demonstra-se uma representação da relação filogenética entre alguns grupos de animais, fazendo-se comparação com a classificação tradicional (lineana). Também, é possível realizar a leitura de um texto que comenta sobre a sistemática como uma área em modificação.

Encerra-se o capítulo com um tema para discussão “Exemplos práticos da importância dos conhecimentos sobre sistemática filogenética”, a atividade “Ampliando e integrando conhecimentos” e “Testes”, exercícios interpretativos sobre o conteúdo abordado.

## 2.4 Evolução e ensino

Para promover um ensino/aprendizagem coerente em biologia, em especial, na área da sistemática [...] é necessário entender a dinâmica da vida orientada pelo processo evolutivo (LOPES; FERREIRA; STEVAUX, 2007).

Entretanto, as grandes mudanças em relação à compreensão da evolução biológica não chegaram ao ensino. Este é realizado retirando-se a conexão existente entre as espécies e fundamentado na memorização. Posto que, quanto mais a mudança de paradigmas segue em direção à comunidade reprodutora (escola), mais difícil é a substituição dos paradigmas antigos (AMORIM, 2008).

Também, segundo o mesmo autor, mesmo o conceito sobre evolução não sofrer questionamentos pela comunidade científica no momento, ainda assim, a compreensão de alguns aspectos da teoria da evolução é limitada, levando à baixa motivação de professores, que possuem uma *práxis* essencialista e idealista e, conseqüentemente aos alunos.

O tema evolução explica a diversidade da vida (TIDON, VIEIRA, 2009). Ao ser desenvolvido, este assunto deve ser abordado com um enfoque “ecológico-evolutivo” e articulação com outras áreas (OLEQUES *et al.* 2012). E, embora os professores reconheçam a

importância da evolução biológica como eixo integrador dos conteúdos da biologia, na prática, desenvolvem-na ainda como numa lista de conteúdo.

Segundo Oleques *et al.* (2012), as razões para tal postura são as mais diversas, como dificuldades no ensino do referido tema, o material didático utilizado, crenças do próprio professor e tempo disponível. “[...] a evolução é relegada ao último ano (e, muitas vezes, últimas semanas) do ensino médio.” (TIDON; LEWONTIN, 2004).

Além dessas respostas outras explicações também são apresentadas como responsáveis pela defasagem no ensino da teoria evolutiva:

Falhas na formação dos professores, más condições de trabalho, defasagens nos materiais didáticos, ausência de materiais de divulgação científica, distorções nas informações veiculadas pela mídia. É nestes problemas que alguns pesquisadores encontram respostas para o fato de determinados conhecimentos científicos não se apresentarem nas escolas como esperado [...] (PIOLLI, DIAS, 2004).

Para os referidos autores, conseqüentemente, o resultado é uma abordagem fragmentada, conteudista e memorística. [...] é uma situação preocupante, em especial porque pesquisas recentes apontam que a teoria evolutiva tem baixos índices de compreensão e pouca credibilidade fora do meio acadêmico.

Similarmente, em uma pesquisa realizada por Tidon e Lewontin (2004) com professores do ensino médio de uma escola em Brasília, apontou-se os mesmos problemas para o ensino de evolução biológica. Quanto aos “[...] padrões e processos evolutivos, quase a metade dos professores entrevistados demonstrou concepções lamarckistas, ao afirmar que a evolução biológica é direcional, progressista, e que ocorre em indivíduos (ao invés de populações).”

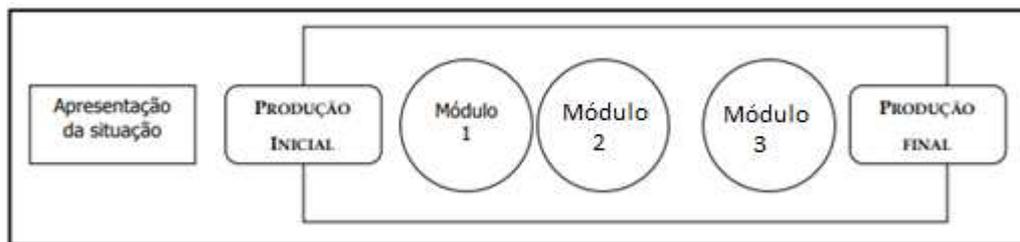
## 2.5 Sequências didáticas

A sequência didática (SD) é um tema bastante fértil tanto por ser um instrumento de planejamento do ensino, quanto para a investigação do trabalho docente. É um método onde, a aprendizagem ocorre por unidades, e apresenta atividades estruturadas para realização de certos objetivos educacionais (ZABALA, 1998; GIORDAN *et al.*, 2011) sendo mais efetiva aos estudantes.

Também, “a sequência didática é uma forma de organização do trabalho pedagógico que permite antecipar o que será focado em um espaço de tempo que é variável em função do que os alunos precisam aprender, da mediação e do constante monitoramento que o professor faz para acompanhar os alunos, por meio de atividades de avaliação durante e ao final da sequência didática” (PESSOA, 2017).

Segundo Dolz, Noverraz, Schneuwly (2001), a estrutura de base de uma sequência didática pode ser representada pelo esquema demonstrado na Figura 10.

**Figura 10.** Esquema de uma sequência didática



Fonte: Adaptado de Dolz, Noverraz, Schneuwly (2001).

Segundo este esquema, a SD ocorre da seguinte forma: o professor apresenta qual é a atividade a ser realizada, a sua importância e aponta que na sua realização haverá a elaboração de um produto. Na sequência, o aluno produz algum tipo de material e é a partir desta primeira produção que o professor verifica como o aluno entende o assunto e se há necessidade de ajustar as atividades da SD a partir da realidade constatada.

Desenvolvendo as atividades da SD, o conteúdo é praticado de forma sistemática e aprofundada, o problema inicial é trabalhado em níveis diferentes. Ao final, é realizada uma produção que pode ser utilizada como uma avaliação de verificação dos conhecimentos obtidos pelos alunos com a aplicação da SD.

Ainda, a realização da sequência didática necessita de atividades práticas e lúdicas que permitem aos estudantes construir novos conhecimentos (BASTOS *et al.*, 2017).

Logo, graves problemas educacionais relacionados ao uso indiscriminado do livro-texto e que geram carências a uma população estudantil podem ser corrigidos e superados com a utilização do método que vise a elaboração de um produto efetivo e possível de ser utilizado nas escolas (RICHARDSON, 2012).

Dessa forma, com a elaboração de sequências didáticas, o professor proporciona ao aluno a realização de conexões entre o conhecimento científico e o entendimento de seu

cotidiano além de adequar as diretrizes curriculares através do planejamento de suas ações pedagógicas.

### **3. Objetivo geral**

Contribuir com o trabalho do professor nas aulas de Biologia sobre o tema Sistemática Filogenética a alunos do Ensino Médio através do desenvolvimento de uma sequência didática presente em um produto pedagógico que permita a identificação de caracteres em táxons, a elaboração de matriz de caracteres e a construção de árvores filogenéticas.

#### **3.1 Objetivos específicos**

- Elaborar um produto pedagógico que ofereça subsídios ao professor quando desenvolver o conteúdo sobre Sistemática Filogenética;
- Elaborar uma sequência didática a ser aplicada pelo professor aos alunos da 3ª série do Ensino Médio sobre Sistemática Filogenética;
- Aplicar, avaliar e discutir a sequência didática proposta.

### **4. Métodos**

#### **4.1 Tipo da pesquisa**

Este trabalho foi realizado por meio da pesquisa empírica experimental qualitativa que, segundo Rosa (2013), “caracteriza-se como uma intervenção na realidade cuja avaliação faz uso de instrumentos de coleta que fazem a recolha dos registros do tipo que se presta mais a uma análise de natureza qualitativa.”

#### **4.2 Elaboração da Sequência Didática**

A sequência didática elaborada teve como foco o ensino de conceitos sobre evolução e cladística aos alunos da 3ª série do Ensino Médio. Assim, foi desenvolvida por meio do programa *Microsoft Publisher (Microsoft)* (APÊNDICE E) e possui uma apresentação ao professor e/ou usuário do material, sumário, introdução à Sistemática Filogenética abordando

os pontos importantes ao longo da história na elaboração de possíveis métodos que demonstrem as relações de parentesco entre os seres vivos, uma abordagem dos conceitos principais sobre o tema para o professor desenvolver com os alunos e um manual contendo um "passo-a-passo" para construção de uma árvore filogenética.

No “Material do Aluno”, os estudantes são informados sobre o objetivo da atividade. Logo, são apresentadas as questões que compõem o questionário individual (pré e pós-teste). Na sequência, os seres hipotéticos que, após sua observação, serão utilizados para elaboração de lista de estado de caracteres que estes seres apresentam para o preenchimento de uma matriz de caracteres para, enfim, elaborarem a árvore filogenética. Optou-se em manter o diagrama da árvore filogenética no exercício que propõem a sua construção (APÊNDICE E, p. 21). Ao final, constam as respostas esperadas para a resolução da proposta.

### **4.3 Local, sujeitos e cronograma da pesquisa**

O trabalho foi realizado com 77<sup>17</sup> estudantes da 3ª série do Ensino Médio das turmas A, B, C de uma escola pública localizada no município de Hortolândia/SP. Para efeito de verificação da viabilidade da proposta de atividade (SD) e seu impacto na compreensão dos conceitos da Sistemática Filogenética pelos alunos, estabeleceu-se a turma A como referência e as turmas B e C as que testariam a SD.

A atividade elaborada foi aplicada logo no início do 1º bimestre quando no Currículo do Estado de São Paulo – Ciências da Natureza - Biologia, é sugerido no tópico “Diversidade da vida – O desafio da classificação biológica”, o desenvolvimento especificamente do conteúdo “Relações de parentesco entre seres – árvores filogenéticas” e das habilidades: 1- Identificar e comparar os grandes grupos de seres vivos a partir de características distintas; 2- Construir e interpretar árvores filogenéticas e 3- Reconhecer relações de parentesco evolutivo entre grupos de seres vivos.

Iniciaria-se a aplicação da proposta aos 03 de março, porém, houve paralisação de professores no referido dia. Ainda, como é de conhecimento de todos, em razão do estado de pandemia decretado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) aos 12 de março do corrente ano, as aulas foram suspensas para mitigar a propagação do vírus COVID-19. Assim, todas as

---

<sup>17</sup> Com a aprovação pelo Comitê de Ética por meio do Certificado de Apresentação para Apreciação de Ética (CAAE) sob número 13427019.1.0000.5404. Os alunos receberam orientações e assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (APÊNDICE A), e seus responsáveis o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B).

turmas responderam o questionário inicial pré-teste, porém, apenas a 3ª B desenvolveu a atividade de construção de uma árvore filogenética proposta no produto elaborado.

A atividade foi planejada para ser desenvolvida ao longo de 6 semanas, sendo duas aulas por semana cada turma segundo cronograma apresentado no Quadro 2. As atividades que foram efetivamente realizadas estão em destaque (vermelho).

Em relação à turma A (referência), após a aplicação do questionário inicial pré-teste, a professora iniciou a proposta de abordagem sobre Sistemática Filogenética de forma diferenciada, utilizando-se o livro “Bio”, volume 2 de Sônia Lopes e Sérgio Rosso:

- Abordagem sobre o tema a partir da leitura dos textos presentes nas p. 14 a 18;
- Observação dos cladogramas presentes nas p. 93 e p. 161 (Anexo I);
- Resolução dos exercícios 2 e 3, p. 22 e 23 (Anexo II).

Cabe destacar que, embora a turma A tenha sido escolhida para servir como referência, ao final também desenvolveria a SD, sem prejuízo de conteúdo.

**Quadro 2.** Cronograma das ações voltadas às turmas 3ªA, B e C.

<b>Semana 1 – 02 aulas</b>			
<b>Turma</b>	<b>3ª A</b>	<b>3ª B</b>	<b>3ª C</b>
<b>Data</b>	<b>03 de março</b>	<b>03 de março</b>	<b>05 de março</b>
<b>Objetivos</b>	<b>PARALISAÇÃO DOS PROFESSORES</b>		- Apresentação do tema; -Aplicação do questionário individual inicial (pré-teste).
<b>Semana 2 – 02 aulas</b>			
<b>Data</b>	<b>10 de março</b>	<b>10 de março</b>	<b>12 de março</b>
<b>Objetivos</b>	- Apresentação do tema; - Aplicação do questionário individual inicial (pré-teste); - Explicação do conteúdo utilizando-se o livro didático.	- Apresentação do tema; - Aplicação do questionário individual inicial (pré-teste); - Divisão da sala em grupos colaborativos e aplicação da atividade de construção do cladograma.	- Conclusão da aplicação da atividade de construção do cladograma.
<b>Semana 3 – 02 aulas</b>			
<b>Data</b>	<b>17 de março</b>	<b>17 de março</b>	<b>19 de março</b>
<b>Objetivos</b>	- Resolução e devolutiva dos exercícios do livro; - Reaplicação do questionário individual inicial (pós-teste).	- Devolutiva sobre a atividade de construção do cladograma; - Reaplicação do questionário individual inicial (pós-teste).	- Devolutiva sobre a atividade de construção do cladograma; - Reaplicação do questionário individual inicial (pós-teste).
<b>Semana 4 – 02 aulas</b>			
<b>Data</b>	<b>24 de março</b>	<b>24 de março</b>	<b>25 de março</b>
<b>Objetivos</b>	- Análise e comparação pelos alunos de suas respostas ao questionário individual inicial; - Divisão da sala em grupos colaborativos e aplicação da SD.	- Análise e comparação pelos alunos de suas respostas ao questionário individual inicial; - Fechamento da atividade com realização de apontamentos pela professora.	- Análise e comparação pelos alunos de suas respostas ao questionário individual inicial; - Fechamento da atividade com realização de apontamentos pela professora.
<b>Semana 5 – 02 aulas</b>			
<b>Data</b>	<b>31 de março</b>	<b>31 de março</b>	<b>01 de abril</b>
<b>Objetivos</b>	- Conclusão da aplicação da SD.	- Continuidade ao desenvolvimento das habilidades do Currículo.	- Continuidade ao desenvolvimento das habilidades do Currículo.
<b>Semana 6 – 02 aulas</b>			
<b>Data</b>	<b>07 de abril</b>	<b>07 de abril</b>	<b>09 de abril</b>
<b>Objetivos</b>	- Devolutiva sobre a SD; - Fechamento da atividade.	- Continuidade ao desenvolvimento das habilidades do Currículo.	- Continuidade ao desenvolvimento das habilidades do Currículo.

Em destaque (vermelho), estão as ações realizadas dentro do cronograma elaborado. Fonte: Elaborado pela autora.

### **4.3.1 Instrumentos de coleta de dados**

#### **4.3.1.1 Questionário individual pré e pós-teste**

O questionário utilizado neste trabalho solicitou apenas informações que não necessitassem de fontes a serem pesquisadas e foi relevante para o desenvolvimento da pesquisa, seguindo assim as premissas de Rosa (2013).

Os alunos responderam a três perguntas em um tempo entre 10 a 15 minutos:

1- “O que você entende sobre o termo “ancestral comum?”;

2- “Há espécies mais evoluídas do que as outras? Explique.” e

3- “Você concorda que nós, seres humanos, somos descendentes dos macacos?

Explique.”

Na questão 1, espera-se que o aluno compreenda o “conceito de ancestralidade comum entre espécies”, já que a partir desse ancestral em comum é que se originam duas novas espécies semelhantes (descendência com modificação) demonstrando as relações de parentesco.

Na questão 2, espera-se que os alunos compreendam o conceito de que nenhuma espécie é mais evoluída do que a outra, nem melhor ou pior, e sim, que existem espécies derivadas a partir de um ancestral em comum, espécies que estão em determinado momento devidamente adaptadas ao meio em que vivem.

A questão 3 aborda não só a ancestralidade comum, mas também a evolução, com foco na evolução humana. Espera-se dos alunos o entendimento de que nós seres humanos não somos descendentes dos macacos, e sim, compartilhamos um ancestral em comum.

O questionário deveria ter sido retomado após a aplicação da SD para comparação e análise das respostas dadas pelos alunos.

#### **4.3.1.2 Observação participante**

A observação participante aconteceu deste a breve apresentação do tema no início da aula e problematização do tema pela professora. Ainda, ao longo de toda SD, desde a aplicação do questionário individual (pré-teste), na elaboração da árvore filogenética pelos alunos e aconteceria na devolutiva dos resultados obtidos. As observações realizadas foram registradas em caderno de campo da professora.

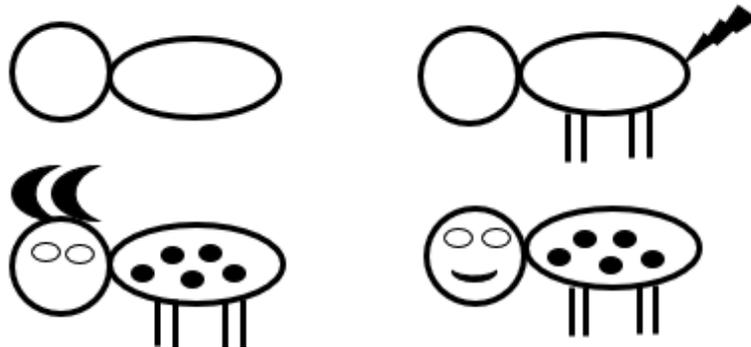
#### 4.4 Aplicação da atividade de construção de cladograma

Após a abordagem inicial realizada pela professora (APÊNDICE C), ocorreu a aplicação do questionário individual (pré-teste) para as 3<sup>as</sup> séries A, B e C. Não foi possibilitada a comunicação entre os mesmos durante sua resolução. Também não houve interferência da professora pesquisadora durante a coleta dos dados, salvo os momentos em que os alunos solicitavam ajuda em relação à interpretação das questões.

Após a aplicação do questionário individual (pré-teste), os alunos da 3<sup>a</sup> série B, divididos em grupos colaborativos, receberam folhas contendo a proposta de atividade.

Assim, os alunos da 3<sup>a</sup> B fizeram a observação de organismos hipotéticos que apresentam certas condições de estado de caracteres (Figura 11), verificando as possíveis sinapomorfias existentes entre eles.

**Figura 11.** Grupo de organismos hipotéticos criados para desenvolvimento da SD.



Fonte: Elaborado pela autora

Na sequência, foi solicitado que os alunos nomeassem estes indivíduos e fizessem uma lista indicando os caracteres, ou seja, as características anatômicas que estão presentes nos organismos e em quais deles elas aparecem (Figura 12).

**Figura 12.** Tabela para preenchimento dos caracteres e em quais organismos apresentam determinados caracteres.

<b>Caracteres</b>	<b>Organismos</b>
Pernas	A, B, C *

Neste exemplo, os organismos foram identificados pelas letras do alfabeto “A”, “B” e “C”, mas os alunos preenchem a tabela utilizando-se dos nomes que eles criaram aos seres hipotéticos. Fonte: Elaborado pela autora.

Após, preencheram uma matriz dos caracteres, indicando os táxons e a presença de plesiomorfias e apomorfias (Figura 13).

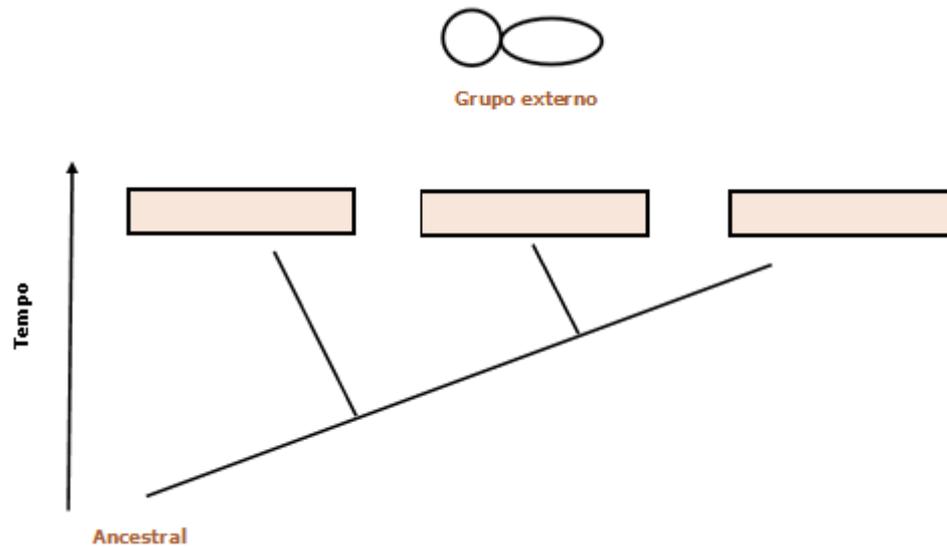
**Figura 13.** Tabela para preenchimento dos caracteres e em quais organismos aparecem.

<b>Caracteres</b> <b>Grupo</b>	<b>PERNAS</b>					
Grupo Externo (GE)	0					
A*	1					
B*	1					
C*	1					
Agrupamento	ABC*					

Neste exemplo, os organismos foram identificados pelas letras A”, “B” e “C”, mas os alunos preenchem a tabela utilizando-se dos nomes que criaram aos seres hipotéticos. Já no agrupamento, utilizarão as iniciais dos nomes de seus seres. Fonte: Elaborado pela autora.

Ainda, após esse levantamento de dados, os alunos construíram árvores filogenéticas que indicaram a possível relação de parentesco entre os organismos estudados (Figura 14).

**Figura 14.** Diagrama onde os alunos elaboraram sua árvore filogenética.



Fonte: Elaborado pela autora.

Cabe ressaltar que ao longo de todo o processo, desde a observação dos organismos hipotéticos até a elaboração das árvores filogenéticas, a professora apenas monitorou a realização da atividade pelos alunos, auxiliando apenas quando necessário.

Com a conclusão dessa etapa, pelos motivos que já foram expostos, a professora faria a devolutiva da atividade realizada, reforçando os conceitos de ancestral comum, grupo externo, caractere, estado de caracteres, plesiomorfias, sinapomorfias, descendência com modificação, táxons, entre outros. Verificaria também possíveis dificuldades que os alunos tiveram para realizá-la.

Como prosseguimento à SD, a professora devolveria aos alunos o questionário individual com as três perguntas que responderam no início da atividade para que as refizessem (pós-teste). Após, o próprio aluno faria a análise e comparação das respostas dadas por ele às questões pré-teste (antes da aplicação da atividade de construção do cladograma) e pós-teste (após a aplicação da atividade de construção do cladograma).

Encerraria-se a proposta de atividade com a professora realizando questionamentos aos alunos: “Como vocês conseguiram elaborar o cladograma?”, “Quais foram as dificuldades encontradas durante o processo de construção da árvore?”, “Será que os seres analisados são tão diferentes assim?”, “Quais foram as impressões obtidas com a realização da atividade?”, entre outras questões. Esclareceria-se também pontos necessários diante as lacunas de aprendizagem que possam ter sido evidenciados com a comparação das respostas aos

questionários individual. Dessa forma, os alunos realizariam reflexões sobre o tema, obtendo aprendizado sobre este, objetivo maior da aplicação da SD.

Quanto à turma A (referência), após a aplicação do questionário inicial pré-teste, a professora realizou a proposta de atividade com auxílio do livro “Bio”, volume 2 de Sônia Lopes e Sérgio Rosso, desenvolvendo brevemente os conceitos da Sistemática Filogenética presentes no Capítulo 1, p. 14 a 18.

Solicitaria-se aos alunos que verificassem o “Cladograma simplificado das plantas” p. 93 – Capítulo 6 e ainda o “Esquema das prováveis relações filogenéticas entre os nove filos animais que serão estudados nesta unidade” p. 161 – Capítulo 9 (Anexo I).

Dando prosseguimento, os alunos resolveriam os exercícios 2 e 3 p. 22 e 23 e após, a professora faria a devolutiva destes exercícios. Por fim, reapplicaria o questionário individual (pós-teste) para análise e comparação do entendimento dos alunos antes e depois da realização da atividade realizada.

Para que os alunos da 3ª série A não tivessem prejuízos de conteúdos e aprendizagem, a professora aplicaria a mesma atividade de construção do cladograma realizada com a turma B, finalizando assim a proposta.

## **4.5 Procedimentos de análises dos dados**

### **4.5.1 Análise de conteúdo**

Os dados obtidos com a aplicação do questionário individual (pré-teste) foram analisados de forma qualitativa e seguindo o método da análise de conteúdo de Bardin (1977) (APÊNDICE D), tendo em vista sua ampla utilização e popularidade nas pesquisas na área de educação.

O método de análise de conteúdo ocorre por meio de documentos e ao longo de três etapas:

**1. Pré-análise:** nela, basicamente há a organização das ideias iniciais, escolha e exploração dos documentos a serem analisados e elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final. Esta fase compreende:

a) **Leitura flutuante:** é o primeiro contato com os documentos, momento em que se começa a conhecer os textos e demais fontes a serem analisadas;

b) Escolha dos documentos: consiste na definição do “conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (BARDIN, 1977, p. 96) - *corpus*. Para a constituição dessa fase, implica-se a escolha de regras como:

- Regra da exaustividade: após a escolha do *corpus*, nada do que for relacionado a ele poderá ser deixado de fora;
- Regra da representatividade: uma amostra pode ser utilizada para análise desde que seja representativa do estudo realizado;
- Regra da homogeneidade: utilizada quando o objetivo é atingir resultados globais ou realizar comparações entre si. Devem obedecer a critérios precisos e semelhantes e
- Regra da pertinência: os documentos selecionados enquanto fontes de informação devem ser relacionados ao estudo.

c) Formulação das hipóteses e objetivos: a partir da leitura inicial dos dados e, embora a formulação de suposições não seja obrigatória, sua “origem é a intuição e que permanece em suspenso enquanto não for submetida à prova de dados seguros.” (BARDIN, 1977, p. 98);

d) A referenciação dos índices e a elaboração de indicadores: Segundo BARDIN, 1977, através do “recorte do texto em unidades comparáveis de categorização para análise temática” será possível interpretar o material coletado.

e) Preparação do material: “Trata-se de uma preparação material e, eventualmente, de uma preparação formal (edição)” (BARDIN, 1977, p. 100).

**2. Exploração do material:** fase de “*operações de codificação*”, longa e cansativa que levará a tomadas de decisões a partir da análise documental que “tem por objetivo dar forma conveniente e representar de outro modo essa informação, por intermédio de procedimentos de transformação” (BARDIN, 1977, p. 45) e

**3. Tratamento dos resultados obtidos e interpretação:** codificação do material com regras específicas para “facilitação do acesso ao observador, de tal forma que este obtenha o máximo de informação.” (BARDIN, 1977, p. 45) significativa e válida.

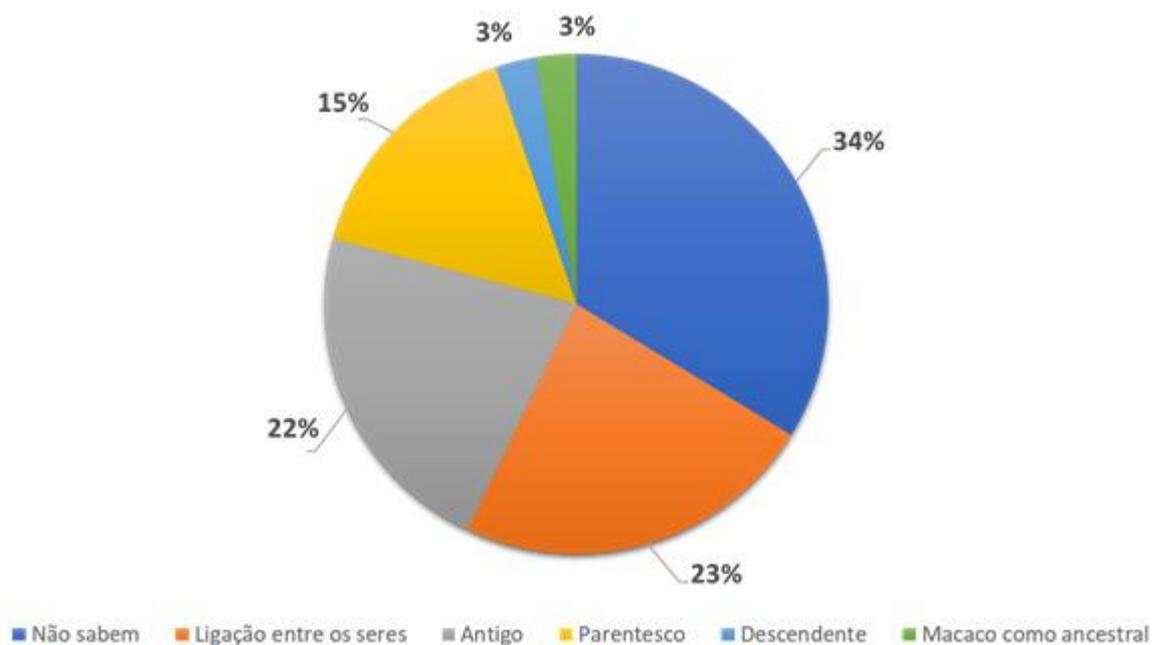
## 5. Resultados e discussão

### 5.1 Da aplicação do questionário pré-teste

O questionário individual (pré-teste) possibilitou alcançar uma variedade de impressões e percepções que os diversos grupos possuem em relação às variáveis de estudo (APÊNDICE D) demonstradas a seguir:

#### a) Questão 1 “O que você entende sobre o termo ancestral comum? Explique.”:

**Figura 15.** Distribuição das respostas dos alunos para a questão 1 do questionário individual (pré-teste).



Fonte: Elaborado pela autora.

Dezoito alunos (23,4%) relacionaram “ancestral comum” com “ligação” entre os seres vivos. Verificou-se essa afirmação nas seguintes falas: A4 “*Algo que as pessoas têm em comum, uma conexão, algo que se relaciona.*”<sup>18</sup> e A67 “*Que todos nós seres vivos temos ligação em comum.*” e não explicam qual seria esse tipo de ligação.

Para 17 alunos (22%), o termo “ancestral comum” é sinônimo de “antigo”. Por exemplo: A72 “*São parentescos antigos de nossa família, não avós, mas sim bisavós e até tatara-avós, pessoas muitos antigas que vieram muitos anos atrás.*” Também, A59 “*Para mim,*

<sup>18</sup> As respostas dos alunos foram transcritas literalmente, mantendo-se os erros ortográficos e de linguagem.

*ancestral comum é um termo utilizado para um “antecedente” que tem algo em comum com o ser humano.”.*

Doze alunos (15,5%), apresentam entendimento mais próximo do conceito mais aceito para o termo “ancestral comum” e citaram que: A28 *“Na minha opinião, significa que dois ou mais seres evoluídos compartilham do mesmo ancestral, ou seja, surgiram a partir de um ancestral.”* ou ainda A57 *“O ancestral comum é tipo uma espécie que dá início a outra, uma espécie que tem coisas em comum.”.*

Apenas 2 alunos (2,6%) acreditam que o termo “ancestral comum” significa “descendente”: A6 *“Ancestral comum é o descendente comum de uma determinada espécie.”* e mais outros 2,6% (2 alunos) relacionam macaco como ancestral comum do ser humano: A2 *“Acho que seja um ser como o macaco que falam que ele é o nosso ancestral e que vinhamos dele.”.*

Surpreendentemente, 26 alunos (34%) não sabem o significado do termo “ancestral comum”. Além de ser um conceito mais importante e inerente à aula, acreditava-se que saberiam seu significado já que o uso do termo é muito comum, uma decorrência natural.

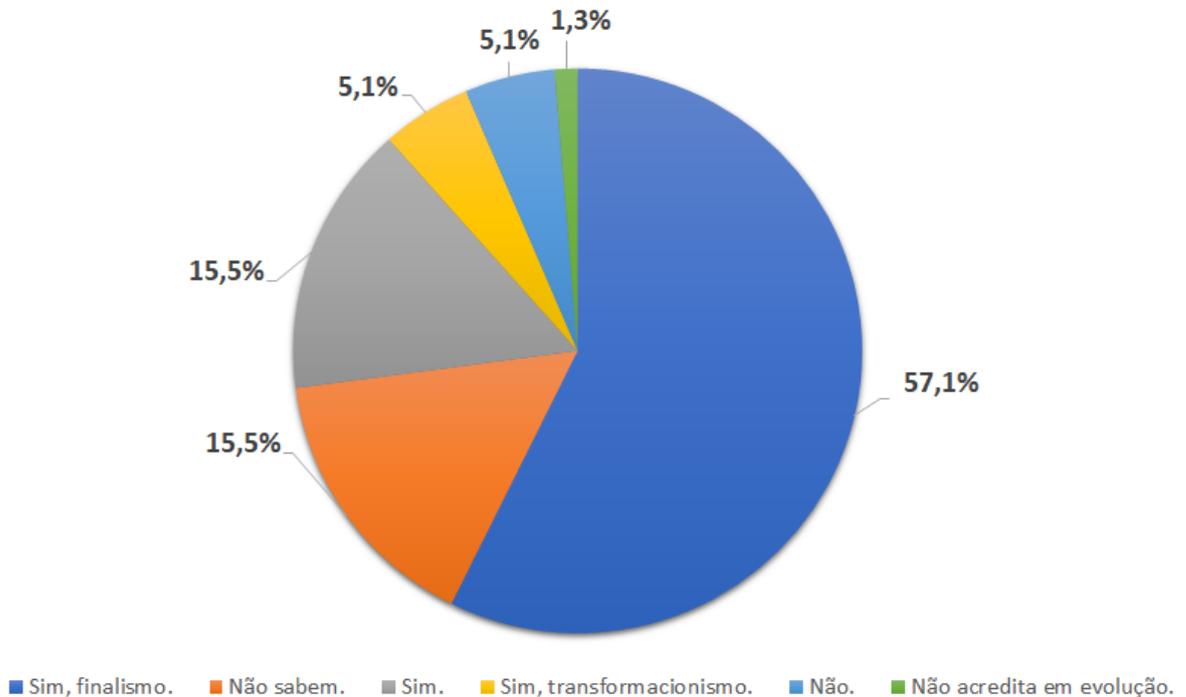
Numa proposta semelhante a este trabalho, denominada *“Sequência didática para o ensino de Classificação e Evolução Biológica, Alencar et al. (2015)* elaboraram uma SD para abordagem do tema “Classificação” e “Evolução” que iniciou-se com a aplicação de um questionário pré-sondagem a 25 alunos da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública. Foi aplicada a mesma questão e, como resposta, obteve-se que 10% já tinham ouvido falar sobre o termo ancestral comum contra 90% que não. Logo, o entendimento sobre “evolução biológica” que os alunos da pesquisa apresentam coincide com o entendimento dos alunos no presente trabalho.

Assim, acredita-se que os alunos apresentam certa dificuldade em definir o termo possivelmente por não visualizarem as espécies ancestrais como entidades já existentes em determinado momento que se dividem, gerando novas espécies.

Dessa forma, fica claro que ao desenvolver os conceitos da Sistemática Filogenética implica, de forma espontânea, o desenvolvimento de conceitos do conteúdo Evolução. Porém, sem o entendimento de alguns de seus conceitos como, por exemplo, o termo “ancestral comum”, não raro, limita a percepção que determinada filogenia se propõe a representar.

**b) Questão 2: Há espécies mais evoluídas do que as outras? Explique.**

**Figura 16.** Distribuição das respostas dos alunos para a questão 2 do questionário individual (pré-teste).



Fonte: Elaborado pela autora.

A grande maioria dos alunos (57%), acreditam que sim, as espécies são mais evoluídas do que as outras e utilizam-se do finalismo (causa final) para embasar suas respostas. Exemplo: A38 “*Sim, é possível dizer que nós seres humanos somos mais evoluídos que as bactérias por termos sistema respiratório, sexualidade, sistema digestivo. O que as bactérias não tem.*” Ainda, A55 “*Sim, nós humanos somos mais evoluídos que animais e os animais que são mais evoluídos que plantas. Uma questão de racionalidade.*”.

Para essa maioria, o ser humano é a espécie superior, mais “evoluída” em relação a todas às outras, tanto em relação organização corporal, à hábitat, formação do intelecto, capacidade de raciocínio e “uso da tecnologia”, ficando claro esse pensamento nas seguintes falas: A24 “*O ser humano se dá como espécie dominante do planeta por conta da capacidade de pensar, sendo assim mais evoluído nesse quesito.*” ou ainda: A31 “*Sim, as espécies são mais evoluídas como: humanos são mais evoluídos que todos os animais, são mais evoluídos que um sapo por exemplo e assim consequentemente.*”

Se estabeleceu, a longo dos anos, a visão antropocêntrica, ou seja, o homem como dominante e superior à natureza. Ainda, pôde-se verificar, inclusive, que os alunos visualizam as outras espécies de forma que estas apresentam apenas valor produtivo e econômico, ou seja, apresentam uma visão utilitarista: existência de animais e plantas como fonte de alimento e outros, por exemplo. Muitas vezes, o próprio professor, de forma inocente, transmite esse conceito que aparece, inclusive, nos livros didáticos.

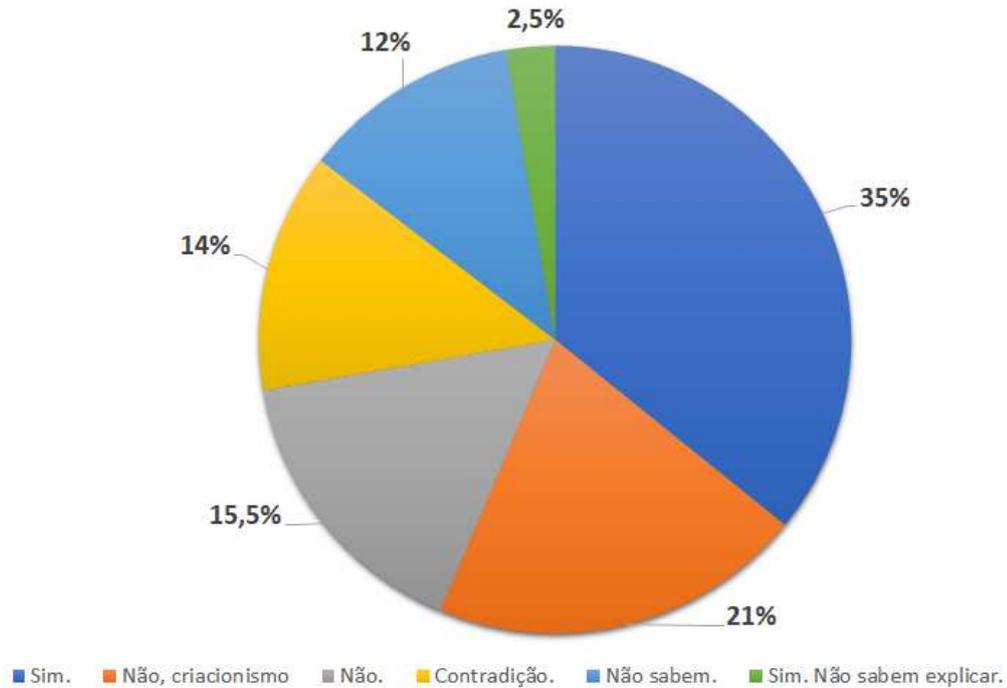
Quatro alunos acreditam que sim, existem espécies mais evoluídas do que as outras e utilizam-se de conceitos do transformacionismo para explicar as suas respostas. Exemplo: A36 *"Sim, conforme o bioma onde eles vivem eles se adaptam."*. Também: A25 *"Sim, as espécies evoluem de acordo com o habitat, clima ou situações extremas."*. Mesmo sendo uma concepção equivocada, é ainda a mais aceita e que perdura nos bancos estudantis. Neste caso, a evolução, como sinônimo de "melhoramento", ocorre de forma gradual, das bactérias (seres mais simples) transformando-se em seres mais complexos como os seres humanos, e essa transformação ocorre para o melhoramento e evolução da espécie conforme o ambiente em que vivem. Dessa forma, há um predomínio dos conceitos de Lamarck em relação às ideias elaboradas por Darwin e que são mais aceitas atualmente.

Apenas 5,1% (04 alunos) responderam a esta questão próximo do que se era esperado. Pode-se citar relatos como: A8 *"Em alguns aspectos sim, outros não, pois algumas espécies possuem habilidades que outras espécies não possuem e vice-versa."* e A1 *"Acho que não, estão evoluídas de acordo com seu habitats, espécies e suas diferentes formas."*

Um aluno não acredita que existam espécies mais evoluídas do que as outras e cita que A21 *"não acredito em evolução"*.

**c) Questão 3: Você concorda que nós, seres humanos, somos descendentes dos macacos? Explique.**

**Figura 17.** Distribuição das respostas dos alunos para a questão 3 do questionário individual (pré-teste).



Fonte: Elaborado pela autora.

Nesta última questão, a maioria dos alunos, 35%, acreditam que sim, nós seres humanos somos descendentes dos macacos por apresentarmos semelhanças com estes. Pode-se verificar este resultado por meio das seguintes falas: A55 “*Sim, eu acho que além de semelhantes somos bastante iguais aos macacos*”, A52 “*Sim, pois somos iguais, temos quase as mesmas características pois somos mais evoluídos do que eles.*”, A68 “*Sim, pois temos algumas características em comum.*”.

Em contrapartida, 21% (16 alunos) não concordam que nós seres humanos somos descendentes dos macacos pois acreditam no criacionismo: A16 “*Não por que Deus criou cada um individualmente.*”, A27 “*Não, acredito que fomos criados por Deus.*”, A35 “*Não, os seres humanos e os animais foram criados separadamente por Deus. Sou Cristão.*”.

Ainda, 15,5% (12 alunos) também não concordam que somos descendentes dos macacos e explicam que A13 “*Não descendentes, eu diria que temos características parecidas, mas que não somos descendentes.*”, A33 “*Não, nunca vi um macaco evoluindo para*

*humanos.”.*

Por fim, verifica-se uma certa contradição na resposta de 14%. Por exemplo: A12 *“Não acredito 100% por ser cristão, mas acredito que há sim uma possibilidade bem grande de essa ser a real hipótese.”.* Ou ainda: A26 *“Não, acredito que a cada evolução de qualquer espécie, evolui totalmente, deixa de ser aquilo que era para ser algo novo. Se fossemos descendentes dos macacos, eles não deveriam mais existir.”.*

A partir dos resultados obtidos, verifica-se que muitos alunos acreditam que sim, nós seres humanos somos descendentes dos macacos. Não obstante, uma parcela considerável subestima, desqualifica as teorias científicas que embasam a evolução dos seres vivos, atribuindo a um “Deus” a responsabilidade de criação e existência dos seres no planeta, e ainda, de forma individual, desconexa: A37 *“Não, pois acredito que tudo que há na Terra foi criado por Deus inclusive nós seres humanos, acredito que vinhamos do pó da Terra e tenho certeza que pra ele retornaremos.”* Tal visão corresponde às ideias do criacionismo, onde os seres foram criados por uma divindade, cada um à sua forma.

Nesta visão de mundo, Deus criador deu origem ao mundo tal qual vemos hoje, sendo as espécies imutáveis e ordenadas em uma grande cadeia não conectada por elos de parentesco, e sim das simples a mais complexas.

Situação como esta não foi encontrada apenas na escola onde este trabalho foi realizado. Almeida (2012) obteve resultados parecidos na cidade de Macapá no Estado do Amapá. Através da aplicação de um questionário, perguntou-se aos alunos a respeito da origem das espécies. A maioria deles (62%) apresentaram uma visão criacionista para explicar a origem da espécie humana, bem como a utilizam (52,2%) para explicar a origem das demais espécies. O autor tem uma possível explicação para esse tipo de resposta: “[...] as pessoas prefeririam se assemelhar a uma entidade divina a ter parentesco com primatas pré-históricos, o que poderia explicar as diferenças.”

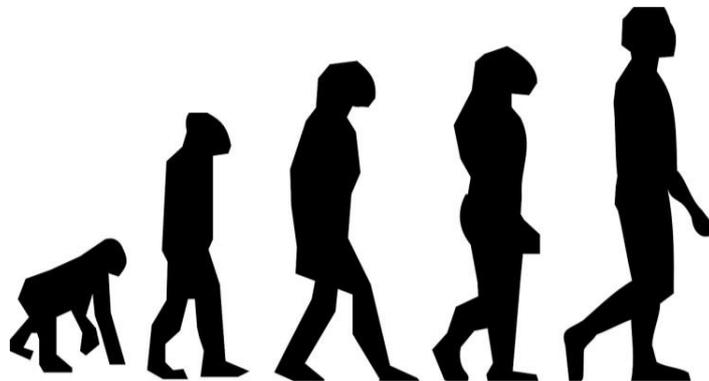
No presente trabalho, alguns alunos apresentam posições que não descartam a evolução biológica, mas não deixam de indicar que existe a interferência de um ser supremo. Possivelmente, os alunos possuem esta postura para se sentirem confortáveis diante às situações que lhe são apresentadas. Verifica-se tal concepção na fala de um determinado aluno: A12 *“Não acredito 100% por ser cristão, mas acredito que há sim uma possibilidade bem grande de essa ser a real hipótese.”.*

Em alguns casos, os alunos podem realizar o *apartheid cognitivo*. Em razão de não se sentirem atraídos pela ciência e pela necessidade de “passar” nas avaliações, ou confrontar

as ideias relacionadas à evolução, mantêm os conceitos sobre evolução aprendidos em “caixinhas” que são acessadas quando precisam, descartando quando possível.

Ainda, dois alunos citaram que acreditam que nós somos descendentes dos macacos e explicam sua resposta de forma muito intrigante: A62 “*sim, pelo cladograma que foi passado através da biologia para nós*”. Após muita reflexão sobre esta resposta, uma hipótese para compreendê-la seria que os alunos entendam que somos descendentes dos macacos por meio da observação do “cladograma” distorcido e equivocado apresentado em determinado momento de sua vida escolar, ou por outro meio como a mídia, por exemplo, onde macacos e homens evoluem de forma linear (Figura 18).

**Figura 18.** Evolução dos primatas.



Iconografia linear representando incorretamente a evolução do grupo de primatas. Fonte: Pezzo, M., 2019.<sup>19</sup>

A forma como são apresentados os temas relevantes da evolução e uma postura muito cética por parte dos alunos são algumas barreiras que o professor encontra para ensinar evolução.

Além, alguns professores acreditam que abordarão aspectos evolutivos ao apresentarem apenas os grupos taxonômicos e suas características, afirmando que as relações de proximidade entre os seres se devem à evolução, sem deixar claro pelo menos alguns de seus mecanismos.

A aprendizagem significativa é um dos pilares que sustentam a elaboração deste trabalho. Segundo Moreira (2010), o conhecimento prévio do aluno é a chave para a aprendizagem significativa. Dessa forma, através da aplicação do questionário individual, espera-se que o professor tenha acesso aos conhecimentos prévios dos alunos para, ao desenvolver a sequência didática, oferecer a estes a possibilidade de realizar esquemas de

<sup>19</sup> Disponível em: <https://www.labi.ufscar.br/2019/04/24/fossil/>. Acesso em: 10 abr. 2020.

ressignificação, ou seja, relações sobre o objeto de estudo com o que ele já sabe (“ideia-âncora”), tornando mais consistente o aprendizado.

Corroborando esta ideia, autores como Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) contribuem com o conceito do “fazer pedagógico”: o professor permite ao aluno a ampliação de seu universo e apropriação de conhecimento a partir do que ele vive e sabe.

## 5.2 Da aplicação da sequência didática

A atividade de construção de uma árvore filogenética, a segunda parte da aplicação da SD, foi realizada junto aos 27 alunos da 3ª série B divididos em grupos colaborativos: três grupos de 5 integrantes, dois grupos de 4 integrantes e duas duplas. Todos os grupos concluíram a atividade de construção do cladograma dentro das quatro aulas, com exceção de uma dupla que havia faltado na semana anterior.

Com a realização da atividade, foi possível a experimentação da hipótese da presença de relações de parentesco entre os seres hipotéticos, sendo estas demonstradas por meio de cladogramas.

Sem dificuldades, os alunos criaram nomes aos organismos como solicitado na questão 1, necessitando de orientações a partir da questão 2 quando é pedido que fizessem uma lista dos estados de caracteres e na questão 3 quando preencheram a matriz de caracteres que está totalmente ligada à questão 2.

Ao final, esperava-se que os alunos obtenham a resolução demonstrada nas Figuras 19 a 22.

**Figura 19.** Esquema final para lista de caracteres observados nos organismos hipotéticos.

<b>Caracteres</b>	<b>Estado de caractere</b>
Pernas	Darwiniano, Henneguiano e Wallaciano.
Manchas	Henneguiano e Wallaciano.
Olhos	Henneguiano e Wallaciano.
Rabo	Darwiniano.
Boca	Henneguiano.
Chifres	Wallaciano.

Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 20.** Esquema final para matriz de caracteres observados nos organismos hipotéticos.

Caracteres Grupo	PERNAS	MANCHAS	OLHOS	RABO	BOCA	CHIFRES
Grupo Externo (GE)	0	0	0	0	0	0
Darwiniano	1	0	0	1	0	0
Henneguiano	1	1	1	0	1	0
Wallaciano	1	1	1	0	0	1
Agrupamento	DHW*	HW*	HW*	D*	H*	W*

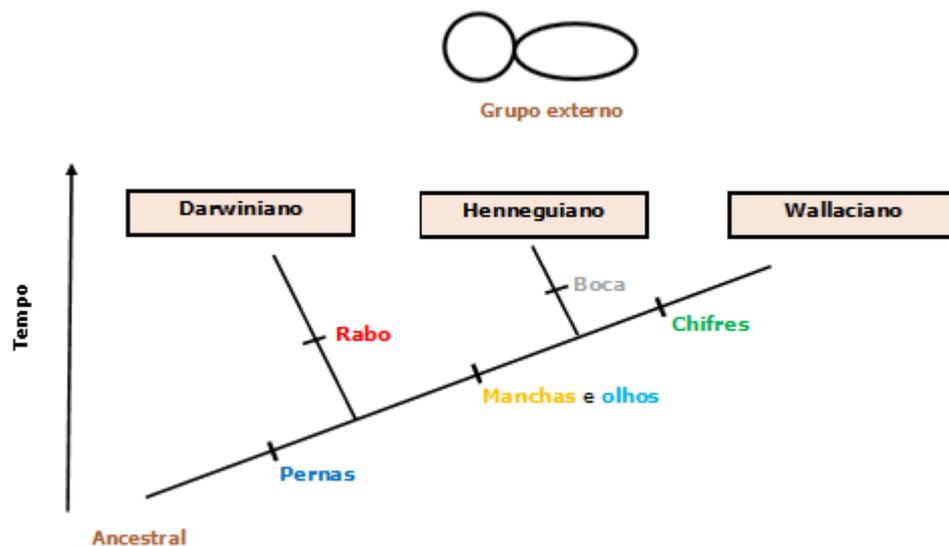
Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 21.** Esquema final para a formação de agrupamentos a partir da elaboração da matriz de caracteres observados nos organismos hipotéticos e que facilitarão a construção da árvore filogenética.

Caracteres Grupo	PERNAS	MANCHAS	OLHOS	RABO	BOCA	CHIFRES
Grupo Externo (GE)	0	0	0	0	0	0
Darwiniano	1	0	0	1	0	0
Henneguiano	1	1	1	0	1	0
Wallaciano	1	1	1	0	0	1
Agrupamento	DHW*	HW*	HW*	D*	H*	W*

Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 22.** Esquema final para a construção da árvore filogenética dos organismos hipotéticos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Infelizmente, não foi possível dar continuidade a SD proposta. O próximo passo seria a devolutiva das etapas da construção de árvores filogenéticas. Também não foi possível reaplicar o questionário individual pós-teste para verificação dos possíveis conhecimentos obtidos pelos alunos com a aplicação da SD.

De qualquer maneira, resultados positivos foram obtidos com a construção de cladogramas como proposta de atividade prática e proporcionou interação aluno e professor, incentivou trabalho em grupo e ampliou as concepções dos alunos sobre evolução e classificação. Verifica-se também que a experiência foi positiva no sentido de minimizar a tensão inerente dos alunos na realização de uma avaliação, por exemplo, e não deixando de ser benéfica mesmo que se utilizando de seres hipotéticos.

Uma outra proposta de atividade envolvendo cladogramas, está presente no trabalho de Saito e Ursi (2014) intitulado “*Pokemons invadem a prova de cladística: uma experiência com estudantes do 3º ano do Ensino Médio.*”. Os resultados levaram os autores à conclusão de que a maioria dos alunos preencheram corretamente a matriz. No entanto, diferentemente da nossa proposta, os alunos apenas escolheram, dentre três cladogramas que já estavam concluídos, aquele que seria o mais correto.

Infelizmente, o número de pesquisas voltadas para o desenvolvimento de propostas didáticas que abordem a construção de árvores filogenéticas é reduzido. Conforme o trabalho realizado por Bastos *et al.* (2017) ao realizarem a *revisão integrativa*<sup>20</sup>, foram localizadas 64 publicações relacionadas a SD, entre trabalhos de conclusão de curso (TCC), dissertações de mestrado, tese de doutorado, trabalhos publicados em anais de congresso, e a maioria delas, por meio de artigos publicados em periódicos. As áreas de conhecimento que mais exploraram essa modalidade didática foram biologia, matemática, física e química. Entre os artigos relacionados à biologia: seis estão relacionados a meio ambiente, (5) evolução, (4) genética e (2) botânica. Desses cinco trabalhos relacionados à evolução, apenas um envolvia a proposta de estudo do tema Sistemática Filogenética através da construção de cladogramas.

Como estratégias de ensino para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, Rocha, Silva e Lira (2010), realizaram uma pesquisa onde verificaram a percepção dos educandos de uma escola pública estadual no Recife – PE sobre o ensino de ciências e biologia. Nesse estudo, obtiveram que 54% de 125 do EM apontaram as aulas dialogadas como sendo a estratégia mais utilizada em sala de aula pelo professor e 25% gostariam que o professor

---

<sup>20</sup> “revisão de literatura que busca a elaboração de uma síntese sistemática e ordenada do conhecimento produzido sobre um determinado tema ou questão, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento a ser investigado”

utilizasse aulas mais dinâmicas e atividades práticas. Os autores concluem que o ensino tradicional ainda é uma tendência muito forte, sendo necessárias mudanças nas estratégias didáticas.

Corroborando o resultado obtido com a presente proposta de trabalho, cita-se a pesquisa de Bastos *et al.* (2017). Os autores destacam que a SD permite a verificação do conhecimento prévio do aluno, permite a apresentação do tema escolhido em várias etapas (várias aulas) possibilitando o detalhamento do conteúdo. Reforçam que a SD torna as aulas mais dinâmicas e motivadoras, promovendo a construção compartilhada do conhecimento por meio de debates e troca de informações. Por meio dela, os alunos reconstróem significados, facilitando o processo ensino-aprendizagem.

### 5.3 Materiais disponíveis e utilizados pelo professor

Com a realização deste trabalho, foi possível verificar que os materiais entre pesquisas, livros didáticos, entre outros voltados para auxiliar o professor em sala de aula e desenvolver com os alunos a construção de cladogramas são escassos. Este resultado é preocupante já que os livros didáticos, muitas vezes, ainda são a única fonte de conhecimento utilizada pelo professor (DELIZOICOV; ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2009).

O livro didático “Bio”, único recurso disponível para ministrar aulas sobre sistemática filogenética na escola onde a atividade foi aplicada, foi analisado de acordo com os critérios presentes na Ficha de avaliação elaborada por Rodrigues, Justina e Meglhioratti (2011) e com os conceitos apresentados no livro *Fundamentos de sistemática filogenética*, de Amorim (2002) (Quadro 3).

**Quadro 3.** Ficha de avaliação com os critérios utilizados para análise do Livro “Bio”.

<b>1. Conteúdo teórico</b>	Presença de informações Definições apresentados no texto
<b>2. Abordagem do conteúdo</b>	Presença de contextualização Presença de problematização
<b>3. Atividades propostas</b>	Disposição das atividades propostas ao longo do capítulo e/ou unidade Quais habilidades cognitivas as atividades possibilitam que o aluno desenvolva
<b>4. Uso de imagens</b>	Disposição de imagens ao longo do capítulo e/ou unidade Presença de legenda nas imagens Resolução da imagem com o conteúdo abordado no texto Possibilidade de distorções conceituais pelo uso de imagens
<b>5. Abordagem de História da Ciência</b>	Presença de História e Filosofia da Ciência

Fonte: Rodrigues; Justina; Meglhioratti, 2011.

Embora “Os Programas Nacionais do Livro Didático têm proporcionado uma melhoria significativa na qualidade dessas obras, aprimorando a correção conceitual e metodológica em várias disciplinas, inclusive a evolução biológica” (TIDON; LEWONTIN, 2004), e o Livro “Bio” apresentar de forma correta e adequada os termos para uma noção básica de cladística aos alunos, o material didático não aborda ao longo do capítulo, nem mesmo nas atividades apresentadas ao final dele (Anexo II), os passos da construção de uma árvore filogenética, tão importante no entendimento do parentesco entre os seres vivos e da continuidade da vida.

Ainda, ao realizar apenas os exercícios propostos em livros e/ou outros recursos didáticos, o professor deixa de oferecer aos alunos a possibilidade de desenvolver as habilidades cognitivas como observar, registrar, comparar, construir, interpretar, formular hipóteses e transferir conhecimentos. Os exercícios, como os disponíveis no livro em questão, apresentam árvores filogenéticas prontas, onde os alunos, de forma passiva, realizam apenas a observação das informações disponíveis para sua interpretação. Infelizmente, não permitem ao aluno compreender como os processos evolutivos estão presentes na formação de novas espécies e as relações existentes entre elas. Dessa forma, o desenvolvimento das habilidades citadas fica prejudicado.

Do mesmo modo, segundo o trabalho realizado por Rodrigues, Justina e Meglioratti (2001), onde analisaram cinco livros de Biologia recomendados pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM), mesmo que em alguns dos livros apresentassem preocupação em introduzir a sistemática filogenética no ensino, os autores procurassem expor definições e explicações utilizando imagens e utilizassem exercícios para contextualização, nenhum trata a filogenia como eixo integrador no ensino de conteúdos da Biologia.

Ainda, em todos os livros analisados, notou-se uma abordagem tradicional e isolada dos filós, como se não mantivessem relação com os demais, assim como o livro didático utilizado com a 3ª série A (referência).

De maneira idêntica, mesmo que haja um esforço de alguns materiais como “Guia de Transição” elaborado pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo em oferecer atividades voltadas para construção de árvore filogenética, e, ainda, fazer a abordagem sobre a temática no início do bimestre da 3ª série do Ensino Médio, parte da atividade sugerida no material requer o uso de *internet*, um recurso inexistente na grande maioria das escolas públicas. Além disso, a primeira parte da proposta, refere-se à leitura de textos, prática onde o aluno ainda permanece passivo no processo de ensino-aprendizagem.

Sem dúvida, “mesmo não sendo possível tratar os temas de maneira aprofundada no Ensino Médio, também não se deveria simplificá-lo tanto, como vem sendo feito em alguns livros didáticos desse nível de ensino.” (LOBATO *et al.*, 2009).

Portanto, os resultados obtidos com a sequência didática elaborada e parcialmente aplicada reforçam o papel do professor e “[..] o uso de metodologias no ensino e materiais pedagógicos adequados que estejam centralizados no aluno (Bizzo, 2011) os quais fogem do ensino livresco e apenas expositivo (MALAFAIA; BÁRBARA, RODRIGUES, 2010).

## 6. Conclusão

Com a elaboração deste trabalho, ficou evidente a falta de recursos disponíveis aos professores de Biologia para o ensino de Sistemática Filogenética aos alunos da 3ª série do Ensino Médio. Os materiais como livros didáticos e guias de conteúdos apresentam o ensino de Sistemática Filogenética de forma mecanizada e fragmentada. Os exercícios propostos são voltados à interpretação apenas, figurando-se exclusivos aos exames de vestibulares.

Para tanto, elaborou-se um produto pedagógico que, mesmo que a sua aplicação e desenvolvimento não tenha ocorrido em sua totalidade, demonstrou que a grande maioria dos alunos da 3ª série do Ensino Médio não dominam conceitos-chave sobre evolução das espécies e o uso de um cladograma. Dados preocupantes e que expõem a grande defasagem e dificuldades destes alunos, que, em breve, terminariam seus estudos sem compreender temas de extrema relevância da Biologia.

A SD elaborada apresenta grande destaque no auxílio do professor em sala de aula como recurso para iniciar, complementar ou aprofundar os conceitos de Sistemática Filogenética tendo em vista a baixa oferta de materiais como este. Ainda, foi capaz de estimular o aluno a exercer seu protagonismo, construindo seu próprio conhecimento quando articula várias habilidades necessárias para seu desenvolvimento, inclusive quando interage com os colegas para a sua resolução, atuando de forma mais efetiva.

Também, possibilita uma aprendizagem significativa de forma simples, principalmente, não havendo necessidade de recursos tecnológicos para seu desenvolvimento. É facultativo ao professor o uso de outros seres, não deixando de desenvolver os conceitos principais dos temas propostos.

Por fim, seu uso não se encerra aos alunos do Ensino Médio. Com as devidas adequações de objetivos e conteúdo, é possível sua utilização com os alunos do Ensino Fundamental II, esclarecendo-os desde cedo sobre os temas da Biologia sob a luz da evolução.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, Elisabete Januário De *et al.* **Sequência didática para o ensino de classificação e evolução biológica.** Anais V ENID & III ENFOPROF / UEPB. Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/11861>>. Acesso em 12 abr. 2020.

ALMEIDA, David Figueiredo de. **Concepções de alunos do ensino médio sobre a origem das espécies.** Ciênc. educ. (Bauru) vol.18 no.1 Bauru. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132012000100009>. Acesso em 12 abr. 2020.

AMORIM, Dalton de Souza *et al.* Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino. **Aulas de ciências: projeto LEC-PEC de Ensino de Ciências** [S.l: s.n.], 1999.

AMORIM, Dalton de Souza. **Fundamentos de Sistemática Filogenética** - Ribeirão Preto: Holos, 2002. 156p.

AMORIM, Dalton de Souza. **Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica.** 2008. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1848450/mod\\_resource/content/1/Amorim%20ensino%20de%20Zoo.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1848450/mod_resource/content/1/Amorim%20ensino%20de%20Zoo.pdf). Acesso em: 10 abr. 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** Edição 70. Presses Universitaires de France 1977. Disponível em: <https://www.ets.ufpb.br/pdf/2013/2%20Metodos%20quantitat%20e%20qualitat%20-%20IFES/Livros%20de%20Metodologia/10%20-%20Bardin,%20Laurence%20-%20An%C3%A1lise%20de%20Conte%C3%BAdo.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

BASTOS, Mariana Ramos *et al.* **A utilização de sequências didáticas em biologia: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016.** 2017. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2614-1.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2020.

BAUM, D. A.; SMITH, S. D.; DONOVAN, S. **The tree-thinking challenge.** Science, vol. 310, 2005. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/7484585\\_The\\_Tree-Thinking\\_Challenge](https://www.researchgate.net/publication/7484585_The_Tree-Thinking_Challenge). Acesso em: 10 abr. 2020.

BIZZO, N. **Ciências Biológicas** 2011. Disponível em: <http://files.biopibid2011.webnode.com.br/200000018-e836be9301/Ci%C3%A7ncias%20Biol%C3%B3gicas.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CEB nº 3, de 26 de junho de 1998 – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Resoluções do Conselho Nacional de Educação. 1998.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+Ensino Médio)**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. 141p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica**. – Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2).

COBERN, William W. **Worldview theory and conceptual change in science education**. 1996. V. 80, n. 5, p. 579-610. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199609\)80:53.0.CO;2-8](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:53.0.CO;2-8). Acesso em: 15 mar. 2020.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. **Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o Aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano?** 2018. Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.1. Disponível em: [https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID471/v13\\_n1\\_a2018.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID471/v13_n1_a2018.pdf). Acesso em: 25 abr. 2020.

FERREIRA, *et al.* **A zoologia e a botânica do ensino médio sob uma perspectiva evolutiva: uma alternativa de ensino para o estudo da biodiversidade**. Cad. Cult. Ciênc. V.2 N. 1 p. 58 -6 6, 2008.

GIORDAN, M. *et al.* **Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de Ciências**. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, volume 8, p. 1-12. 2011.

KRASILCHIK, M. XIV. *Biologia – ensino prático. Introdução.* In: CALDEIRA, A.M.A; ARAÚJO, E.S.N.N. (org.). **Introdução à didática da Biologia.** São Paulo: Escrituras Editora, 2000. p. 249-250.

LOBATO, A. C. *et al.* **Dirigindo o olhar para o efeito estufa nos livros didáticos do Ensino Médio: é simples entender esse fenômeno?** Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 11, n. 1, p. 7-22, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v13n2/1983-2117-epec-13-02-00065.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Prática de Ensino de Biologia.** São Paulo: Universidade de São Paulo. 4ª ed. 2008.

LOPES, W. R. **Ensino de filogenia animal: percepções de estudantes e professores e análise de propostas metodológicas.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Zoologia. Biologia Animal. 2008. 140p.

LOPES, S. G. B. C., HO, F. F. C. **Noções básicas de Sistemática Filogenética – Tópico 4.** Licenciatura em Ciências – USP/Univesp. 2012.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio.** 3ª edição. São Paulo: Saraiva, 2016.

LOPES, R. W.; FERREIRA, M. J. M.; STEVAUX, M. N. **Proposta pedagógica para o ensino médio: Filogenia de animais.** Revista solta a voz, v.18 n. 2, 2007.

LOVO, J. **O que é sistemática filogenética.** E-aulas: Portal de vídeoaulas – Universidade de São Paulo – USP, 2014. Disponível em: <http://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=4596>. Acesso em: 26 jan. 2019

O'HARA, R. J. **Population thinking and tree thinking in systematics.** Zool. Scu. 26: 323-329. 1998.

OLEQUES, L.C., *et al.* **Evolução biológica como eixo integrador no ensino de biologia: concepções e práticas de professores do ensino médio.** 2012. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1066-1.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

MALAFAIA, G.; BÁRBARA, V. F.; RODRIGUES, A. S. L. **Análise das concepções e opiniões de discentes sobre o ensino da biologia.** Revista Eletrônica de Educação, v. 4, n. 2, nov. 2010. Artigos. ISSN 1982-7199.

MAYR, E. **O que é a evolução.** Rio de Janeiro: Rocco, 2009.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 2010.

PESSOA, A.C.G. **Sequência didática**. Glossário Ceale. Centro de Alfabetização, Leitura e Escrita (CEALE) | Faculdade de Educação da UFMG. 2017. Disponível em: <http://www.ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/sequencia-didatica>. Acesso em: 26 mai. 2020.

PEZZO, M. **Mais um fóssil, por favor**. Disponível em: <https://www.labi.ufscar.br/2019/04/24/fossil/>. Acesso em: 10 abr. 2020.

PIOLLI, A; DIAS, S. **Escolas não dão destaque à evolução biológica**. Disponível em <http://www.comciencia.br/dossies-1-72/200407/reportagens/05.shtml>. Acesso em: 03 abr. 2020.

RICHARDSON, R.T. **Pesquisa social. Métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012.

ROCHA, L. B.; SILVA, R. P.; LIRA, L. T. O. **Percepção dos educandos de uma escola pública estadual do Recife - PE sobre o ensino de ciências e biologia**. Disponível em: [https://www.fundaj.gov.br/images/stories/epepe/III\\_EPEPE/posteres\\_curriculo\\_ensi\\_aprend/percepcao\\_dos\\_educandos.pdf](https://www.fundaj.gov.br/images/stories/epepe/III_EPEPE/posteres_curriculo_ensi_aprend/percepcao_dos_educandos.pdf). 2010. Acesso em: 17 abr. 2020.

RODRIGUES, M.E.; JUSTINA, L. A. D; MEGLIORATTI, F.A. **O conteúdo de Sistemática e filogenética em Livros didáticos do Ensino Médio**. Rev. Ensaio, Belo Horizonte, v. 13, nº 02, p. 65-84, mai-ago, 2011.

ROSA, P.R.S. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino de ciências**. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande. 2013. 172p.

SAITO, L.C., URSI, S. **Pokemons invadem a prova de cladística: uma experiência com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio**. Revista da SBEnBio – Número 7 – Outubro de 2014.

SANTOS, C.M.D., CALOR, A.R. **Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – II**. Ciência & Ensino, vol. 2, n. 1, dezembro de 2007.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de Biologia: 2º grau**. 3. ed. São Paulo: SE/CENP, 1992. 64p.

\_\_\_\_\_. Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias / Secretaria da Educação**; Coordenação geral, Maria Inês Fini; Coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. – 1. ed. atual. – São Paulo: SE, 2011. 152 p.

\_\_\_\_\_. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Gestão da Educação Básica. São Paulo faz Escola. **Guia de Transição, Área de Ciências da Natureza - Ensino fundamental Anos Finais e Ensino Médio. Orientações para o professor.** 2019.

TEIXEIRA, P. M. M. **Pesquisa em ensino de Biologia no Brasil [1972-2004]: um estudo baseado em dissertações e teses.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, 2008.

TIDON, R.; LEWONTIN, R.C. **Teaching evolutionary biology.** Genet. Mol. Biol. vol.27 no.1 São Paulo. 2004.

TIDON, R.; VIEIRA, E. **O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI.** 2009. Disponível em:  
<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=45&id=535&tipo=1>.  
 Acesso em: 07 abr. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Laboratório de Biodiversidade e Evolução Molecular. **Evolução Molecular - árvores filogenéticas.** Disponível em:  
<http://labs.icb.ufmg.br/lbem/aulas/grad/evol/evolmol/arvores.html>. Acesso em 11 jul. 2019.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA MUSEUM OF PALEONTOLOGY. **Reconstructing trees: a simple example.** Disponível em:  
[https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics\\_07](https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics_07). Acesso em: 10 abr. 2020.

ZABALA, A. **Prática Educativa: como ensinar.** Porto Alegre: ARTMED, 1998.

## **APÊNDICE A - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para preenchimento dos alunos e pesquisadora.**

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)**

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “Estratégia pedagógica para o ensino de Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia para o Ensino Médio”, coordenada pela professora pesquisadora Regina de Castro, contatos: telefones: (19) 3865-1284 ou (19) 98135-2738, e-mail: regina\_castro@msn.com

Queremos saber se a dinâmica que será aplicada irá ajudá-lo(a) a compreender melhor e de forma mais fácil os conceitos sobre Sistemática filogenética.

Você só participará da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os(as) alunos(as) que participarão desta pesquisa têm entre 16 e 18 anos de idade e estão cursando a terceira série do ensino médio.

A pesquisa será realizada na EEEMTI Profa. Liomar Freitas Câmara, no período de aula, onde você irá responder alguns questionários de forma anônima antes e depois da dinâmica. Não se preocupe, pois esses questionários não servirão para avaliá-lo(a) individualmente, o objetivo será o de avaliar a dinâmica, verificando se ela ajudou ou não na sua aprendizagem. Primeiro você terá 20 minutos para responder um pré-questionário contendo três questões dissertativas sobre seus conhecimentos prévios relacionados a Sistemática Filogenética. Em seguida, você participará de uma dinâmica sobre o conteúdo citado onde analisará organismos hipotéticos, organizará uma lista com os caracteres presentes nesses seres e montará uma árvore filogenética. Posteriormente a essa atividade, você voltará a responder ao questionário que foi aplicado inicialmente e que tem como objetivo verificar os conhecimentos que você possa ter apreendido com a atividade. Em todas as etapas, você receberá devolutiva da professora. Caso aconteça algo errado, você pode me procurar pessoalmente ou pelos contatos que tem no começo do texto. Mas existem inúmeros benefícios que podem acontecer ao realizar essa atividade como desenvolver estimular a sua curiosidade e o trabalho em equipe.

Caso você não queira ou desista de participar da pesquisa você irá realizar, junto com os demais colegas que também não quiserem participar uma atividade de pesquisa na biblioteca sobre o tema Sistemática Filogenética, recebendo um roteiro com orientações para sua realização, podendo consultar livros didáticos e fontes na internet. Dessa forma, todos, independente da estratégia didática a ser utilizada, entrará em contato com o tema proposto, visto que o conteúdo faz parte do currículo do 1º bimestre.

Será garantida que sua identidade ficará em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores e que na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado. Você terá acesso aos resultados da pesquisa sempre que solicitado, esses resultados também serão divulgados para a escola onde foram coletados os dados. O projeto e seus respectivos resultados serão encaminhados para publicação e divulgação no Repositório da Unicamp.

Seu responsável legal receberá um documento para autorização e sua participação somente será efetivada se esta autorização for concedida.

### **CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO**

Eu \_\_\_\_\_ aceito participar da pesquisa “Estratégia pedagógica para o ensino de Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia para o Ensino Médio”.

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir, e que não serei prejudicado (a) por ter desistido.

A pesquisadora tirou minhas dúvidas e orientou meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li, e concordo em participar da pesquisa.

Hortolândia, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

**APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para assinatura dos pais/responsáveis pelos alunos e pela pesquisadora.**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Estratégia pedagógica para o ensino de Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia para o Ensino Médio**

**Regina de Castro e Vera Nisaka Solferini**

**Número do CAAE: 13427019.1.0000.5404**

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante da pesquisa e é elaborado em duas vias, assinadas e rubricadas pelo pesquisador e pelo participante/responsável legal, sendo que uma via deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com a pesquisadora. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

**Justificativa e objetivos:**

Segundo alguns estudos, alunos do Ensino Médio possuem razoável ou pouquíssimo conhecimento sobre a Sistemática Filogenética, sendo um dos motivos dessa lacuna a abordagem isolada e superficial do tema pelo professor e ainda, o uso de livros didáticos como o recurso pedagógico mais utilizado. Este trabalho tem como proposta elaborar uma atividade sobre Sistema Filogenética que possibilite ao professor desenvolver esse assunto de forma aprofundada e dinâmica facilitando ao aluno a sua assimilação de forma consistente.

**Procedimentos:**

Participando do estudo você está sendo convidado a: responder num tempo estimado de 20 minutos um breve questionário sobre possíveis conhecimentos prévios sobre o tema Sistemática Filogenética. Ainda, participar de dinâmica sobre o conteúdo citado e, posteriormente a essa atividade, responder novamente o questionário inicial tendo como objetivo verificar os conhecimentos apreendidos com a atividade. Em todas as etapas, receberá devolutiva da professora.

**Desconfortos e riscos:**

A pesquisa não apresenta riscos previsíveis.

**Benefícios:**

Verificar os conhecimentos dos alunos em relação ao conteúdo sobre Sistemática Filogenética; subsidiar o trabalho do professor no ensino sobre Sistemática Filogenética; Permitir que os alunos apreendam de forma clara o conteúdo sobre Sistemática Filogenética.

**Acompanhamento e assistência:**

Você tem o direito à assistência integral e gratuita devido a danos diretos e indiretos, imediatos e tardios, pelo tempo que for necessário. Em todas as etapas da pesquisa, a professora acompanhará os alunos no desenvolver das atividades propostas, esclarecendo dúvidas e fazendo intervenções quando necessário.

**Sigilo e privacidade:**

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

**Ressarcimento e Indenização:**

A coleta de dados será realizada durante a rotina do participante da pesquisa e, que caso seja necessária a presença do participante fora da rotina, haverá o ressarcimento das despesas decorrentes da participação na pesquisa, tais como transporte e alimentação, para o participante, e seu acompanhante quando for o caso.

**Contato:**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora Regina de Castro, Endereço profissional: R. Edna Aparecida Pampa Fonseca – Vila Real, Hortolândia - SP, 13183-150, telefone: (19) 3865-1284 ou (19) 98135-2738, e-mail: [regina\\_castro@msn.com](mailto:regina_castro@msn.com).

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretária do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:00hs às 11:30hs e das 13:00hs as 17:30hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: [cep@fcm.unicamp.br](mailto:cep@fcm.unicamp.br).

**O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).**

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas

**Consentimento livre e esclarecido:**

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do (a) participante da pesquisa Estratégia pedagógica para o ensino de Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia para o Ensino Médio

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

(Assinatura do participante da pesquisa Estratégia pedagógica para o ensino de Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia para o Ensino Médio ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

**Responsabilidade do Pesquisador:**

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante da pesquisa Estratégia pedagógica de Ensino sobre Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia para o Ensino Médio. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante da pesquisa Estratégia pedagógica para o ensino de Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia para o Ensino Médio.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

(Assinatura do pesquisador)

### **APÊNDICE C – Abordagem inicial para desenvolvimento da Sequência Didática.**

Tendo como prerrogativa a atividade investigativa, ao iniciar a aplicação da SD, a professora convidou todas as turmas para realização da seguinte problematização sobre a grande diversidade de seres vivos no planeta: embora estes se apresentem tão diferentes entre si, será que são, de fato, desconectados entre eles? Por exemplo, baratas e humanos não possuem nenhuma ligação? Ao refletirmos sobre suas características, observa-se que algumas são compartilhadas, como exemplo, a pluricelularidade e a forma de obtenção de alimento. Assim, o que explica essa conexão? Uma possível hipótese para esta questão é a presença de relações de parentesco entre estes seres, possuindo ancestrais em comum.

Uma forma de testar a hipótese de que os seres, mesmo tão diversos entre eles, mantém relações de ancestralidade, é através da construção de uma árvore de parentesco. Mas, como construir essa árvore?

**APÊNDICE D - Tabulação dos dados obtidos com a aplicação do questionário respondido pelos alunos<sup>21</sup>- Análise de conteúdo (Bardin 1977) – Ensino Médio, 3<sup>as</sup> séries A, B, C.**

**Questão 1 “O que você entende sobre o termo ancestral comum? Explique.”:**

<b>OBJETIVO / TEMA:</b> localizar entendimento sobre ancestral comum.	
<b>ASPECTOS DE CATEGORIZAÇÃO:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ancestral comum: espécie que se partiu originando duas ou mais população que tem mais adiante <i>status</i> de espécie, segundo Amorim (2002);</li> <li>➤ Conexão: ligação, de alguma forma, entre as espécies;</li> <li>➤ Espécie descendente: espécie gerada pela divisão cladogenética de uma espécie ancestral;</li> <li>➤ Macaco como ancestral do ser humano;</li> <li>➤ Antigo: como sinônimo de ancestral;</li> <li>➤ Não compreende o assunto: o aluno não tem bases para responder à questão.</li> </ul>	
<b>RESPOSTAS OBTIDAS – unidade de registro</b>	
	<b>ASPECTOS DE CATEGORIZAÇÃO</b>
<b>A1</b>	- Acho que é como se fosse um “descendente”.
<b>A2</b>	- Acho que seja um ser como o macaco que falam que ele é nosso ancestral e que vinhamos dele e tals.
<b>A3</b>	- Acredito que seja uma “espécie” que “gerou” várias outras. Uma espécie que depois de algumas gerações acabou virando outra.
<b>A4</b>	- Algo que pessoas tem em comum, uma conexão, algo que se relaciona.
<b>A5</b>	- Alguém que passe os gene base para nós como mãe e pai.
<b>A6</b>	- Ancestral comum é o descendente comum de uma determinada espécie. Por exemplo, o macaco é o ancestral comum dos homosapiens ou mulheressapiens.
<b>A7</b>	- Ancestral comum é os que vieram antes, são os do passados que passaram por uma evolução para que chegassem como estão hoje.
<b>A8</b>	- Ancestral comum é um animal parecido com o outro, por exemplo: homem com o macaco.
<b>A9</b>	- Ancestral comum eu penso que são pessoas da mesma família que tem o mesmo parentesco e tem os mesmos ancestrais.

<sup>21</sup> As respostas dos alunos foram transcritas literalmente, mantendo-se os erros ortográficos e de linguagem.

<b>A10</b>	- Ancestral comum pra mim, se refere a seres anteriores a nós que de alguma forma mantém parentesco conosco.	Conexão
<b>A11</b>	- Ancestral comum seria indivíduos do passado que se encontram na mesma linhagem ou seja, da mesma família do indivíduo.	Conexão
<b>A12</b>	- Ancestral comum seria uma espécie que evoluída acaba dando vida a uma outra espécie, evoluindo apenas características em comum.	Ancestral comum
<b>A13</b>	- Ancestral são os nossos antepassados.	Antigo
<b>A14</b>	- Ancestral seria os nossos antepassados.	Antigo
<b>A15</b>	- Ancestral vem do termo ancestralidade. Na minha opinião ancestralidade vem de antiguidade.	Antigo
<b>A16</b>	- Ao meu compreender, se refere de algum ser antepassado que algo ou alguém tem em comum com outros seres.	Antigo
<b>A17</b>	- Aquilo pelo quais descendemos.	Ancestral comum
<b>A18</b>	- Como um ser que veio ao mundo muito antes dos atuais seres de sua espécie.	Antigo
<b>A19</b>	- É quando espécies diferentes possuem um antepassado que as ligam uns aos outros.	Conexão
<b>A20</b>	- Em branco.	Não compreende o assunto
<b>A21</b>	- Entendo que a partir que duas pessoas que tem parentesco tenham ancestrais comuns;	Ancestral comum
<b>A22</b>	- Entendo que ancestral comum são pessoas que deu início a algo.	Ancestral comum
<b>A23</b>	- Eu acho que deve ser as espécies que vieram antes de outras mas tem algo em comum, por exemplo os homens e os macacos. O macaco deve ser o ancestral comum do homem.	Conexão
<b>A24</b>	- Eu acho que é pessoas da nossa linhagem, porém, que vieram há muito tempo atrás.	Antigo
<b>A25</b>	- Eu entendo que seja nossos antepassados, pessoas que existiram para que nós existíssemos.	Antigo
<b>A26</b>	- Eu suponho que ancestral comum seja todo aquele que nos antecede, da mesma categoria que a nossa (mesmas características).	Antigo
<b>A27</b>	- Isso se diz que vinhamos de um ancestral que evoluiu para o que somos hoje.	Ancestral comum
<b>A28</b>	- Na minha opinião, significa que dois ou mais seres evoluídos compartilham do mesmo ancestral, ou seja, surgiram a partir de um ancestral.	Ancestral comum
<b>A29</b>	- Nada, pois eu não sei	Não compreende o assunto
<b>A30</b>	- Nada.	Não compreende o assunto
<b>A31</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A32</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A33</b>	- Não sei	Não compreende o assunto

<b>A34</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A35</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A36</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A37</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A38</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A39</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A40</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A41</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A42</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A43</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A44</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A45</b>	- Não sei explicar.	Não compreende o assunto
<b>A46</b>	- Não sei o que significa, mas acho que é algo velho, antigo.	Antigo
<b>A47</b>	- Não sei, mas acredito que possa ser a evolução dos ancestrais e que um ancestral comum seja nós.	Ancestral comum
<b>A48</b>	- Não sei.	Não compreende o assunto
<b>A49</b>	- Não sei.	Não compreende o assunto
<b>A50</b>	- Não sei.	Não compreende o assunto
<b>A51</b>	- Não sei.	Não compreende o assunto
<b>A52</b>	- Não sei.	Não compreende o assunto
<b>A53</b>	- Não sei.	Não compreende o assunto
<b>A54</b>	- Não sei.	Não compreende o assunto
<b>A55</b>	- Nossos antecessores.	Antigo
<b>A56</b>	- Nossos passados mais recentes como avós, não sei mas acho que é isso.	Antigo
<b>A57</b>	- O ancestral comum é tipo uma espécie que dá início a outra, uma espécie que tem coisas em comum com a outra.	Ancestral comum
<b>A58</b>	- O que tem em mente são os nossos antepassados, ou então, uma era, talvez, mais próxima da nossa atualidade.	Antigo
<b>A59</b>	- Para mim, ancestral comum é um termo utilizado para um “antecedente” que tem algo em comum com o ser humano.	Antigo
<b>A60</b>	- Para mim, seria um antepassado que ainda está vivo.	Antigo

A61	- Pelo raciocínio de ancestral eu entendo que vem do básico antecessor, parentescos anteriores aos atuais.	Conexão
A62	- Pode ser um parentesco sanguíneo (um parente da mesma linhagem familiar).	Conexão
A63	- Pra mim, ancestral comum são os antepassado ou pessoas que viveram em outro século.	Antigo
A64	- Quando se tem algum parentesco com alguém, algo em comum.	Conexão
A65	- Quando se tem um parente em comum com outra pessoa.	Conexão
A66	- Quando se tem um parente mais distante, em comum com alguém.	Conexão
A67	- Que todos nós seres vivos temos ligação em comum.	Conexão
A68	- São coisas que deram início a um ciclo por exemplo os seres humanos.	Antigo
A69	- São espécies que tem característica semelhantes às nossas.	Conexão
A70	- São os antepassados comuns (sem mudanças) de tal espécie.	Antigo
A71	- São os antigos povos.	Antigo
A72	- São parentescos antigos de nossa família, não avós, mas sim bisavós e até tataravós, pessoas muito antigas que vieram muitos anos atrás.	Antigo
A73	- Seus antepassado da sua família ou também pode ser as antiguidades dos seres vivos como cães, vacas e etc que podem ser também que vem de um só lugar.	Antigo
A74	- Temos como exemplo o ser humano pois através de uma bisavó, há a avó, mãe e assim, o filho.	Antigo
A75	- Um ancestral principal. Que usado como base para diferenciar ou classificar a outros.	Ancestral comum
A76	- Um ser que veio antes de nós, que tem características semelhantes a nós (seres humanos).	Antigo
A77	- Uma espécie única, que a partir de sua prole e da evolução originou outros seres, com outras características.	Ancestral comum

**Questão 2 “Há espécies mais evoluídas do que as outras? Explique.”**

**OBJETIVO / TEMA:** localizar entendimento sobre as ideias evolucionistas segundo os conceitos de Mayr (2009).

**ASPECTOS DE CATEGORIZAÇÃO:**

- Afirmação positiva em razão do finalismo: “Crença em uma tendência intrínseca do mundo natural em direção a alguma meta ou propósito preestabelecido, como o de atingir a perfeição”;
- Não compreende o assunto: o aluno não tem bases para responder à questão;
- Afirmação positiva, sem explicação: Acreditam que os seres sejam mais evoluídos que outros, porém, não há embasamento para a explicação da resposta;

<p>➤ Afirmação positiva em razão do transformacionismo: Acreditam que os seres sejam mais evoluídos que outros em razão da “mudança da essência da espécie causada pela herança de caracteres adquiridos, por uma influência direta do ambiente ou por causas finais”;</p> <p>➤ Evolução: “mudança da distribuição genética dos indivíduos que toda população sofre de geração a geração”;</p> <p>➤ Afirmação negativa sem explicação: Acreditam que os seres não sejam mais evoluídos que outros, porém, não há embasamento para a explicação da resposta.</p>		
RESPOSTAS OBTIDAS – unidade de registro		ASPECTOS DE CATEGORIZAÇÃO
A1	- Acho que não, estão evoluídas de acordo com seu habitats, espécies e suas diferentes formas.	Evolução
A2	- Acho que sim, tem umas espécies mais evoluídas que as outras.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A3	- Acho que sim. Deve existir uma que evoluiu mais vezes, que teve mais mudanças com o passar do tempo que as outras.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A4	- Acredito que sim, algumas acabam evoluindo mais que outras por conta que umas evoluiu e outras não.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A5	- Acredito que sim, tem espécies que podem ser mais limitadas que outras, por serem diferentes.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A6	- Cada espécie é diferente entre si, algumas mais evoluídas que outras.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A7	- É notório que um, a dos seres humanos por exemplo, evoluiu desde o macaco. Evolução pode tratar-se de racionalidade, ou de mudanças de características externas, e até comportamentais.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A8	- Em alguns aspectos sim, outros não, pois algumas espécies possuem habilidades que outras espécies não possuem e vice-versa.	Evolução
A9	- Não sei	Não compreende o assunto:
A10	- Não sei	Não compreende o assunto:
A11	- Não sei	Não compreende o assunto:
A12	- Não sei	Não compreende o assunto:
A13	- Não sei	Não compreende o assunto:
A14	- Não sei	Não compreende o assunto:
A15	- Não sei	Não compreende o assunto:
A16	- Não sei explicar.	Não compreende o assunto:
A17	- Não sei explicar.	Não compreende o assunto:
A18	- Não sei.	Não compreende o assunto:
A19	- Não sei.	Não compreende o assunto:
A20	- Não sei.	Não compreende o assunto:
A21	- Não, não acredito muito em evolução.	Afirmação negativa sem explicação
A22	- Não, não sei explicar.	Afirmação negativa sem explicação

<b>A23</b>	- Não. Cada espécie evolui para sobreviver, por isso cada espécie evoluiu de formas diferentes, existem espécies mais evoluídas para determinada situação.	Evolução
<b>A24</b>	- O ser humano se dá como espécie dominante do planeta por conta da capacidade de pensar, sendo assim mais evoluído nesse quesito, mas em outro, como caçar por exemplo, existem animais que se sobressaem aos humanos, então pra mim é uma questão de perspectiva.	Evolução
<b>A25</b>	- Sim as espécies evoluem de acordo com o habitat, clima ou situações extremas. Então a evolução das espécies depende das condições de sua sobrevivência.	Afirmação positiva em razão do transformacionismo
<b>A26</b>	- Sim mas não sei explicar.	Afirmação positiva, sem explicação
<b>A27</b>	- Sim os seres humanos são os mais evoluídos e estão mais evoluído que todas as espécies.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A28</b>	- Sim pois umas pensam mais que as outras.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A29</b>	- Sim, acredito que as espécies com uma capacidade racional melhor sejam mais evoluídas.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A30</b>	- Sim, acredito que há espécies que saibam lidar melhor do que outras tipo quando falamos de um animal ser mais inteligente que outro.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A31</b>	- Sim, as espécies são mais evoluídas como: humanos são mais evoluídos que todos os animais, são mais evoluídos que um sapo por exemplo e assim consequentemente.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A32</b>	- Sim, as espécies tem diferentes características, levando em consideração uns são racionais e outras não.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A33</b>	- Sim, Assim como nós (Homo sapiens) temos um cérebro mais evoluído do que o de uma pomba, por exemplo.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A34</b>	- Sim, assim como nós humanos, que evoluíram a cada passar dos tempos, outras espécies de animais envolvem também, um exemplo é a girafa, que evoluiu seu coração para ser maior e aguentar a pressão de abaixar seu longo pescoço e levantar em seguida sem forçar seu coração.	Afirmação positiva em razão do transformacionismo
<b>A35</b>	- Sim, até porque basicamente temos toda uma história de evolução contínua. Cada espécie teve seu processo ou tem. O ser humano é uma prova de que evoluiu seus extintos até o raciocínio.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A36</b>	- Sim, conforme o bioma onde eles vivem eles se adaptam.	Afirmação positiva em razão do transformacionismo
<b>A37</b>	- Sim, conforme o passar dos anos as espécies foram sofrendo mutações e foram evoluindo.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A38</b>	Sim, é possível dizer que nós seres humanos somos mais evoluídos que as bactérias por termos sistema respiratório, sexualidade, sistema digestivo. O que as bactérias não tem.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A39</b>	- Sim, entretanto a maioria das espécies é apenas diferente, se adaptando ao que seu meio demanda, e diferente não é necessariamente inferior.	Afirmação positiva em razão do transformacionismo:
<b>A40</b>	- Sim, evoluídas de pequenos para grandes, de inteligência, de imagem, de formação de corpos etc.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A41</b>	- Sim, exemplo, nós somos mais “evoluídos” que o macaco e outros animais.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A42</b>	- Sim, há alguns mais evoluídos como os seres humanos e algumas menos como alguns animais etc.	Afirmação positiva em razão do finalismo

<b>A43</b>	- Sim, há espécies que evoluíram muito ao passar dos tempos e também há aquelas que entraram em extinção, não tem mais sua evolução e reprodução.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A44</b>	- Sim, há muitos exemplos um deles somos nós humanos, entre vários outros exemplos.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A45</b>	- Sim, há seres que possuem algumas habilidades a mais que outros, algo que foi se desenvolvendo com o tempo. Por exemplo, existem seres racionais e irracionais, a dúvida que nos resta é seres irracionais agem realmente sem pensar	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A46</b>	- Sim, mas não saberei explicar.	Afirmação positiva, sem explicação
<b>A47</b>	- Sim, mas não sei explicar.	Afirmação positiva, sem explicação
<b>A48</b>	- Sim, mas não sei explicar.	Afirmação positiva, sem explicação
<b>A49</b>	- Sim, mas não sei explicar.	Afirmação positiva, sem explicação
<b>A50</b>	- Sim, mas não sei explicar.	Afirmação positiva, sem explicação
<b>A51</b>	- Sim, mas não sei explicar.	Afirmação positiva, sem explicação
<b>A52</b>	- Sim, na minha opinião sim por que se todos nós fossemos iguais existiria só uma espécie e não diversas.	Afirmação positiva, sem explicação
<b>A53</b>	- Sim, não sei explicar	Afirmação positiva, sem explicação
<b>A54</b>	- Sim, não sei explicar	Afirmação positiva, sem explicação
<b>A55</b>	- Sim, nós humanos somos mais evoluídos que animais e os animais que são mais evoluídos que plantas. Uma questão de racionalidade.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A56</b>	- Sim, nós humanos somos mais evoluídos que os animais, já que conseguimos fazer mais coisas que os animais e temos mais movimentos, então na minha opinião somos mais evoluídos.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A57</b>	- Sim, nós seres humanos somos um pouco mais evoluídos que alguns animais.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A58</b>	- Sim, o ser humano tem uma certa dominância sobre todos os outros seres, sendo assim, as outras espécies (animais, flora, etc) são menos racionais e mais movidas a instintos. Não diria “evoluída” mas diferenciada.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A59</b>	- Sim, o tempo vai passando e as espécies vão evoluindo as células.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A60</b>	- Sim, os macacos eles evoluíram mais do que as outras espécies.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A61</b>	- Sim, os primatas que são macacos alguns consegue usa os dedos para abrir os alimentos e outros não.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A62</b>	- Sim, pois alguns animais vieram ao mundo antes de outros e portanto começaram a evoluir primeiro. - Nós seres humanos, por exemplo, chegamos ao mundo depois dos macacos e eles evoluíram primeiro.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A63</b>	- Sim, pois existem diversas espécies, em que uma estão acima das outras por dependerem de uma outra espécie para sobrevivência.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A64</b>	- Sim, pois existem espécies mais evoluídas como a nossa espécie que está em constante evolução evoluindo a cada geração que passa tanto como acredito que é por isso que a tecnologia tem uma grande evolução a cada ano.	Afirmação positiva em razão do finalismo
<b>A65</b>	- Sim, pois não sei explicar.	Afirmação positiva, sem explicação

A66	- Sim, por exemplo: ser humano e cachorros, o ser humano pode interferir em seus instintos e ações, já os cachorros não.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A67	- Sim, por que existem muitas espécies mais evoluídas que as outras por exemplo os seres humanos que a cada ano que passa estão mais desenvolvidos.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A68	- Sim, porém não sei explicar.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A69	- Sim, porque algumas espécies tem o metabolismo mais acelerado do que as outras.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A70	- Sim, se formos comparar a mentalidade de uma galinha e a de um cachorro são diferentes. A galinha é bípede e é uma ave, já o cão é quadrúpede e é um canino. Ambos eles evoluíram, mas não para iguais.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A71	- Sim, tem espécies que são mais desenvolvidas que a outra.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A72	- Sim, tem espécies que são mais evoluídas do que as outras. São mais espertas, mais rápidas.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A73	- Sim, um exemplo são as águias que quando filhotes precisam de mãe para se alimentar.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A74	- Sim. Nós seres humanos por exemplo somos mais evoluídos do que outros seres vivos, já temos o uso da tecnologia.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A75	- Sim. Por que se não existiria uma espécie.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A76	- Uma série bem evoluída é o ser humano os macacos, peixes.	Afirmação positiva em razão do finalismo
A77	Um aluno não respondeu.	

**Questão 3 “Você concorda que nós, seres humanos, somos descendentes dos macacos? Explique.”**

**OBJETIVO / TEMA:** Verificar os conhecimentos dos alunos sobre ancestralidade comum, mas também a evolução, com foco na evolução humana.

**ASPECTOS DE CATEGORIZAÇÃO:**

- Afirmação positiva, sem explicação: O aluno acredita que os humanos descenderam dos macacos, mas não sabe explicar;
- Afirmação positiva e verificação de semelhanças: O aluno acredita que os humanos descenderam dos macacos e compartilham semelhanças entre eles;
- Não compreende o assunto: o aluno não tem bases para responder à questão;
- Contradição: O aluno apresenta mais de uma ideia para explicar a questão e essas ideias se conflitam;
- Afirmação negativa, criacionismo: O aluno não compreende relação de parentesco entre homens e macacos e acredita que Deus criou cada um de forma individual;

➤ Relação de parentesco: o aluno compreende a relação de parentesco entre homens e macacos a partir de um ancestral em comum.		
<b>RESPOSTAS OBTIDAS – unidade de registro</b>		<b>ASPECTOS DE CATEGORIZAÇÃO</b>
<b>A1</b>	- Acho que sim, porque parece bem, é o único animal que apresenta mais um ser humano.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A2</b>	- Acredito que não, porém, acho que temos semelhanças e coisas que podem estar interligadas.	Relação de parentesco
<b>A3</b>	- Ainda não tenho uma opinião a respeito disso.	Não compreende o assunto
<b>A4</b>	- Bom pra ser sincera não sei muito desse assunto.	Não compreende o assunto
<b>A5</b>	- Concordar que não concordo, porém tem algumas características em comum.	Relação de parentesco
<b>A6</b>	- Concordo, em muitos projetos é aplicada uma imagem muito conhecida do macaco ao homem porém não foi rápido como ela ilustra, e eu concordo por pesquisar mais afundo e ver tantos bilhões de anos se passarem para chegarmos até a forma atual, que se estabeleceu como a melhor atualização.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A7</b>	- Concordo, pois em alguns estudos dá para perceber várias semelhanças entre os homens e os macacos, então na minha opinião somos sim descendentes de macacos por causa das semelhanças.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A8</b>	- Em relação à ciência, pode-se dizer que nossos ancestrais tem características semelhantes aos macacos, então sim. Se levarmos em consideração aos milênios de anos que evoluímos.	Contradição
<b>A9</b>	- Eu acredito que talvez somos, através dos macacos foram evoluindo e chegamos em nós seres vivos.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A10</b>	- Eu não concordo, pois acredito que a nossa origem veio de outro meio.	Contradição
<b>A11</b>	- Eu não tenho certeza mas acho que partimos do macaco e a espécie foi evoluindo até o que conhecemos como homosapiens.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A12</b>	- Não acredito 100% por ser cristão, mas acredito que há sim uma possibilidade bem grande de essa ser a real hipótese.	Contradição
<b>A13</b>	- Não descendentes, eu diria que temos características parecidas, mas que não somos descendentes deles.	Relação de parentesco
<b>A14</b>	- Não pois acredito na bíblia.	Afirmação negativa, criacionismo
<b>A15</b>	- Não pois acredito no criacionismo.	Afirmação negativa, criacionismo
<b>A16</b>	- Não por que Deus criou cada um individualmente.	Afirmação negativa, criacionismo
<b>A17</b>	- Não porque houve um outro criador e somos da criação.	Afirmação negativa, criacionismo
<b>A18</b>	- Não sei	Não compreende o assunto
<b>A19</b>	- Não sei explicar.	Não compreende o assunto
<b>A20</b>	- Não sei.	Não compreende o assunto
<b>A21</b>	- Não sei.	Não compreende o assunto

A22	- Não tenho certeza, mas há grande possibilidade de sermos já que conseguimos identificar alguns traços parecidos.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A23	- Não tenho opinião sobre isso.	Não compreende o assunto
A24	- Não tenho uma opinião formada sobre esse assunto.	Não compreende o assunto
A25	- Não, acredito cientificamente que não somos evolução dos macacos.	Relação de parentesco
A26	- Não, acredito que a cada evolução de qualquer espécie, evolui totalmente, deixa de ser aquilo que era para ser algo novo. Se fôssemos descendentes dos macacos, eles não deveriam mais existir.	Contradição
A27	- Não, acredito que fomos criados por Deus.	Afirmação negativa, criacionismo
A28	- Não, do pó viemos e para o pó retornaremos.	Afirmação negativa, criacionismo
A29	- Não, eu acredito que fomos feitos por Deus, como seres de sua própria semelhança.	Afirmação negativa, criacionismo
A30	- Não, eu creio que houve um criador e nós somos a criação.	Afirmação negativa, criacionismo
A31	- Não, mas é muito provável que tenhamos um ancestral comum.	Relação de parentesco
A32	- Não, nós evoluímos dos neandertais.	Contradição
A33	- Não, nunca vi um macaco evoluindo para humanos.	Relação de parentesco
A34	- Não, os macacos podem ser os seres com mais semelhanças aos humanos, mas não quer dizer que “viemos” deles. Acredito no cristianismo.	Afirmação negativa, criacionismo
A35	- Não, os seres humanos e os animais foram criados separadamente por Deus. Sou cristão.	Afirmação negativa, criacionismo
A36	- Não, pois acredito de outra forma, que houve um criador e nós somos a criação.	Afirmação negativa, criacionismo
A37	- Não, pois acredito que tudo que há na Terra foi criado por Deus inclusive nós seres humanos, acredito que vinhamos do pó da Terra e tenho certeza que pra ele retornaremos.	Afirmação negativa, criacionismo
A38	- Não, pois foi Deus que criou tudo.	Afirmação negativa, criacionismo
A39	- Não, pois não temos anatomia dos macacos. Nós humanos somos descendentes do australopithecus e esse sim é descendente do macaco.	Contradição
A40	- Não, pois nós somos vivos desde o estado da pedra, como uma evolução sucessora e antecessora do australopithecus.	Contradição
A41	- Não, porém estudos dizem que viemos de uma espécie similar ao macaco.	Relação de parentesco
A42	- Não, porém, apresentamos características familiares com as dos macacos, em referência a “aparência”, talvez somos baseados neles mas totalmente diferentes.	Relação de parentesco
A43	- Não, porque Deus criou todos os seres vivos, e depois fez o homem à sua imagem e semelhança. Essa é a minha fé, de acordo com a palavra dele.	Afirmação negativa, criacionismo
A44	- Não, sou criacionista, acredito que fomos criados por um ser supremo.	Afirmação negativa, criacionismo
A45	- Não, talvez em alguma época agíamos parecido.	Relação de parentesco
A46	- Não. Acredito que isso se trate de uma evolução racional, não uma evolução de espécie, se não, não seria	Contradição

	necessário a reprodução de espécies humanas. Acredito que a evolução tenha vindo de aprender e criar costumes.	
A47	- Não. Acredito que só temos características parecidas mas não acho que somos descendentes deles.	Relação de parentesco
A48	- Não. Existem várias teorias em relação à existência do homem, tanto científicas como religiosas. Cabe a nós escolher em qual delas se fundamentar.	Contradição
A49	- Não. No passado a forma dos seres humano se comunicar, andar, comer era parecido.	Relação de parentesco
A50	- Os dois, eu acredito sim que nós seres humanos viemos dos macacos mas também acredito que somos frutos do adão e eva e como Deus quis que multiplicarmos e assim até hoje aumentando a população.	Contradição
A51	- Primeiramente, por minha opinião sendo eu Júlia não, eu não acredito nisso porque não me sinto descendente de macaco, e segundo eu não acredito também porque eu acredito de Deus criou todas as coisas inclusive nós seres humanos.	Afirmação negativa, criacionismo
A52	- Sim pois somos iguais, temos quase as mesma características pois somos mais evoluídos do que eles.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A53	- Sim, acredito que durante anos e anos de evolução fez com que, de alguma forma, houvesse uma mutação, criando a espécie humana como é hoje.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A54	- Sim, conseguimos atingir um bom porte no nosso sistema nervoso.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A55	- Sim, eu acho que além de semelhança somos bastante iguais aos macacos.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A56	- Sim, levando em consideração dos estudos, pesquisas, amostras, sobre as semelhanças de ambos e talvez sobre o fato de não acreditar muito que viemos as “lama”, ou a questão da mulher ter sua origem da costela de um homem não trás a sensação de inferioridade.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A57	- Sim, mas não sei explicar.	Afirmação positiva, sem explicação
A58	- Sim, mas não sei explicar.	Afirmação positiva, sem explicação
A59	- Sim, mas uma espécie de macacos diferente dos macacos comuns.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A60	- Sim, na verdade temos parentesco com o macaco mais não evoluímos diretamente do macaco.	Relação de parentesco
A61	- Sim, pelo cladograma	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A62	- Sim, pelo cladograma que foi passado através da biologia para nós.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A63	- Sim, pois com a evolução, os macacos fizeram parte da classificação do homem, passando por etapas até chegar ao homem.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A64	- Sim, pois há muitas teorias que nos fazem acreditar nessa evolução científica.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A65	- sim, pois na época das cavernas os homens agiam como se fossem macacos e com o passar dos anos foram evoluindo cada vez mais. - Não sei explicar.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
A66	- Sim, pois nós seres humanos somos a evolução dos macacos.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças

<b>A67</b>	- Sim, pois nossas características são bem parecidas como nós humanos.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A68</b>	- Sim, pois temos algumas características em comum.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A69</b>	- Sim, pois temos semelhanças em algumas coisas.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A70</b>	- Sim, por que há muitos anos atrás os macacos foram evoluindo começaram a ter menos pelos e a andar com as duas pernas não com as quatro.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A71</b>	- Sim, por que na pré-história começo com os macacos e foi evoluindo até hoje.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A72</b>	- Sim, porque a gente tem características em comum.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A73</b>	- Sim, temos a mesma altura, as mãos e pensamentos poucos iguais.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A74</b>	- Sim, todo ser vivo descende de alguma coisa, temos muitas semelhanças com os primatas, como crânio, ossos e algumas ações que nos assemelham a eles.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A75</b>	- Talvez, acredito que seja uma teoria mais provável.	Afirmação positiva e verificação de semelhanças
<b>A76</b>	- Vai depender do ponto de vista. Se for pelo lado científico sim, agora se for pelo lado religioso não somos descendentes dos macacos.	Contradição
<b>A77</b>	Um aluno não respondeu	

**APÊNDICE E – Produto pedagógico a ser utilizado pelo professor em sala de aula.**



**Sequência didática para o ensino da  
Sistemática filogenética aos alunos da 3ª série  
do Ensino Médio**

Discente: Regina de Castro  
Profa. Orientadora: Vera Nisaka Solferini



## Apresentação

### Caro (a) professor (a),

Este material foi elaborado para auxiliá-lo em suas aulas sobre Sistemática Filogenética aos alunos da 3ª série do Ensino Médio.

Nele, você poderá retomar conceitos importantes sobre o tema, receber orientações de como desenvolver as atividades sugeridas na sequência didática (SD) e o que se espera do aluno ao desenvolver a proposta.

Com a execução da sequência didática, espera-se oferecer aos alunos a oportunidade de vivenciarem um comportamento investigativo através da observação, coleta, registro, tratamento e análise de informações. Também, proporcionar interação entre os alunos e professor, resultando na construção e reconstrução de conceitos específicos da Sistemática Filogenética.



Figura 2: Manuscrito de Darwin da "Árvore da vida".

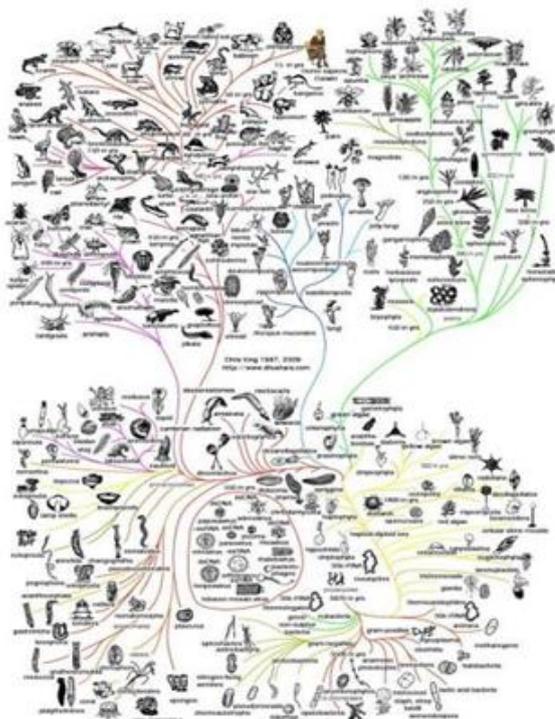


Figura 3: A árvore da evolução.

### SUMÁRIO

Introdução a Sistemática Filogenética	5
Construindo uma árvore filogenética	8
Principais conceitos da Sistemática Filogenética	12
Orientações para aplicação da SD	14
Material do Aluno	16
Respostas esperadas	23
Referências Bibliográficas	29

## INTRODUÇÃO

### A Sistemática Filogenética

O ser humano, ao longo de toda a sua história, não dispensou esforços no sentido de organizar e classificar a diversidade biológica existente em nosso planeta.

Acredita-se que Platão tenha sido o primeiro a contribuir com o que chamamos hoje de "Sistemática Filogenética". Elencou seres em grupos naturais, reflexo de essências imutáveis, eternas e perfeitas, e grupo não-naturais, não refletem tais essências. Dessa forma, sua contribuição ficou mais restrita ao campo da filosofia.

Já Aristóteles, considerado precursor da biologia comparada e da zoologia, a partir da observação dos fenômenos da natureza, considerou como um grupo natural aquele que tivesse causa final única, mas ainda, imutável e eterno.

Foram alguns naturalistas, dentre eles Lamarck, que começaram a contrariar a ideia fixista de Aristóteles, argumentando que os seres sofriam transformações conforme o próprio ambiente se transformava. Também argumentava que a vida teria se iniciado simples, de matéria inanimada e acumulado variações ao longo do tempo, segundo suas "necessidades internas". Estava aí

O precursor do pensamento evolutivo por tornar mais conhecida a ideia não-fixista.

Com a sistematização da teoria da evolução a partir de Darwin e Wallace, as explicações divinas para os padrões observados na natureza foram sendo substituídos por processos naturais. Pesquisadores representantes da taxonomia clássica como Mayr e outros, e de diversas áreas como a genética e a paleontologia, começaram a compreender que os seres que compõem a diversidade biológica refletem a descendência com modificação, ou seja, que as espécies compartilham ancestralidade. A partir de então, foi possível, através de representações gráficas, demonstrar as classificações biológicas.



Figura 4: Darwin e seu pensamento: uma grande árvore demonstrando as relações de parentesco entre os seres vivos.

3

Foi na década de 1960 que um método foi proposto para implementar, de forma objetiva, as relações de ancestralidade e descendência, formando um sistema de classificação que tem como base a história evolutiva dos organismos.

O trabalho de Willi Hennig, entomólogo, foi inovador pois através dele é possível realizar classificação com grande objetividade. Ele privilegiava o resgate da história evolutiva dos seres e suas relações de parentesco a partir da observação de caracteres derivados entre elas: um ancestral comum modifica-se ao longo do tempo e das gerações, permanecendo os seres de forma conectada.

É importante ressaltar que um cladograma representa uma **hipótese** de relações de parentesco entre um grupo de organismos. O ancestral do grupo terá caracteres presentes nos descendentes e estes poderão ser modificados na descendência, passando a apresentar variações que serão herdadas nas próximas gerações.

Essa nova variação ou novo estado do caráter é considerado uma condição derivada, ou seja, surgiu a partir da modificação no estado do caráter previamente presente na linhagem ancestral.

À condição mais recente, Hennig denominou de "**apomorfia**" e de "**plesiomorfia**", a condição mais antiga.

Já uma **apomorfia**, que pode ser compartilhada por dois ou mais grupos, é chamada de **sinapomorfia**. Apenas esses caracteres derivados compartilhados determinam as relações filogenéticas dos grupos.

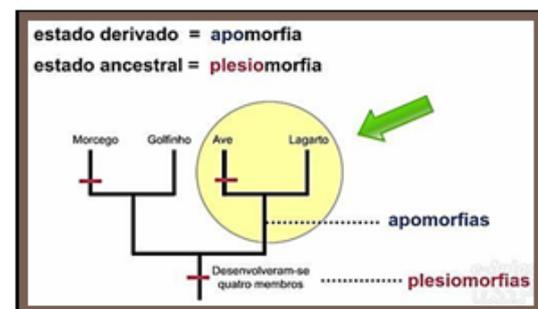
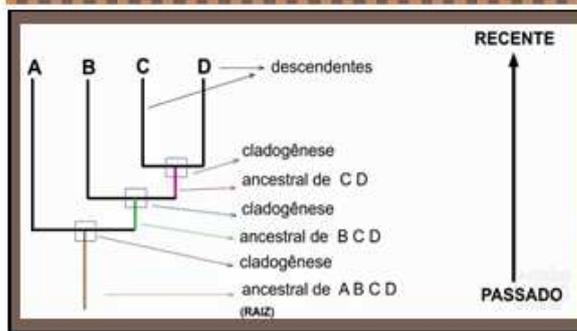


Figura 7: Considerando a análise do agrupamento destacado no círculo em amarelo, os caracteres presentes em aves e lagartos estão distantes do ancestral desta linhagem, ou seja, são caracteres apomórficos. Fonte: Lovo, 2014

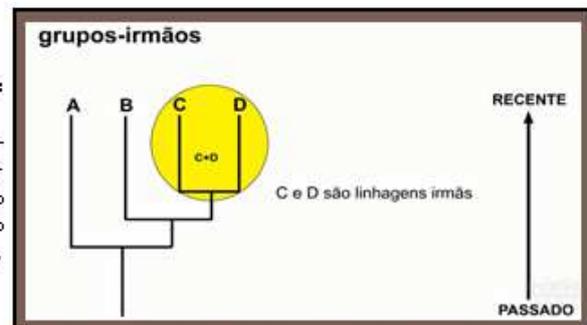
6



**Figura 6:**

Representação de um cladograma que tem um sentido temporal. Ao longo do tempo, esta linhagem acumula mudanças (anagênese) e que vão sendo acumuladas pelos indivíduos até que essa população sofra uma quebra na sua coesão: evento cladogenético (processo de especiação). Uma ruptura do ancestral hipotético dá origem a duas linhagens: A e ancestral de BCD e assim por diante (LOVO, 2014).

**Figura 7:**  
O grande objetivo da cladística é descobrir qual é a hierarquia de grupos-irmãos. São grupos irmãos, neste exemplo, C e D: duas linhagens que se originaram do mesmo ancestral e no mesmo tempo. Dois organismos que estão mais aparentados entre si. (LOVO, 2014).



7

## CONSTRUINDO UMA ÁRVORE FILOGENÉTICA

Para realizar uma inferência filogenética, observe as **seqüências 1 a 6** a seguir. O exemplo utilizado neste material foi adaptado de *Reconstructing trees: A simple example* da Universidade de Berkeley, disponível em [https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics\\_07](https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics_07) (em inglês). Se preferir, acesse o site do *Portal de vídeo-aulas* da Universidade de São Paulo – USP (em português) presente no QR Code abaixo e tenha acesso a outro exemplo de como elaborar uma árvore filogenética:



### Etapas:

1. **Escolha os táxons.** Neste exemplo, serão utilizados os vertebrados mostrados na tabela presente na próxima página.

8

	Vértebra	Esqueleto ósseo	Quatro membros	Ovo amniótico	Pelo	Dois janelas na parte posterior do crânio
Tubarões	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Peixes com raios nas barbatanas	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Anfíbios	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Primates	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Roedores e coelhos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Crocodilos	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Dinossauros e pássaros	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim

**2. Determine os caracteres.** Neste caso, foram utilizados seres de determinado grupo dos vertebrados. Você seleciona um conjunto de características, que parecem ser homólogas, e cria a tabela de dados para registrar suas observações.

Grupo externo	Vértebra	Esqueleto ósseo	Quatro membros	Ovo amniótico	Pelo	Dois janelas na parte posterior do crânio
	Não	Não	Não	Não	Não	Não

**3. Determine o grupo externo.** Ao estudar fósseis e grupos externos intimamente relacionados ao clado de vertebrados, você supõe que o ancestral dos vertebrados não tinha nenhuma dessas características.

9

**4. Agrupe táxons por sinapomorfias.** Como temos uma boa ideia de quais são os caracteres relacionados ao grupo externo, agrupar os táxons não é tão difícil. Podemos começar fazendo a comparação com este grupo e examinando a característica "ovo". Focamos no grupo de linhagens que compartilham a forma sinapomórfica desse caráter, um ovo amniótico (A, abaixo), e levantamos a hipótese de que eles formam um clado (B):

	Vértebra	Esqueleto ósseo	Quatro membros	Ovo amniótico	Pelo	Dois janelas na parte posterior do crânio
Tubarões	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Peixes com raios nas barbatanas	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Anfíbios	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Primates	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Roedores e coelhos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Crocodilos	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Dinossauros e pássaros	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim

**A**

**B**

10

**5. Segue-se agrupando** a tabela em clados de acordo com sinapomorfias (C). Cada grupo é um subconjunto:

**C**

	Vértebra	Esqueleto ósseo	Quatro membros	Ovo amniótico	Pelo	Dois fenestras na parte posterior do crânio
Tubarões	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Peixes com raios nas barbatanas	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Anfíbios	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Primates	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Roedores e coelhos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Crocódilos	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Dinossauros e pássaros	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim

1 2 3 4 5 6

**6. Construa sua árvore.** Com base nos agrupamentos acima, você produz esta árvore:

**D**

11

**Quadro 1.** Principais conceitos da Sistemática Filogenética a serem introduzidos ao longo da atividade (compilação AMORIN, 2002; SANTOS, 2008; LOVO 2014).

<b>Cladograma</b>	Diagrama indicando as relações de parentesco filogenético entre ramos terminais, que podem ser populações, espécies ou grupos monofiléticos específicos. Método que reflete os resultados de um processo evolutivo.
<b>Caráter</b>	Atributos que podem ser morfológico, anatômico, bioquímico, molecular e que eventualmente, poderá ser modificado na descendência, passando a se apresentar com variações, que serão subsequentemente, herdadas nas próximas gerações. Aquilo que foi alterada a forma plesiomórfica de uma estrutura para a forma apomórfica. Como exemplo, pode-se citar: cor de uma flor, formato das folhas de uma planta, tipo de estrutura de locomoção.
<b>Estado de caráter</b>	Modo como um caráter se manifesta: uma flor de cor amarela, plantas com folhas pecioladas, presença de asas.
<b>Homologia</b>	Relação entre estruturas em indivíduos ou espécies distintos, presentes em cada um deles devido a herança dessa estrutura desde a espécie ancestral comum mais recente das duas, transmitida ininterruptamente ao longo das gerações.
<b>Espécie ancestral</b>	Espécie que se partiu, originando duas ou mais populações. Os ancestrais que aparecem no cladograma são hipotéticos.
<b>Plesiomorfia</b>	A condição mais antiga, pré-existente, em uma série de transformação.
<b>Apomorfia</b>	Estado derivado de um caráter em uma série de transformação. Uma apomorfia é uma condição mais recente que outra homóloga, pré-existente, a partir da qual ela se originou.
<b>Simplesiomorfia</b>	Compartilhamento da condição plesiomórfica de um caráter por um conjunto de populações ou de espécies, considerando uma forma apomórfica derivada dela.
<b>Sinapomorfia</b>	Compartilhamento da condição apomórfica de um caráter por um grupo, exclusiva dele.
<b>Novidade evolutiva</b>	Evento de alteração, através de uma mutação, de uma estrutura pré-existente, gerando uma condição nova. A novidade evolutiva pode referir-se ao próprio DNA ou a sua expressão fenotípica.
<b>Matriz de caracteres</b>	Base de dados que sintetiza as observações feitas sobre a condição de um conjunto limitado de caracteres para um determinado conjunto de táxons terminais.

12

**Quadro 1.** Principais conceitos da Sistemática Filogenética a serem introduzidos ao longo da atividade (compilação AMORIN, 2002; SANTOS, 2008; LOVO 2014).

<b>Táxon</b>	Agrupamento cujos elementos são organismos biológicos e cuja definição seja algum tipo de semelhança compartilhada por eles. Táxons podem ser naturais, no sentido de serem <b>monofiléticos</b> e essas semelhanças que os une podem corresponder a <b>sinapomorfias, simplesiomorfias, por exemplo.</b>
<b>Grupo monofilético</b>	Único a possuir a informação completa da história evolutiva. A partir de um ancestral em comum, combina o total de descendentes desse ancestral, compartilhando as características exclusivas oriundas do processo evolutivo.
<b>Filogenia</b>	A história evolutiva de um grupo, incluindo as relações de parentesco entre as espécies ancestrais em vários níveis e as espécies descendentes.
<b>Grupo-irmão</b>	A espécie ou grupo <b>monofilético</b> supra específico mais próximo de um determinado grupo <b>monofilético</b> em foco.
<b>Grupo externo</b>	Toda e qualquer espécie ou grupo de espécies que filogeneticamente não pertença a um grupo supostamente <b>monofilético</b> abordado em um momento de uma análise.
<b>OTU</b>	<i>Operational taxonomic unity</i> (unidade taxonômica operacional). Cada um dos táxons terminais em uma análise: sejam organismos, populações, espécies ou grupos de espécie.

13

## ORIENTAÇÕES

### Sequência Didática — Construção de árvore filogenética



Esta sequência didática poderá ser utilizada no início do desenvolvimento do conteúdo da Sistemática Filogenética, recomendando-se uma abordagem geral sobre o tema. Também poderá ser utilizada como complemento ao que já foi desenvolvido em sala de aula pelo professor. De qualquer maneira, solicita-se que se faça a leitura juntamente com os alunos do texto de apresentação desta sequência didática.

A atividade a ser aplicada aos alunos da 3ª série do Ensino Médio consiste, a princípio, na aplicação de um breve questionário individual (pré-teste) sobre evolução. Seu objetivo é verificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema. Para resolução deste questionário, solicita-se que sejam disponibilizados em torno de 10 a 15 minutos da aula para os alunos responderem às três perguntas.

Através da resolução do questionário, os alunos produzirão hipóteses relevantes que poderão ser confirmadas após a realização de toda a sequência didática.

Em seguida, divididos em grupos colaborativos (de preferência, formados por até 04 alunos), farão a observação de organismos hipotéticos que apresentam certos caracteres. Os alunos elaborarão uma lista destes caracteres e em quais organismos estão presentes. Logo, preencherão uma matriz de caracteres, indicando os táxons, plesiomorfias e apomorfias. Ainda, após esse levantamento, os alunos construirão uma árvore filogenética que represente uma possível relação de parentesco entre os organismos estudados.

14

Ao longo de todo o processo, desde a resolução do questionário individual (pré-teste) até a elaboração das árvores filogenéticas, o professor monitorará a realização da atividade pelos alunos, introduzindo os conceitos básicos e específicos da cladística.

Após a elaboração da árvore filogenética dos organismos hipotéticos, o professor realizará a devolutiva dessa etapa, retomando conceitos que for em pertinentes.

Por fim, solicita-se que seja novamente aplicado o questionário individual (pós-teste) para verificação da aprendizagem dos alunos através da comparação das respostas indicadas por eles no início da sequência didática. Nesse momento, espera-se que os alunos reconstruam seu conhecimento.

**Sua principal tarefa como professor (a) será ensinar aos alunos a importância do estudo da Sistemática Filogenética (cladística) na organização dos seres vivos, tendo a evolução como eixo integrador dos conteúdos na Biologia.**

**Bom trabalho!**



15

## MATERIAL DO ALUNO

### Apresentação—Construção de árvore filogenética

Para iniciarmos esta atividade, é importante que vocês façam uma reflexão sobre os seres vivos ao nosso redor: já pensou em quantas características esses seres apresentam em comum, mesmo entre os seres mais diferentes entre si?

Desta forma, será que podemos dizer que todos os seres vivos existentes neste planeta são aparentados, ou seja, possuem ancestrais em comum?

Podemos tentar solucionar essa questão através da construção de uma árvore de parentesco. Mas, como construir essa árvore?

Nesta atividade, você primeiramente responderá a um questionário e, na sequência, em grupos colaborativos, construirão uma “Árvore Filogenética” e chegarão a resolução de seu problema.

Seu professor estará presente em todas as etapas para orientações necessárias.

Vamos começar?



Figura 8: Os seres humanos e os outros seres vivos.



Figura 9: Diversidade dos seres vivos e ontogenia.

16

## MATERIAL DO ALUNO

Questionário individual—Atividade Construção de árvore filogenética

Nomes: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_



Para iniciarmos nosso estudo, responda o questionário a seguir:

1- O que você entende sobre o termo "ancestral comum?"

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2- Há espécies mais evoluídas do que as outras? Explique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3- Você concorda que nós, seres humanos, somos descendentes dos macacos? Explique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

17

## MATERIAL DO ALUNO

Atividade Construção de árvore filogenética



Nomes: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

1. Analisem os quatro organismos abaixo e deem um nome para cada um deles:



\_\_\_\_\_



Grupo externo



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

18

2. Preenchem a tabela a seguir com os caracteres e em quais organismos estes aparecem:

Exemplo:



Caracteres	Organismos
Pernas	A, B, C *

\* Neste exemplo, os organismos foram identificados pelas letras do alfabeto "A", "B" e "C", mas vocês preenchem a tabela utilizando-se dos nomes que vocês deram aos seres hipotéticos.

### OBSERVAÇÕES DO PROFESSOR



19

3. Preenchem a matriz abaixo indicando os caracteres e os organismos. Faça a codificação dos organismos da seguinte forma (não se esqueça de fazer as comparações com o organismo do Grupo Externo):

- **caráter plesiomórfico**: presente no grupo externo: codificado com o numeral "0"
- **caráter apomórfico**: ausente no grupo externo, aparecendo nos demais seres: codificado pelo numeral "1"

Caracteres	PERNAS					
Grupo Externo (GE)	0					
A*	1					
B*	1					
C*	1					
Agrupamento	ABC*					

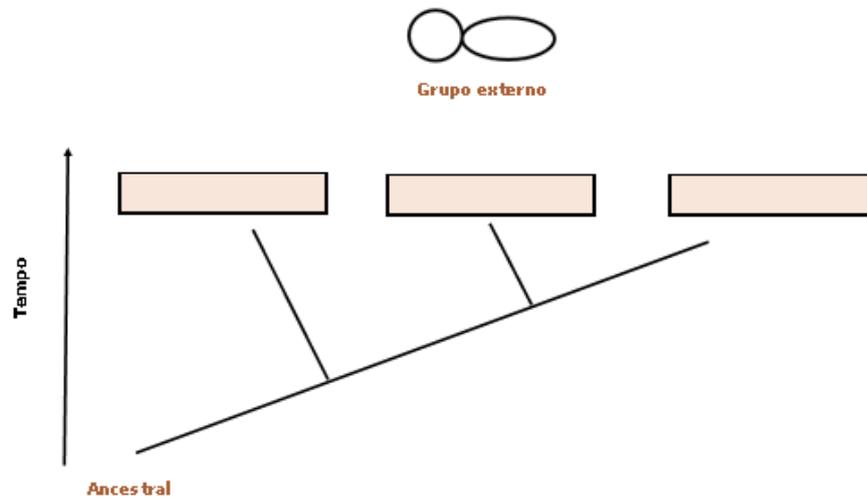
\* Neste exemplo, os organismos foram identificados pelas letras A", "B" e "C", mas vocês preenchem a tabela utilizando-se dos nomes que vocês deram aos seres hipotéticos. Já no agrupamento, utilizem as iniciais dos nomes de seus seres.

### OBSERVAÇÕES DO PROFESSOR



20

4. Por fim, crie uma árvore filogenética que representa a história de ancestralidade entre os organismos estudados, sempre fazendo a comparação com o grupo externo.



**OBSERVAÇÕES DO PROFESSOR**

21

Pronto!

Vocês conseguiram demonstrar uma hipótese de relações de parentesco entre os seres observados.

Agora, conversem com o seu professor sobre a resolução do problema, descrevendo como chegaram na resolução dele.

Após este momento, vocês responderão novamente, de forma individual, aquelas mesmas três questões do início da atividade para comparação de suas respostas e verificação do conhecimento que adquiriram!



**OBSERVAÇÕES DO PROFESSOR**



22

## Respostas esperadas e comentários

### Atividade Questionário individual (pré e pós-teste)

#### 1- O que você entende sobre o termo "ancestral comum?"

Segundo Amorim, (2012), p. 16, "conceito de ancestralidade comum entre espécies passou a estar disponível como elemento ordenador da diversidade", é a partir dele que se originam duas novas espécies semelhantes (descendência com modificação) demonstrando as relações de parentesco. Portanto, tendo como referência um possível ancestral comum, o aluno pode inferir quais espécies foram originadas a partir dele.

#### 2- Há espécies mais evoluídas do que as outras? Explique.

Na verdade, nenhuma espécie é mais evoluída do que a outra, nem melhor ou pior, o que existe são espécies derivadas a partir de um ancestral em comum, espécies devidamente adaptadas ao meio em que vivem. Segundo Darwin (2010) p. 121, "a sobrevivência do mais apto, não leva necessariamente a um desenvolvimento progressivo, apenas se apodera das variações que se apresentam e que são úteis a cada indivíduo nas relações complicadas da sua existência."

#### 3- Você concorda que nós, seres humanos, somos descendentes dos macacos? Explique.

"[...] Darwin, ao propor teoria do ascendente comum, incorporou a espécie humana no reino animal como descendente de ancestrais primatas." (MAYR, 2009, p. 269). Assim, nesta questão há a preocupação em continuar enfatizando o quanto é relevante a compreensão dos termos "ancestral comum" e "descendência com modificação". Como consequência, espera-se que os alunos respondam que não, nós seres humanos não somos descendentes dos macacos, e sim, compartilhamos um ancestral em comum.

Após a resolução do questionário pós-teste, faça a devolutiva da atividade, promovendo discussão e sanando as dúvidas que os alunos apresentaram e que foram identificadas na comparação das respostas ao questionário pré e pós-teste.

23

## Respostas esperadas

### Atividade Construção de árvore filogenética

Após a realização da atividade pelos alunos, espera-se que cheguem a seguinte resolução:

**Exercício 1:** A critério dos alunos. Para fins elucidativos, segue um exemplo:



24

**Exercício 2:** Neste exercício, após a observação dos organismos hipotéticos, os alunos fazem uma lista com os caracteres e em quais organismos estes aparecem:

Os organismos analisados possuem seis caracteres no total, incluindo o caráter "pernas" que já está incluso na lista, servindo como exemplo para a resolução da questão.

Caracteres	Estado de caractere
Pernas	Darwiniano, Henneguiano e Wallaciano.
Manchas	Henneguiano e Wallaciano.
Olhos	Henneguiano e Wallaciano.
Rabo	Darwiniano.
Boca	Henneguiano.
Chifres	Wallaciano.

25

**Exercício 3.** Neste exercício, após a elaboração da lista dos caracteres e em quais seres estes aparecem, os alunos devem preencher a matriz de caracteres conforme a observação dos organismos.

- **caráter plesiomórfico**, aquele que está presente sempre no grupo externo, deverá ser codificado com o numeral "0";
- **caráter apomórfico** é aquele ausente no grupo externo aparecendo nos demais seres e deverá ser codificado pelo numeral "1";

A matriz de caracteres é importante pois através dela podemos formar agrupamentos baseados nas sinapomorfias compartilhadas pelos táxons.

Caracteres Grupo	PERNAS	MANCHAS	OLHOS	RABO	BOCA	CHIFRES
Grupo Externo (GE)	0	0	0	0	0	0
Darwiniano	1	0	0	1	0	0
Henneguiano	1	1	1	0	1	0
Wallaciano	1	1	1	0	0	1
Agrupamento	DHW*	HW*	HW*	D*	H*	W*

\* Foram utilizadas as iniciais dos nomes dos organismos para realização dos agrupamentos.

26

**Exercício 3.** Com a visualização dos estado de caracteres compartilhados pelos táxons, a construção da árvore filogenética se torna mais prática.

Caracteres	PERNAS	MANCHAS	OLHOS	RABO	BOCA	CHIFRES
Grupo Externo (GE)	0	0	0	0	0	0
Darwiniano	1	0	0	1	0	0
Hennequiano	1	1	1	0	1	0
Wallaciano	1	1	1	0	0	1
<b>Agrupamento</b>	<b>DHW*</b>	<b>HW*</b>	<b>HW*</b>	<b>D*</b>	<b>H*</b>	<b>W*</b>

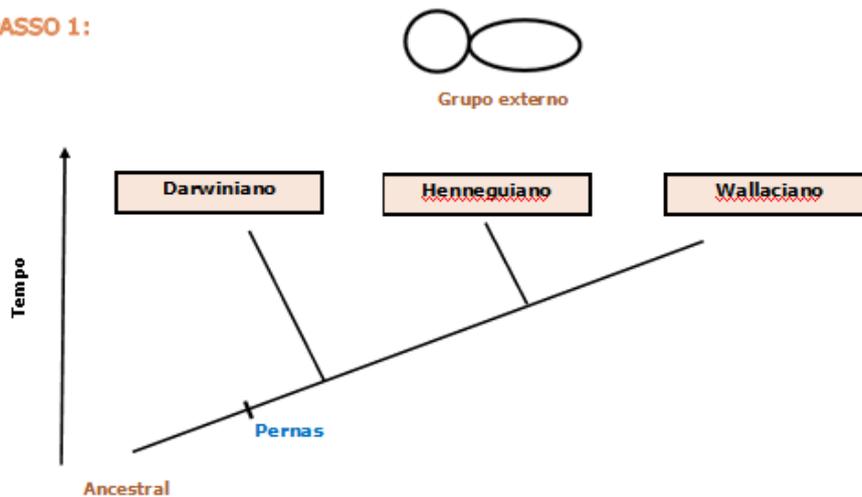
- 1º Agrupamento Darwiniano, Hennequiano e Wallaciano "**Pernas**";
- 2º Agrupamento Hennequiano e Wallaciano compartilham "**Manchas**" e "**Olhos**".

Os outros caracteres ("**Rabo**", "**Boca**" e "**Chifres**") são exclusivos de determinados táxons (Darwiniano, Hennequiano e Wallaciano, respectivamente).

27

**Exercício 4.** Após a elaboração dos agrupamentos realizados no exercício anterior, o próximo passo é inserir os táxons e os caracteres na árvore filogenética desses organismos hipotéticos.

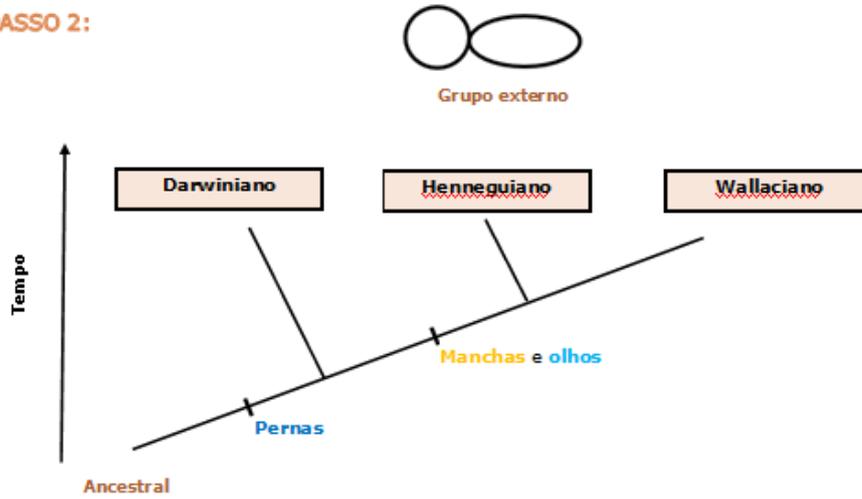
**PASSO 1:**



28

**Exercício 4.** Após a elaboração dos agrupamentos realizados no exercício anterior, o próximo passo é inserir os táxons e os caracteres na árvore filogenética desses organismos hipotéticos.

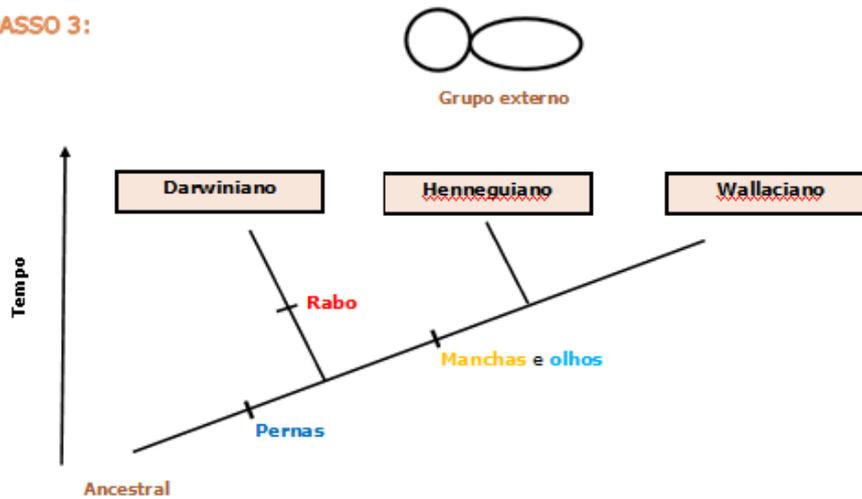
**PASSO 2:**



29

**Exercício 4.** Após a elaboração dos agrupamentos realizados no exercício anterior, o próximo passo é inserir os táxons e os caracteres na árvore filogenética desses organismos hipotéticos.

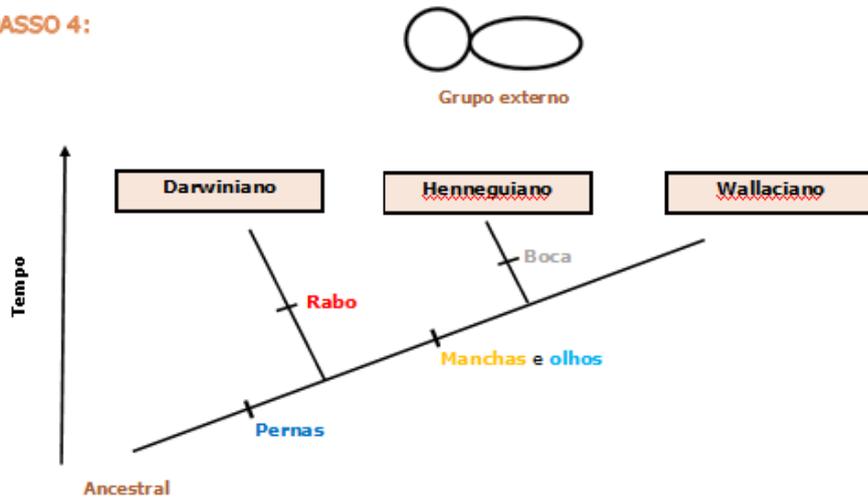
**PASSO 3:**



30

**Exercício 4.** Após a elaboração dos agrupamentos realizados no exercício anterior, o próximo passo é inserir os táxons e os caracteres na árvore filogenética desses organismos hipotéticos.

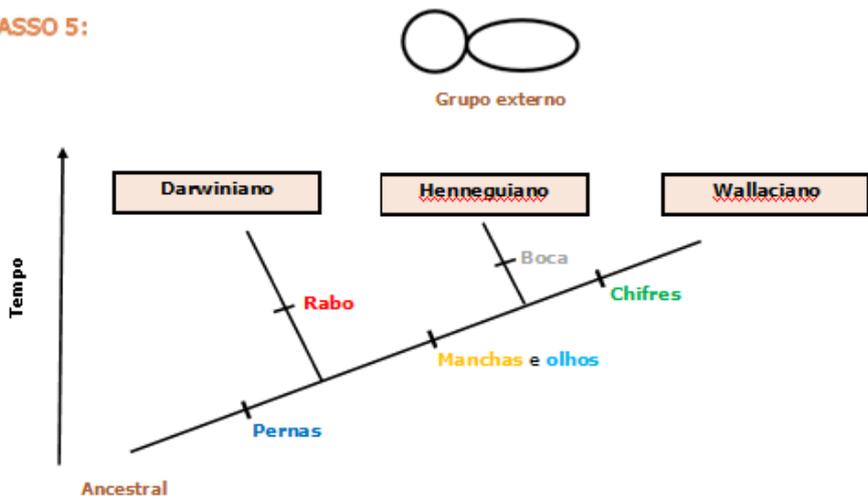
**PASSO 4:**



31

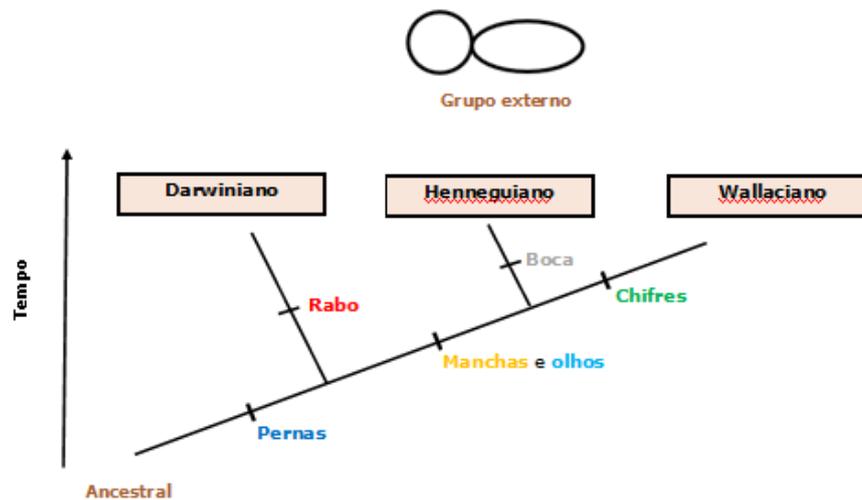
**Exercício 4.** Após a elaboração dos agrupamentos realizados no exercício anterior, o próximo passo é inserir os táxons e os caracteres na árvore filogenética desses organismos hipotéticos.

**PASSO 5:**



32

## Exercício 4.



Esta é a árvore filogenética dos organismos analisados! Com este instrumento, organizamos então os seres vivos em relação ao parentesco evolutivo, comparando características presentes ou não nesses organismos em relação a um possível ancestral: quanto maior for a semelhança com ele, maior é o grau de parentesco.

33

### Referências Bibliográficas

- AMORIM, D.S. **Fundamentos de Sistemática Filogenética** - Ribeirão Preto: Holos, 2002. 156p.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.
- LOPES, W.R. **Ensino de filogenia animal: percepções de estudantes e professores e análise de propostas metodológicas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Zoologia. Biologia Animal. 2008. 140p.
- LOPES, S. G. B. C., HO, F. F. C. **Noções básicas de Sistemática Filogenética - Tópico 4**. Licenciatura em Ciências - USP/Univesp. 2012.
- LOVO, J. **O que é sistemática filogenética**. E-aulas: Portal de vídeoaulas - Universidade de São Paulo - USP, 2014. Disponível em: <http://eaulas.usp.br/portal/video.action?dItem=4596>. Acesso em: 26 jan. 2019.
- SANTOS, C.M.D. **Os dinossauros de Hennig: sobre a importância do monofilismo para a sistemática biológica**. *Scientiae Studia*. São Paulo, v. 6, n. 2, p. 179-200, 2008.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de Biologia: 2º grau**. 3. ed. São Paulo: SE/CENP, 1992. 64p.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Reconstructing trees: A simple example**. Disponível em: [https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics\\_07](https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/phylogenetics_07). Acesso em: 20 abr. 2020.

34

#### Créditos das imagens

Figura 1: **Idealizada por Darwin, Árvore da Vida mostra a evolução das espécies.** Disponível em: <http://cienciaesauade.uol.com.br/ultnot/2009/02/11/arvore-da-vida.html>. Acesso em: 09 abr. 2020.

Figura 2: **A árvore da vida foi redesenhada e a culpa é das bactérias.** Disponível: <https://www.jornalissimo.com/ciencia/563-a-arvore-da-vida-foi-redesenhada-e-a-culpa-e-das-bacterias>. Acesso em: 09 abr. 2020.

Figura 3: **A árvore da evolução.** Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/309195367\\_Artificial\\_Bee\\_Colony\\_Optimization](https://www.researchgate.net/publication/309195367_Artificial_Bee_Colony_Optimization). Acesso em: 14 abr. 2020.

Figura 4: **Darwin.** Disponível em: [https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/2019/02/20190211\\_Darwin.jpg](https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/2019/02/20190211_Darwin.jpg). Acesso em: 09 abr. 2020.

Figuras 5, 6, 7: **Construindo um cladograma.** Disponível em: <http://aulas.usp.br/porta/video.action?itemId=4596>. Acesso em: 26 jan. 2019.

Figura 8: **Os seres humanos e os outros seres vivos.** Disponível em: <http://www.joseeduardomattos.com.br/os%20seres%20humanos%20e%20os%20outros%20seres%20vivos.html>. Acesso em: 09 abr. 2020.

Figura 9: **Diversidade dos seres vivos e ontogenia.** Disponível em: <http://www.casadaciencia.com.br/diversidade-dos-seres-vivos-e-ontogenia/>. Acesso em: 09 abr. 2020.

**ANEXO I – Imagens presentes no Livro “Bio” de Sônia Lopes e Sérgio Rosso, Livro 2 – 2º ano do Ensino Médio e utilizadas para exemplificar uma árvore filogenética à 3ª série A (referência).**

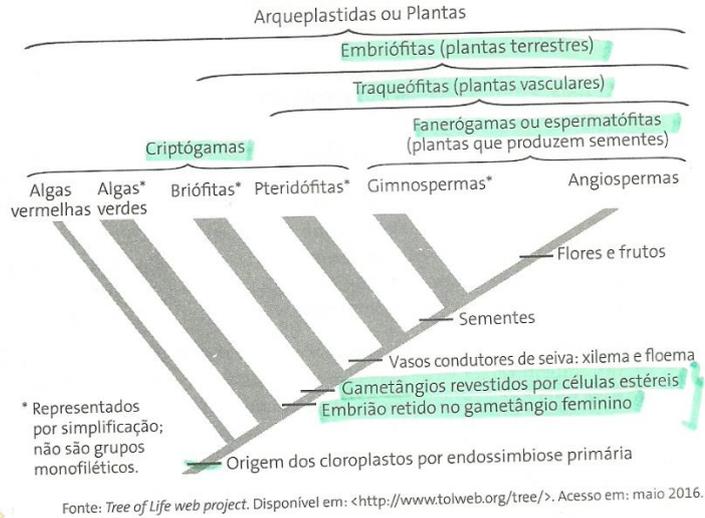


Figura do “Cladograma simplificado das plantas” p. 93, “Capítulo 6 – Evolução e classificação das plantas”

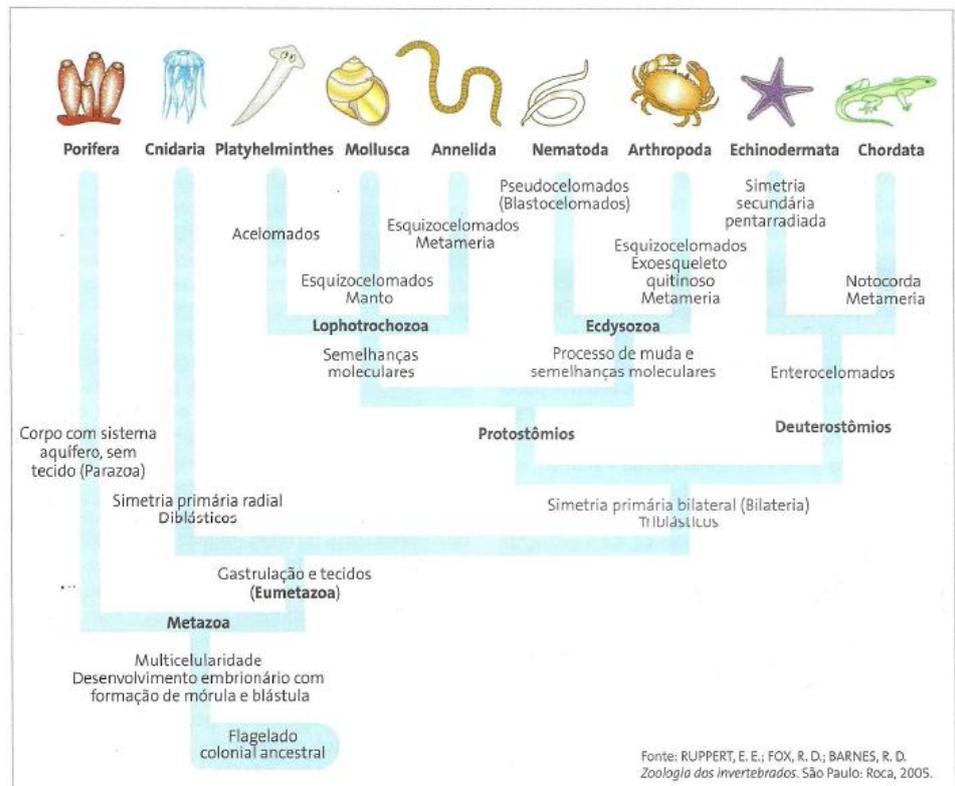


Figura 9.2. Esquema das prováveis relações filogenéticas entre os nove filos animais que serão estudados nesta unidade. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

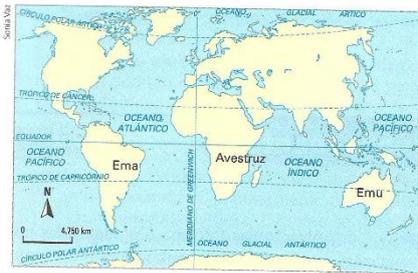
Figura presente na página 161, “Capítulo 9 – Origem, evolução e características gerais dos animais”

**ANEXO II – Exercícios sobre cladística presentes no Livro “Bio” (em destaque vermelho) e que seriam desenvolvidos aos alunos da 3ª série A (referência).**

**Testes**

REGISTRE NO CADERNO

1. (Enem) No mapa, é apresentada a distribuição geográfica de aves de grande porte e que não voam.

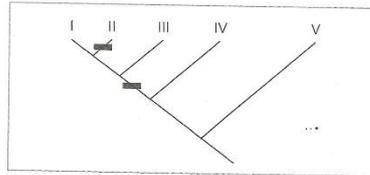


Há evidências mostrando que essas aves, que podem ser originárias de um mesmo ancestral, sejam, portanto, parentes. Considerando que, de fato, tal parentesco ocorra, uma explicação possível para a separação geográfica dessas aves, como mostrada no mapa, poderia ser:

- a) a grande atividade vulcânica, ocorrida há milhões de anos, eliminou essas aves do Hemisfério Norte.
- b) na origem da vida, essas aves eram capazes de voar, o que permitiu que atravessassem as águas oceânicas, ocupando vários continentes.
- c) o ser humano, em seus deslocamentos, transportou essas aves, assim que elas surgiram na Terra, distribuindo-as pelos diferentes continentes.
- d) o afastamento das massas continentais, formadas pela ruptura de um continente único, dispersou essas aves que habitavam ambientes adjacentes.
- e) a existência de períodos glaciais muito rigorosos, no Hemisfério Norte, provocou um gradativo deslocamento dessas aves para o Sul, mais quente.

2. (Fuvest-SP) Um determinado tipo de proteína, presente em praticamente todos os animais, ocorre em três formas diferentes: a forma P, a forma PX, resultante de mutação no gene que codifica P, e a forma PY, resultante de mutação no gene que codifica PX.

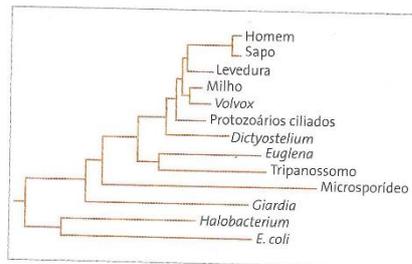
A ocorrência dessas mutações pode ser localizada nos pontos indicados pelos retângulos escuros na árvore filogenética, com base na forma da proteína presente nos grupos de animais I, II, III, IV e V.



Indique a alternativa que mostra as proteínas encontradas nos grupos de animais I a V.

	Proteína P	Proteína PX	Proteína PY
a)	I, IV e V	III	II
b)	IV e V	I e III	II
c)	IV e V	II	I e III
d)	I e II	III	IV e V
e)	I e III	II	IV e V

3. (Ufes) A figura a seguir representa a possível relação evolucionária de diferentes organismos, deduzida a partir de análises bioquímicas usadas para a comparação das sequências nucleotídicas dos genes do RNA ribossômico (subunidade menor) desses organismos.



A partir da análise da figura foram feitas as seguintes afirmativas:

- I. Durante o processo evolutivo desses organismos, os genes responsáveis pelo RNA ribossômico apresentam sequências altamente conservadas, o que torna possível o estabelecimento das relações filogenéticas.

- II. Quanto maior a distância entre esses organismos, maior o número de mutações ocorridas na sequência nucleotídica estudada.
- III. Os vertebrados e os procariontes apresentam um ancestral comum, apesar das diferenças marcantes quanto à sua organização celular.
- IV. As plantas, animais e linhagens de fungos divergem a partir de um ancestral comum, relativamente tarde na evolução das células eucariotes.
- V. O homem e o sapo apresentam entre si um menor grau de homologia da sequência nucleotídica em questão, em comparação àquela existente entre o milho e a levedura.

Considerando as proposições, conclui-se que estão **corretas**:

- a) I, II, III, IV e V.                      d) apenas I e II.  
b) apenas I, II, III e IV.                e) apenas III e V.  
c) apenas I, II e IV.

4. (UFPEL-RS) Carl von Linné (1707-1778), denominado Lineu, em português, através de sua obra *Systema Naturae*, propôs uma forma de denominar os seres vivos por intermédio do que chamou de "unidade básica de classificação" ou *espécie*. Como exemplo, a ave conhecida popularmente como quero-quero é classificada, segundo o modelo de Lineu, como *Vanellus chilensis*.



De acordo com esses conceitos, analise as afirmativas a seguir.

- I. O nome específico de um organismo é sempre composto de duas palavras: a primeira designa o gênero e a segunda, a espécie.
- II. O nome específico do quero-quero é *chilensis* e o nome genérico é *Vanellus*.

III. O nome específico do quero-quero é binominal, e *Vanellus* é seu epíteto específico.

IV. O nome específico do quero-quero é binominal, e *Chilensis*, assim escrito, é seu epíteto específico.

V. A espécie *Vanellus chilensis* inclui o gênero seguido de seu epíteto específico: *chilensis*.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) II e III.                                  c) II e IV.                                  e) II e V.  
b) IV e V.                                  d) I e III.

5. (Ueap) "A sistemática é a ciência dedicada a inventariar e descrever a **biodiversidade** e compreender as **relações filogenéticas** entre os organismos. Inclui a **taxonomia** (ciência da descoberta, descrição e classificação das espécies e grupo de espécies, com suas normas e princípios) e também a **filogenia** (relações evolutivas entre os organismos). Em geral, diz-se que compreende a classificação dos diversos organismos vivos. Em biologia, os sistematas são os cientistas que classificam as espécies em outros táxons a fim de definir o modo como eles se relacionam **evolutivamente**."

*Fundamentos Práticos de Taxonomia Zoológica*, 1994.  
Autor: Papavero, Nelson.

Entre as afirmativas abaixo, qual é a que **não** se adequa às teorias preconizadas sobre a classificação dos seres vivos?

- a) A classificação natural não se baseia apenas na morfologia ou na fisiologia, mas também no desenvolvimento embrionário dos indivíduos, no estudo do cariótipo da espécie, na evolução e distribuição das espécies, no estudo do material genético.
- b) Reino: é um grupo de filos; filos: é um grupo de classes; classes: é um grupo de ordens; ordem: é um grupo de famílias; família: é um grupo de gêneros; gênero: é um grupo de espécies; espécie: é um grupo de indivíduos semelhantes que se reproduzem entre si, gerando descendentes férteis.
- c) A unidade de classificação dos seres vivos é a espécie, termo que designa um conjunto de indivíduos semelhantes entre si e que se cruzam, não produzindo descendentes férteis.
- d) A taxonomia agrupa os animais e vegetais de acordo com seu grau de parentesco.
- e) O termo binomial sugere que o nome científico de uma espécie é formado pela combinação de dois termos: o nome do gênero e o descritor específico.

## ANEXO III – Parecer consubstanciado do CEP – CAAE: 13427019.1.0000.5404.



Continuação do Parecer: 3.454.102

Outros	Carta_resposta.doc	25/06/2019 20:45:05	Regina de Castro	Aceito
Brochura Pesquisa	Projeto_Regina_de_Castro.pdf	25/06/2019 20:44:21	Regina de Castro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termodeconsentimento.doc	25/06/2019 20:43:58	Regina de Castro	Aceito
Outros	MatriculaProfBioReginadeCastro.pdf	09/05/2019 19:27:40	Regina de Castro	Aceito
Outros	carteirafuncionalVNS.pdf	09/05/2019 19:26:08	Regina de Castro	Aceito
Outros	IdentidadefuncionalReginadeCastro.pdf	09/05/2019 19:24:26	Regina de Castro	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	03/05/2019 18:13:31	Regina de Castro	Aceito
Outros	Autorizacaoescola.pdf	09/04/2019 21:58:23	Regina de Castro	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CAMPINAS, 15 de Julho de 2019

---

**Assinado por:**  
**Renata Maria dos Santos Celeghini**  
 (Coordenador(a))

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887  
 UF: SP Município: CAMPINAS  
 Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@fcm.unicamp.br

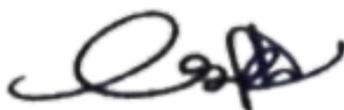
**ANEXO IV - Declaração de que a dissertação ou tese não infringe os dispositivos da lei nº 9610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.**

**Declaração**

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado/Doutorado, intitulada **Sequência didática para o ensino de Sistemática Filogenética aos alunos da 3ª série do Ensino Médio**, não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 30 de outubro de 2020.

Assinatura : \_\_\_\_\_



Nome do(a) autor(a): Regina de Castro

RG n.º 33.409.180-9

Assinatura : \_\_\_\_\_



Nome do(a) orientador(a): Vera Nisaka Solferini

RG n.º 4763396