



CONCEPÇÕES DOCENTES ACERCA DA BIODIVERSIDADE NA PERSPECTIVA DA SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

Teaching conceptions about Biodiversity from the perspective of Phylogenetic Systematic

Rogério Soares Cordeiro [rogerio.cordeiro@ifbaiano.edu.br]

*EnsiPeBio: Grupo de pesquisa em Ensino de Ciências e Biodiversidade
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano
BR 420, s/n, Santa Inês, Bahia, Brasil*

Maria Santana de Castro Morini [mscmorini@gmail.com]

*Núcleo de Ciências Ambientais
Universidade de Mogi das Cruzes - UMC
Avenida Dr. Cândido Xavier de Almeida e Sousa, 200, Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil*

Resumo

Olhar para Biodiversidade sob a ótica da Sistemática Filogenética é garantir que a evolução assuma o *status* central no ensino de Ciências e Biologia. Este artigo tem como objetivo analisar as concepções docentes acerca da Diversidade Biológica na perspectiva cladística, a fim de identificar formação, domínio, aplicação e articulação desses saberes e práticas. A partir de pesquisa quali-quantitativa são discutidas as concepções de participantes que foram obtidas por meio de questionário aberto e análise de seus conteúdos em categorias. Obteve-se a participação de 66 docentes que, a partir da experiência em sala de aula, foram divididos em quatro grupos, entre iniciantes, experientes e formadores. As análises indicam que 93,4% dos participantes tiveram formação inicial em filogenia, sobretudo nos componentes de zoologia e botânica e com a utilização de cladogramas. Os participantes consideram os termos cladogramas, sinapomorfia, apomorfia, Biodiversidade e homologia, como imprescindíveis para compreensão das relações filogenéticas. Entretanto, apresentam equívocos e imprecisões, tanto nas definições quanto nas aplicações conceituais. Os docentes utilizam argumentos pautados em seleção natural, adaptação, cladogênese, anagênese, especiação, variabilidade genética, coevolução, extinções e parentesco para justificarem e estabelecerem relações entre Evolução e Biodiversidade. Mutações não foram mencionadas, em nenhum dos grupos, como uma das fontes de variabilidade genética. Mesmo ante as dificuldades, 74% alegaram usar cladogramas em suas aulas e que este recurso facilita a compreensão e visualização de toda variedade de organismos, além de promover o 'pensamento em árvore'. Defendem que a Sistemática Filogenética é uma forma de integrar o ensino de Biodiversidade, mas que é necessário investir em formação, pois os conceitos são difíceis de serem ensinados, ao ponto de gerar inibição na participação do questionário. Por fim, um caminho promissor pode ser, além de formação continuada, a produção de bibliografias, para educação básica, com a temática.

Palavras-Chave: Ensino de Biologia; Cladística; Currículo; Filogenia.

Abstract

Looking at Biodiversity from the perspective of Phylogenetic Systematics is to ensure that evolution assumes central *status* in the teaching of Science and Biology. This article aims to analyze teachers' conceptions about Biological Diversity from a cladistic perspective, in order to identify formation, mastery, application and articulation of this knowledge and practices. Based on qualitative and quantitative research, participants' conceptions are discussed, which were obtained through an open questionnaire and analysis of its contents into categories. The participation of 66 teachers was obtained who, based on their experience in the classroom, were divided into four groups, including beginners, experienced teachers and trainers. The analyzes indicate that 93.4% of the participants had initial training in phylogeny, especially in the zoology and botany components and with the use of cladograms. Participants consider the terms cladograms,

synapomorphy, apomorphy, Biodiversity and homology, as essential for understanding phylogenetic relationships. However, they present mistakes and inaccuracies, both in definitions and in conceptual applications. Professors use arguments based on natural selection, adaptation, cladogenesis, anagenesis, speciation, genetic variability, coevolution, extinctions and kinship to justify and establish relationships between Evolution and Biodiversity. Mutation was not mentioned, in any of the groups, as one of the sources of genetic variability. Even in the face of difficulties, 74% claimed to use cladograms in their classes and that this resource facilitates the understanding and visualization of all variety of organisms, in addition to promoting 'tree thinking'. They argue that Phylogenetic Systematics is a way to integrate the teaching of Biodiversity, but that it is necessary to invest in training, as the concepts are difficult to be taught, to the point of generating inhibition in participating in the questionnaire. Finally, a promising path can be, in addition to continuing education, the production of bibliographies, for basic education, with the theme.

Keywords: Biology Teaching; Cladistics; Curriculum; Phylogeny.

INTRODUÇÃO

Este artigo é culminância da tese de doutorado do primeiro autor, cujo título foi “Análise de diversidade biológica no contexto de filogenia no ensino médio”. À época, algumas variáveis congruíram para delimitação e recorte temático, sendo, principalmente, a vasta experiência com o ensino de Ciências e Biologia. Esse aspecto que, somado às leituras, vivências acadêmicas, olhar atento e sensibilidade dialógica, levaram os autores a algumas inquietações: i) mesmo o Brasil sendo um país rico em Biodiversidade o tema é subexplorado em aulas de Ciências e Biologia; ii) há poucas integrações da temática com Evolução e que podem ser feitas por meio da Sistemática Filogenética ou Cladística e, iii) é possível que um dos problemas para que isso efetivamente ocorra, esteja associado à formação inicial docente. É neste contexto que surge a motivação para este trabalho.

As inquietações têm endosso na literatura. O Brasil, de fato, é um país biodiverso (Lewinsohn, 2020), e este tema nem sempre é discutido nas aulas de Ciências e Biologia, que ainda privilegiam o caráter fixista, memorístico (Santos & Calor, 2007a; Amorim, 2008) e fragmentado (Krasilchik, 2004), relegando a um segundo plano, discussões que favoreçam a compreensão da Biodiversidade e suas dimensões (MEC, 2006). Documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) preveem que os currículos de Ciências e Biologia sejam orientados dentro de um viés ecológico-evolutivo (MEC, 1998, 2000, 2002) e diversos pesquisadores comungam desta visão (Bizzo, 1994; Roque, 2003; Meyer & El-Hani, 2005; Amorim, 2008; Santos & Calor, 2007a, 2008; Amorim, 2008; Santos & Klassa, 2012; Dalapicolla, Silva & Garcia, 2015). O mais recente documento, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) praticamente negligencia o tema (MEC, 2018).

Um modo de garantir o lugar da Evolução como central no currículo de Ciências e Biologia é por meio da Sistemática Filogenética, o que traz novas oportunidades para inserção de temas como Biodiversidade. No Brasil, a principal referência bibliográfica com a temática é a obra *Fundamentos da Sistemática Filogenética*, de Dalton S. Amorim, com última versão publicada em 2002, cujo público é o ensino superior. É possível que muitos licenciados, formados há mais tempo, não tenham formação adequada (Raw, 2003). Ensinar, a partir das filogenias, é trazer o raciocínio da ancestralidade comum, das relações de parentesco (Santos & Calor, 2007a; Amorim, 2008; Rodrigues, Justina & Meghioratti, 2011; Lopes & Vasconcelos, 2012) e da variabilidade genética como fonte de Biodiversidade (Lévêque, 1999; Maclaurin & Sterelny, 2008; Lewinsohn, 2020). Afinal, a Biologia só faz sentido à luz da evolução (Dobzhansky, 1993).

Diante disso, o objetivo geral deste artigo foi analisar as concepções de docentes de Ciências e Biologia acerca dos conhecimentos sobre Biodiversidade na perspectiva da Sistemática Filogenética e, delimitando-se os objetivos específicos i) descrever os perfis dos participantes, sobretudo formação e experiência docente; ii) analisar o domínio e aplicação de conceitos de Sistemática Filogenética; iii) identificar as diferentes estratégias utilizadas para o ensino de Biodiversidade na perspectiva da Sistemática Filogenética e iv) Relacionar os resultados obtidos que orientam o ensino de Ciências e Biologia.

Biodiversidade e Sistemática Filogenética: conceitos integradores

O termo Biodiversidade foi cunhado em 1986 pelos cientistas Walter G. Rosen e Edward O. Wilson, durante a organização do *Natural Forum on Biodiversity* em Washington e passou a ser mais difundido a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Cnumad), a RIO-92 (Motokane, 2015; Lewinsohn, 2020). A definição mais clássica vem de Wilson (2012):

“A variedade de organismos considerada em todos os níveis, desde variações genéticas pertencentes à mesma espécie até as diversas séries de espécies, gêneros, famílias e outros níveis taxionômicos superiores. Inclui a variedade de ecossistemas, que abrange tanto as comunidades de organismos em um ou mais habitats quanto às condições físicas sob as quais eles vivem” (Wilson, 2012. p. 400).

Biodiversidade refere-se, em especial, a três níveis interligados de hierarquia biológica: a) espécies, cuja identificação e inventário são as formas mais simples de apreciar a diversidade biológica de uma dada área; b) genética, na qual todo o conjunto de informações, presentes num organismo vivo, corresponde às variações gênicas e dos genótipos entre espécies e de cada espécie e c) ecológica, onde os ecossistemas têm as biocenoses e os fatores abióticos, de forma que se diferenciem vários ambientes naturais, como florestas tropicais, recifes de coral, manguezais, savanas, tundras (Lévêque, 1999; Wilson, 2012). Envolve todos os fatores responsáveis pela origem e conservação, em diferentes níveis de hierarquia, dos genes aos ecossistemas (Lévêque, 1999; Sarkar, 2005), da seleção natural à especiação (Maclaurin & Sterelny, 2008). Assim, as definições mais usadas são, predominantemente, de âmbito biológico-ecológico-evolutiva. É necessário pontuar que há explicações outras, que colocam o termo num lugar de polissemia (Nascimento & Motokane, 2023). Outras definições não podem ser ignoradas e cotejam aspectos relevantes para o ensino e que são de cunho cultural-político-econômico (Orozco, 2017; Barzano & Melo, 2019; Nascimento & Motokane, 2023). A Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP), no programa BIOTA/FAPESP, amplia a definição ao incluir a Sistemática Filogenética (Figura 1).

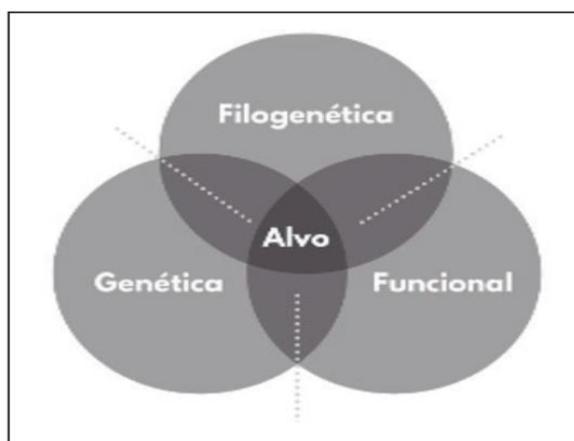


Figura 1 – As dimensões genética, filogenética e funcional da Biodiversidade, de acordo com o programa BIOTA/FAPESP (obtido de Nascimento & Motokane, 2023).

Biodiversidade é produto da evolução, ou seja, é graças à existência de uma grande diversidade genética das espécies, oriunda de recombinação gênica e mutação, proporcionando ou não, aos organismos, sucesso adaptativo aos diferentes tipos de ambientes e eventos que marcaram a história da Terra (Lévêque, 1999), ou seja, demanda organização (Amorim, 2008). Historicamente, as primeiras propostas de classificação dos seres vivos não consideravam relações de parentesco, ideia que coaduna com o sistema proposto por Lineu, em 1735 (Ridley, 2006). Mas, a partir da teoria da Evolução, proposta por Charles R. Darwin e Alfred R. Wallace, que a descendência com modificação e com ancestralidade comum, passou a compor pauta para discussão das fontes de Biodiversidade (Darwin, 1859; Wallace, 1858) e ganhou ainda mais robustez com os conhecimentos advindos da genética, paleontologia e história natural (Marandino, Selles & Ferreira, 2009). A teoria da Evolução tornou-se o paradigma central das Ciências Biológicas (Mayr, 2000; Meyer & El-Hani, 2005). Entretanto, a ausência de um método dificultou o estreitamento das relações entre Biodiversidade e Evolução.

Em 1950, o alemão Willi Hennig publica a obra *Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik*, que é traduzida para o inglês, em 1966, com o título *Phylogenetic Systematic* (Hennig, 1966). Este método traz a propositura para classificação biológica que considera as relações de parentesco e de ancestralidade comum (Darwin, 1859). Surge a Sistemática Filogenética, ciência que estuda a diversidade e classificação dos seres vivos, seus padrões de parentesco e evolução (Raw, 2003; Ridley, 2006) e que se propõe a descrever a Biodiversidade, encontrar padrões de ordenação, discutir os processos subjacentes e apresentar um sistema geral de referência (Amorim, 2002).

Klassa e Santos (2017), em uma publicação que revisa os 50 anos da Sistemática Filogenética, descrevem este método. Basicamente, parte da observação de características no grupo de seres vivos que se pretende estudar e, a partir daí, são listados os caracteres primitivos (plesiomórficos) e os modificados (apomórficos) o que viabiliza a diferenciação (Klassa & Santos, 2017). As características apomórficas que forem compartilhadas serão exclusivas de dado grupo, partindo delas as relações de parentesco. Assim, um grupo natural (monofilético), reúne a espécie ancestral mais recente e todos os seus descendentes, aspecto que pode ser determinado pela presença de caracteres apomórficos compartilhados exclusivamente (sinapomorfias) (Farris, 1983; Hennig, 1966). Os caracteres derivados são atributos semelhantes que surgiram no ancestral comum de grupos genealogicamente relacionados e que se modificam com o passar das gerações e são denominados como homólogias (Santos & Calor, 2007a).

O conceito de homologia é basilar para estudos de Biologia comparada (Nelson, 1994) e imprescindível para compreensão da Sistemática Filogenética. Pode ser definido como a “*ferramenta básica que permite a comparação entre partes de indivíduos distintos*” (Amorim, 2002, p. 20). Um exemplo clássico de órgãos homólogos: “*os ossos rádios presentes no membro anterior de um equino, na asa de uma ave e no braço de um Homo sapiens*” (Santos & Calor, 2007a, p. 3), ou seja, apresentam a mesma origem embriológica, embora assumam diferentes formas e funções no adulto. As hierarquias de homólogias podem ser representadas graficamente sob a forma de árvores filogenéticas, também denominadas de cladogramas (Amorim, 2002; Guimarães, 2005) (Figura 2).

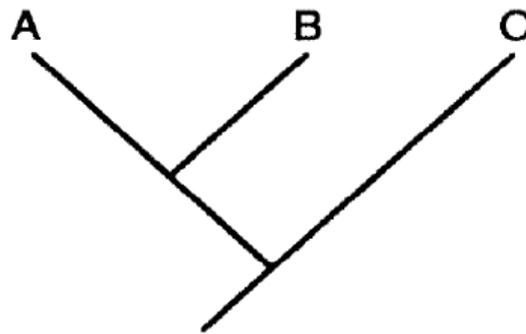


Figura 2 – História evolutiva de três táxons, A, B e C, representados em uma árvore filogenética ou cladograma (Amorim, 2002, p. 62).

Os cladogramas permitem resgatar os conhecimentos sobre as relações de parentesco entre as espécies porque facilitam a visualização (Hennig, 1966). A partir do cladograma presente em Amorim (2002) (Figura 2) e do exemplo dado por Guimarães (2005) é mostrada a relação filogenética entre três táxons terminais: A, B e C que correspondem às Unidades Taxonômicas Ordenadas (UTO). Há ancestralidade comum entre A e B, que não é compartilhada com C, ou seja, A e B são mais aparentados entre si e, juntos com seu ancestral, formam um clado (ramo) que representa o grupo irmão de C. Se forem considerados A, B e C conjuntamente ao seu ancestral comum mais recente, formam outro clado.

Cladogramas possibilitam o “pensamento em árvore”, um modo de ver a Biodiversidade por meio de eventos que ocorreram ao longo da evolução (O’Hara, 1994, 1998). Ademais, não trazem relações de superioridade ou de inferioridade, tampouco de marcha em direção a um progresso (Guimarães, 2005). Ou seja, são potentes aliados para ensinar sobre Biodiversidade em componentes como Ciências e Biologia (Guimarães, 2005; Araújo-de-Almeida, Amorim & Christoffersen, 2007; Santos & Calor, 2007a, 2007b, 2008; Amorim, 2008; Ferreira *et al.*, 2008; Nascimento & Motokane, 2023).

Ensino de Ciências e Biologia na perspectiva da Sistemática Filogenética

O ensino sobre Biodiversidade deve ser mais interessante e agradável aos estudantes, mudando a visão fixista dos livros de Biologia, cujas abordagens são feitas a partir de uma miríade de nomes estranhos (Cirillo, 1999). Para mitigar este tipo de abordagem, a Sistemática Filogenética pode ser uma excelente aliada (Alters & Nelson, 2002; Guimarães, 2005; Santos & Calor, 2007a, 2007b), além de garantir que as concepções evolutivas, de descendência com modificação e ancestralidade comum, estariam diluídas em abordagens diversas e não restrita às contraposições entre Lamarck e Darwin (Roque, 2003).

A partir desta tratativa é assegurado o que preveem documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), as Orientações Curriculares para o Ensino

Médio (OCNEM) e, ainda que com menor ênfase, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Nos PCN, mesmo para o ensino fundamental, em *Vida e Ambiente*, “para apresentação da diversidade da vida, um conceito central neste eixo, privilegia-se os enfoques ambiental e evolutivo” (MEC, 1998, p. 43) e complementa “é importante que os aspectos evolutivos sejam contemplados em diferentes momentos no ensino fundamental, mesmo que a abordagem não seja profunda e direta” (MEC, 1998, p. 43), dentre outras sugestões trans e interdisciplinares.

A primeira versão dos PCN para o Ensino Médio reforça a orientação para o ensino fundamental ao recomendar que exista “uma articulação de conteúdos no eixo *Ecologia-Evolução*” (MEC, 2000, p. 16) e continua “para o estudo da diversidade de seres vivos, tradicionalmente da *Zoologia e da Botânica*, é adequado o enfoque ecológico-evolutivo, ou seja, a *história geológica da vida*” (MEC, 2000, p. 18). Complementarmente, os PCN+, ao tratar da *Contextualização no Ensino de Ciências*, relaciona “a discussão da *Biodiversidade e da codificação genética da vida*” (MEC, 2000, p. 30) e demarca seis temas estruturadores de interesse da Biologia, dentre eles: diversidade da vida, origem e evolução da vida. No mesmo documento, ao delimitar as unidades temáticas, no que tange às ideias evolucionistas e evolução biológica, há um recorte que implica neste artigo “*Traçar as grandes linhas da evolução dos seres vivos a partir da análise de árvores filogenéticas*” (MEC, 2000, p. 51), além de exemplos para conservação da Biodiversidade.

A BNCC, para o ensino fundamental, traz a unidade temática *Vida e Evolução* e, contrariando os PCN, restringe ao nono ano, uma lista de seis habilidades que não menciona, de forma direta a Sistemática Filogenética ou Cladística, mas relaciona às ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin (exclusão de Wallace) como relevantes para explicar a Biodiversidade. Como publicado por Mendes, Rizzo e Mayrinck (2022) o mesmo acontece com o ensino médio, as indicações de abordagens evolutivas aparecem diluídas na segunda competência específica “[...] podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a: *origem da vida; evolução biológica; registro fóssil; exobiologia; biodiversidade; origem e extinção de espécies [...]*” (MEC, 2018, p. 556). A BNCC deixa a desejar, afinal, “*como é possível entender a Biodiversidade de forma evolutiva, sem abordar a Sistemática e os elementos de seu corpus conceitual de forma adequada?*” (Mendes, Rizzo & Mayrinck, 2022, p. 211).

Para além dos documentos, algumas publicações têm sido feitas na tentativa de aproximar a Sistemática Filogenética do ensino de Ciências e Biologia. Considerando-se que o livro didático é a ferramenta mais acessível, democrática e utilizada por docentes e estudantes, trabalhos com essa tratativa é a maioria. Há artigos que analisaram, de forma generalizada, os conteúdos de Sistemática Filogenética nos livros didáticos (Rodrigues, Justina & Meghioratti, 2011; Moraes & Santos, 2013; Ribeiro, Matos & Bertoni, 2021) estabelecendo relações com a história da ciência (Cordeiro & Morini, 2017), dando ênfase na biologia molecular (Silva & Nery, 2020), em eventos macroevolutivos (Santos, Araújo-de-Almeida & Christoffersen, 2010), considerando a Biodiversidade (Cordeiro *et al.*, 2018a), o estímulo ao “pensamento em árvore” (Coutinho & Bartholomei-Santos, 2014), alertando, de forma indispensável, aos recorrentes erros e distorções conceituais (Lopes & Vasconcelos, 2012; Monteiro & Ferreira, 2021) e situando a temática no contexto do novo ensino médio, trazendo desafios e perspectivas (Mendes, Rizzo & Mayrinck, 2022).

Além do livro didático existem artigos que se tornaram basilares quando se trata de ensino de Ciências e Biologia no contexto da filogenia. É o caso da publicação “Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética”, de Santos e Calor (2007a), produção recorrentemente referenciada nos trabalhos que versam sobre o tema. De igual importância para o ensino de filogenia (Amorim, 1999; Hull, 2001; Raw, 2003; Amorim, 2001, Guimarães, 2005; Julius & Schoenfuss, 2006; Araújo-de-Almeida *et al.*, 2007; Meir *et al.*, 2007; Santos & Calor, 2007b e 2008; Amorim, 2008; Ferreira *et al.*, 2008; Lopes, 2008; Santos & Klassa, 2012; Mac Donald & Wiley, 2014; Lopes & Vasconcelos, 2014; Souza & Rocha, 2015; Klassa & Santos, 2017; Klepka & Corazza, 2018; Araújo-de-Almeida *et al.*, 2019) e com propostas de aulas práticas ou alternativas (Schuch & Soares, 2003; Lopes, Ferreira & Stevaux, 2008; Dorvillé *et al.*, 2010; Cordeiro *et al.*, 2018b; Lima, Salles & Mancini, 2020).

O ponto nodal das produções citadas é a defesa do ensino de conceitos evolutivos de forma mais integradora. O enfoque filogenético diminui a memorização ao mostrar que muitas características, algumas já conhecidas dos alunos, sofreram modificações, que podem ser visualizadas claramente nos cladogramas (Santos & Calor, 2007a). É o aspecto visual (Guimarães, 2005) que confere aos cladogramas lugar imprescindível para o estudo de Biodiversidade com viés filogenético (O’Hara, 1994, 1998). Além de serem excelentes recursos para deduzir fenômenos, testar hipóteses (Lopes, 2008), desconstruir a analogia de escada e marcha progressiva (Gould, 1994; Santos, Pugliese & Santos, 2019) possibilitando o *thinking three* (Darwin, 1859; O’Hara, 1998; Mayr, 2000).

METODOLOGIA

Esta pesquisa possui natureza mista, definida por Minayo (2012) como um entremeio científico, alinhando dados quantitativos com explicações qualitativas. É quantitativa porque compara os aspectos numéricos na explicação (Mussi *et al.*, 2019) e qualitativa por envolver a obtenção de informações por meio do contato direto do pesquisador com a situação estudada, com enfoque na compreensão da perspectiva dos sujeitos participantes (Bogdan & Biklen, 2010).

As informações foram obtidas a partir de um questionário com perguntas descritivas e organizado em blocos, dimensões e variáveis (Quadro 1) - um instrumento de pesquisa que permite obter informações baseando-se em indagações de um grupo. Construir um questionário “*consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos*” (Gil, 1987, p. 126).

Quadro 1 – Composição e organização do questionário aplicado aos docentes.

| Blocos | Dimensões | Variáveis |
|--------|-------------------------------|---|
| I | Identificação | Idade, Sexo e Localidade |
| | Formação | Curso, Instituição, Ano de conclusão |
| | Informação | Principais fontes |
| | Atividade Docente | Tempo e etapa de atuação no ensino |
| II | Formação superior | Currículo e Sistemática Filogenética |
| | Conceituação e aplicação | Domínio de conceitos que integram Biodiversidade e Sistemática Filogenética |
| | Ensino de Ciências e Biologia | Estratégias e abordagens da Sistemática Filogenética para ensino de Biodiversidade no ensino de Ciências e Biologia |

Todos os participantes incluídos na pesquisa seguiram uma premissa – alguma experiência na temática e na docência. Assim, foram incluídos estudantes de licenciatura em ciências biológicas, professores com até cinco anos de atuação, professores com experiência superior a cinco anos e, por fim, docentes formadores, ou seja, que atuassem no ensino superior, mais especificamente em cursos de licenciatura em Ciências Biológicas. Os quatro grupos de professores foram acessados diretamente pelo primeiro autor e recebiam, de forma impressa, tanto o questionário quanto o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), sob processo número 30962514.0.0000.5497. Para fins de manutenção de sigilo e facilitação das citações dos excertos, foram codificados. Para validação, o instrumento foi previamente testado por um total de 10 professores.

As questões do questionário foram todas descritivas, ou seja, abertas. Ainda assim, após análise das respostas dos questionários foram discutidas e analisadas à luz da técnica de Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), seguindo três etapas: (1) leitura geral, o que caracteriza uma pré-análise; (2) exploração do material, quando, a partir de cada tema foram identificados aspectos significativos nos depoimentos e nos textos. Esta etapa foi balizada à luz da obra homônima do professor Dalton S. Amorim, na edição revisada e atualizada de 2002, denominada “Fundamentos de Sistemática Filogenética”, sendo o principal referencial bibliográfico relacionado à temática, cujo público é do ensino superior. As categorias, uma vez estabelecidas, também foram comparadas, por meio de estatística descritiva usando quadros, tabelas e gráficos; e (3) análise dos dados buscando o sentido, interpretando-os com base nos principais referenciais teóricos da pesquisa. A autora propõe a Análise de Conteúdo em unidades – categorias, que são construídas segundo reagrupamentos analógicos, ou seja, elementos do texto que compartilham certos caracteres, cujo critério unificador pode ser sintático, ocorrência de signos linguísticos precisos; ou semântico, quando ocorre um mesmo significado num dado contexto (Bardin, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora tenham sido distribuídos 200 questionários, sendo 50 para cada grupo de participante, somente 66 foram devolvidos e atenderam plenamente aos pré-requisitos do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), bem como a premissa de participação – experiência docente. Para sistematizar os resultados e as discussões, as análises foram feitas obedecendo à cadência e composição hierárquica dos itens presentes no questionário, respeitando-se a ordem e temática dos blocos (Quadro 1).

Bloco I: Identificação, formação e atividade docente

As quatro primeiras dimensões buscaram traçar o perfil dos participantes. A faixa etária variou entre 18 a 68 anos, sendo que 70% com até 37. Quanto ao gênero, 65% identificaram-se como feminino e 35% masculino. A maioria (95%) é do estado de São Paulo, os demais do Espírito Santo, Minas Gerais e Piauí. No que se refere à graduação, 78,6% cursaram Ciências Biológicas em universidades particulares e 95% alegaram que usam a *internet* como formação continuada. Entre os participantes ficou nítida a diferença entre idades, tempo de conclusão da graduação, aspectos que implicam na atividade docente, com intervalo de até 40 anos. O tempo de docência culminou na divisão de quatro grupos (Tabela 1). A categorização proposta relaciona-se com as discussões e reflexões sobre formação docente e sobre os currículos praticados pelas Instituições de Ensino Superior (IES) de origem. Excetuando-se os participantes do G04, há prevalência de atuação no Ensino Médio, de escolas públicas, com vínculo efetivo.

Tabela 1 – Organização dos participantes em grupos, considerando o tempo de atividade docente.

| Codificação | Descrição | Totais | |
|---------------|-----------------------------|-----------|------------|
| | | F | % |
| G01 | Estudantes de Licenciatura | 19 | 28,8 |
| G02 | 1 - 5 anos de docência | 13 | 19,7 |
| G03 | 6 anos ou mais de docência | 21 | 31,8 |
| G04 | Formadores / Universitários | 13 | 19,7 |
| Totais | | 66 | 100 |

Bloco II: Sistemática filogenética: formação superior, conceituação e aplicação, ensino de Ciências e Biologia

O segundo bloco foi construído com três dimensões, todas atravessadas por questões ligadas aos conhecimentos de Biodiversidade e suas relações com a Sistemática Filogenética (Quadro 1). As perguntas partiram do acesso aos conhecimentos formais de Biodiversidade e Filogenia durante a graduação, seguindo para o domínio e aplicação de conceitos e, por fim, articulando com as práticas de ensino. Para sistematização, todas as variáveis que compuseram o instrumento de obtenção de informações serão explicitadas.

A primeira pergunta “*As disciplinas ministradas no seu curso de graduação traziam enfoque filogenético?*”. A maioria respondeu “*Sim*” (93,4%) e mencionaram 12 disciplinas com maior visão filogenética: Zoologia (20,9%), Botânica (15,2%), Teoria da Evolução (14,2%), Fundamentos da Sistemática e Taxonomia (12,3%), Paleontologia (8,1%), Genética (6,2%), Ecologia (5,7%), Anatomia e Fisiologia Comparadas (5,2%), Embriologia (4,7%), Geologia (3,3%), Microbiologia (2,8%) e Biologia Molecular (1,4%).

Dentre os participantes, 90% alegaram que aprenderam sobre Biodiversidade utilizando cladograma. Como previsto inicialmente, aqueles que estão formados há mais tempo, neste caso, mais de 10 anos, não tiveram formação em filogenia (10%). Raw (2003) aponta estas lacunas como um “círculo vicioso”, que vai da formação inicial à continuada. Para o autor, uma alternativa seria oferecer componentes da Sistemática desde o início do curso superior, com *status* de disciplinas como evolução e ecologia. Amorim (2008) lembra que com pouco material disponível em português, não é possível garantir formação e domínio de conceitos satisfatoriamente. Há produções mais recentes para educação básica, como o caso do livro ‘*Filogenética: primeiros passos*’, de Sonia Pantoja (2015), mas com críticas, inclusive acerca de imprecisões conceituais (Klassa & Santos, 2017). Considerando as relações entre a formação superior e o modo como os conhecimentos sobre filogenia foram construídos, propõem-se, a partir deste ponto do trabalho, análises comparativas entre os diferentes grupos participantes. Neste sentido, a dimensão “Conceituação e aplicação” é mais densa, pois tencionou analisar as concepções e aplicações dos conceitos.

A segunda pergunta: “*O que significa, para você, o termo Filogenia?*”. Para Rodrigues, Justina e Meghioratti (2011) a filogenia, exatamente por ter como premissa inferências da história evolutiva, é a forma mais ‘natural’ e conveniente para interpretar os seres vivos. A filogenia trata do percurso evolutivo de um grupo, incluindo as relações de parentesco entre suas espécies ancestrais, e as espécies descendentes

(Amorim, 2002). Tendo em vista essas observações, as respostas elaboradas pelos professores sobre essa questão foram categorizadas como “Corretas” (66,7%), “Parcialmente Corretas” (20%) e “Incorretas” (2%). Considerando que a maioria definiu corretamente, foi proposta uma segunda pergunta, com maior abrangência, uma vez que incluiu a Sistemática. Assim, foi proposto: “O que você entende por Sistemática Filogenética?”, resultando em: “Completo” (23,4%), compatíveis à obra de referência; “Incompleto” (75%) e “Não Sei” (1,6%) (Quadro 2).

Quadro 2 – Frequência dos excertos que definem Sistemática Filogenética de acordo com os participantes.

| Categorias | Exemplos | Frequência (%) |
|------------|---|----------------|
| Completa | <p>Ciência que visa organizar a diversidade biológica de acordo com a genealogia ou relação de ancestralidade comum (G04, n. 8).</p> <p>Sistemática é o estudo de classificação das espécies. Sistemática filogenética é o estudo da classificação utilizando a filogenia como ferramenta (G04, n. 60).</p> <p>Um método de organização da biodiversidade que leva em conta o grau de parentesco dos organismos e busca sua história evolutiva, por meio do compartilhamento de características e dos ancestrais comuns (G02, n. 47).</p> <p>Método para reconstruir as relações filogenéticas entre taxa, procurando definir grupos monofiléticos que representem a história evolutiva dos seres vivos. Em síntese, uma abordagem baseada em sinapomorfias para a reconstrução de filogenias (G. 04, n. 65).</p> | 23,4 |
| Incompleta | <p>Sistema que ordena os táxons, bem como as regras (G01, n. 13).</p> <p>Estudo das filogenias (G01, n. 10).</p> <p>Onde dá nome das espécies, mostra como evolui e onde se localizam na árvore filogenética (G01, n. 16).</p> <p>Sistema filogenético estuda as características dos organismos (G03, n. 53).</p> <p>Sistema que avalia a ligação entre as espécies e seu ancestral comum por meio de um cladograma, comparando aspectos embrionários das espécies (G03, n. 41).</p> <p>Os métodos empregados para medir o grande parentesco entre os organismos (G03, n. 37).</p> | 75 |
| Não sei | | 1,6 |

Os argumentos com maior grau de coerência frente à literatura aqui consultada foram dados por docentes que atuam no ensino superior (G04) que, também, correspondeu à maioria (61,5%), seguido do G02 (23,1%). O G03 está há mais tempo em atividade docente e correspondeu à maioria dos argumentos “Incompletos”, com exemplos estritamente taxonômicos e lineanos. Estes participantes, assim como previsto por Raw (2003) e Amorim (2008), provavelmente não tiveram formação inicial adequada o que pode ser atribuído, até mesmo, à indisponibilidade de obras específicas que versassem sobre a temática. A categoria “Incompleto” acomodou argumentações que, por ora enfatizaram somente um aspecto, que variou entre sistemática, filogenia e taxonomia, sendo a última prevalente, o que reforça, ainda mais como perdura o pensamento essencialista e estático nos conteúdos de Biologia, aspecto apontado por Rodrigues, Justina e Meglhioratti (2011). Dos 66 participantes, somente dois não responderam esta questão (Quadro 3).

A terceira pergunta “Você poderia escrever palavras que te remetam à Sistemática Filogenética? Considere somente as indispensáveis”, tencionou demonstrar, quantitativamente, o repertório empregado para enredar o pensamento filogenético. Os mais citados foram: i) cladograma; ii) sinapomorfia e apomorfia (empate), iii) biodiversidade e iv) homologia. Cladograma foi a palavra mais citada, este resultado conectou ao desafio seguinte do questionário - aplicação dos conceitos. Neste caso, o repertório explicitado deveria ser definido (ou demonstrado) em um cladograma oferecido no item (Figura 2). Assim, foi proposto “Aplique, no cladograma, os termos chave da Sistemática Filogenética”.

Quadro 3 – Categorias de argumentos dos participantes sobre o conceito de Sistemática Filogenética.

| Conceito de Sistemática Filogenética | Níveis de formação | | | | | | | | Totais | |
|--------------------------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | G01 | | G02 | | G03 | | G04 | | F | % |
| | F | % | F | % | F | % | F | % | | |
| Completo | 2 | 11,1 | 3 | 23,1 | 2 | 10,0 | 8 | 61,5 | 15 | 23,4 |
| Incompleto: Sistemática | 5 | 27,8 | 2 | 15,4 | 5 | 25,0 | 4 | 30,8 | 16 | 25,0 |
| Incompleto: Taxonomia | 8 | 44,5 | 4 | 30,7 | 11 | 55,0 | 0 | 0,0 | 23 | 36,0 |
| Incompleto: Filogenia | 2 | 11,1 | 4 | 30,7 | 2 | 10,0 | 1 | 7,7 | 9 | 14,0 |
| Não sei | 1 | 5,6 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 1,6 |
| Total geral | 18 | 100 | 13 | 100 | 20 | 100 | 13 | 100 | 64 | 100 |

Aplicar conceitos pode ter sido um fator inibidor, evidenciado pela baixa adesão. Dos 66 voluntários somente 48 indicaram e conceituaram sinapomorfia, com participação de 100% do G04 – professores de ensino superior. Além do baixo *quórum*, ocorreram imprecisões conceituais. A maioria respondeu que sinapomorfia são características compartilhadas e que poderia ser sinalizada antes dos taxa A, B e C (60,4%) e outra parcela sinalizou que a sinapomorfia, por ser compartilhada e mais derivada, deveria estar no traço antes de B e C (16%) (Quadro 4 e Figura 3).

Quadro 4 – Conceito e aplicação de sinapomorfias no cladograma por diferentes grupos de docentes.

| Indicação de Sinapomorfia | Níveis de formação | | | | | | | | Totais | |
|--------------------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | G01 | | G02 | | G03 | | G04 | | F | % |
| | F | % | F | % | F | % | F | % | | |
| Não sei | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 9,1 | 0 | 0,0 | 1 | 2,1 |
| No traço antes de A, B e C. | 8 | 61,5 | 8 | 72,7 | 7 | 63,6 | 6 | 46,2 | 29 | 60,4 |
| No traço antes de B e C. | 5 | 38,5 | 3 | 27,3 | 3 | 27,3 | 5 | 38,5 | 16 | 33,3 |
| Entre B e C, e entre A, B e C. | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 2 | 15,4 | 2 | 4,2 |
| Total geral | 13 | 100 | 11 | 100 | 11 | 100 | 13 | 100 | 48 | 100 |

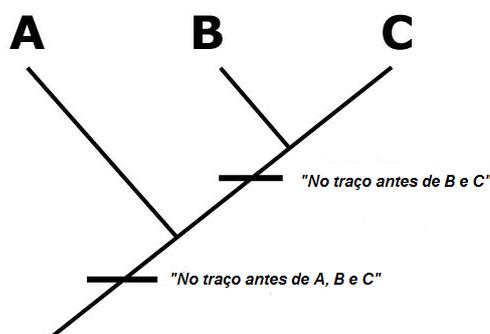


Figura 3 – Cladograma apresentado aos participantes para indicação de sinapomorfia.

O compartilhamento de estados de caráter é denominado simpliesiomorfia e sinapomorfia, ou seja, um caráter é simpliesiomórfico para um determinado grupo, ou, pode-se dizer que um caráter é uma sinapomorfia de um grupo e uma simpliesiomorfia de um grupo (Amorim, 2002). Não foram feitas considerações sobre simpliesiomorfias. Em 74,2% das respostas ocorreram sobreposições entre a conceituação de sinapomorfia e apomorfia. Para demarcar os diferentes conceitos e mitigar o problema, foi pedido para que também indicassem apomorfias (Quadro 5). Curiosamente, dos 66 participantes apenas 31

participaram, aspecto que sinaliza ausência de domínio do conceito ou, até mesmo, receio de se expor ante o desconhecido. O total de 19,4% explicitou que em apomorfia o caráter é 'exclusivo' daquele clado, o que dialoga com a definição sintética de Raw (2003) ao registrar que as apomorfias estão sempre mais distantes das formas ancestrais. De acordo com Amorim (2002), apomorfias e plesiomorfias não existem como entidades isoladas, independentemente das espécies, as diferentes condições de uma estrutura são compartilhados pelos indivíduos de uma ou mais espécies. Assim, os estados de uma série de transformação de um caráter são chamados de plesiomórficos e apomórficos. Não foram feitas perguntas sobre plesiomorfias.

Quadro 5 – Conceito e aplicação de apomorfias no cladograma por diferentes grupos de docentes.

| Indicação de apomorfia | Níveis de formação | | | | | | | | Totais | |
|------------------------------------|--------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|-----------|------------|
| | G01 | | G02 | | G03 | | G04 | | F | % |
| | F | % | F | % | F | % | F | % | | |
| Não sei | 1 | 12,5 | 0 | 0,0 | 1 | 12,5 | 0 | 0,0 | 2 | 6,5 |
| No traço antes de A, B e C. | 3 | 37,5 | 2 | 22,2 | 3 | 37,5 | 3 | 50,0 | 11 | 35,5 |
| No traço antes de B e C. | 4 | 50,0 | 5 | 55,6 | 2 | 25,0 | 1 | 16,7 | 12 | 38,7 |
| No traço exclusivo para A, B ou C. | 0 | 0,0 | 2 | 22,2 | 2 | 25,0 | 2 | 33,3 | 6 | 19,4 |
| Total geral | 8 | 100 | 9 | 100 | 8 | 100 | 6 | 100 | 31 | 100 |

A terceira palavra mais citada como indispensável para compreensão de filogenias foi "Biodiversidade". Assim, a partir do cladograma disponível (Figura 2) questionou-se "Onde a Biodiversidade está representada?". Aqui uma informação quantitativa chama a atenção, o declínio na participação dos conceitos anteriores, não acontece. Conceituar "Biodiversidade" soou mais confortável e 73,3% responderam "os finais dos ramos", também denominados de Unidades Taxonômicas de Organização (U. T. O), restringindo a amplitude do termo a apenas os organismos em questão. Surpreendentemente, um percentual argumentou que "Toda árvore" (15%) seria a representação mais genuína, por incluir a história evolutiva do grupo, como os ancestrais comuns, os caracteres compartilhados (simplesiomorfias e sinapomorfias) inclusive os extintos (Quadro 6 e Figura 4).

Quadro 6 – Conceito e aplicação de biodiversidade no cladograma por diferentes grupos de docentes.

| Indicação de Biodiversidade | Níveis de formação | | | | | | | | Totais | |
|-----------------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | G01 | | G02 | | G03 | | G04 | | F | % |
| | F | % | F | % | F | % | F | % | | |
| Toda árvore | 6 | 42,9 | 0 | 0,0 | 1 | 5,0 | 2 | 15,4 | 9 | 15,0 |
| Nas U.T.O | 5 | 35,7 | 13 | 100,0 | 15 | 75,0 | 11 | 84,6 | 44 | 73,3 |
| Em A e B | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 2 | 10,0 | 0 | 0,0 | 2 | 3,3 |
| Em B e C | 3 | 21,4 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 3 | 5,0 |
| No ramo diagonal | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 2 | 10,0 | 0 | 0,0 | 2 | 3,3 |
| Total geral | 14 | 100 | 13 | 100 | 20 | 100 | 13 | 100 | 60 | 100 |

O quarto e último termo mais citado foi "Homologia" e correspondeu a apenas 4,6%. Dentre as respostas 73,8% estavam conceituadas e contextualizadas corretamente e, não raramente, as descrições trouxeram os clássicos 'órgãos homólogos' exemplificados por membros apendiculares de mamíferos. Foi possível identificar três grupos de respostas: "Completas", "Incompletas" e "Incorretas". As "Completas" (73,8%) foram aquelas que não sobrepuseram, em hipótese alguma, às analogias (Santos & Calor, 2007a). As respostas "Incompletas" (8,2%) enfatizaram semelhança ou partiram de aspectos embriológicos sem cuidar do compartilhamento ou das relações de parentesco ou caráter compartilhado e, por fim, "Incorretas" (18%) (Quadro 7).

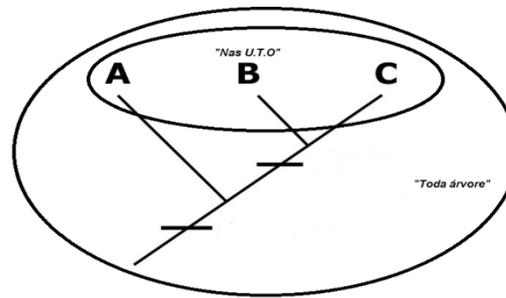


Figura 4 – Imagem apresentada ao participante para indicação da biodiversidade. (U.T.O = Unidades Taxonômicas de Organização - taxa do final da árvore).

Quadro 7 – Frequência dos excertos descritos pelos participantes acerca de homologia.

| Categorias | Exemplos | Frequência (%) |
|-------------------|---|----------------|
| <i>Completa</i> | Aquele que repete. Órgãos homólogos = aquele que deriva de estrutura já existente em um ancestral comum, podendo ou não estar modificado para exercer a mesma função (G.01, n. 44). Ocorre quando duas ou mais estruturas em organismos distintos são derivadas da mesma estrutura ancestral, independente das suas funções (G.04, n. 55). | 73,8 |
| <i>Incompleta</i> | Estudo de semelhanças entre estruturas de diferentes organismos (G.03, n. 6). Membros de organismos diferentes com muita semelhança que vem da mesma origem embrionária (G.03, n. 45). | 8,2 |
| <i>Incorreto</i> | Característica presente em mais de um grupo de organismo com a mesma função (G.02, n. 2). Creio se tratar de algum estudo de espécies iguais (G.01, n. 5). | 18 |

Amorim (2002) alerta que a primeira etapa para se dominar Sistemática Filogenética é entender o conceito de homologia, também visto por basilar por Nelson (1994). Adicionalmente, Santos e Calor (2007a), trazem que as homologias são atributos semelhantes que surgiram num ancestral comum de grupos genealogicamente relacionados e que se modificaram com o passar das gerações. Por definição:

“Este é um conceito complexo e está definido de modo insatisfatório na literatura. Sem dúvida, no entanto, é um dos conceitos mais fundamentais de toda a Biologia Comparada, uma vez que é a ferramenta básica que permite a comparação entre partes de indivíduos distintos. (...) sempre envolvem relações entre estruturas de indivíduos diferentes (...) implica que essas espécies tenham um ancestral comum” (Amorim, 2002, p. 20).

Para fechar a dimensão sobre aplicação de conceitos, foi questionado “Para você, qual a relação existente entre Evolução e Biodiversidade?”. Os resultados indicaram que 100% dos participantes atribuem que Biodiversidade é resultado da Evolução, o que corrobora a literatura (Lévêque, 1999; Wilson, 2012 e Lewinsohn, 2020). Adicionalmente descreveram que Biodiversidade é riqueza e evolução é processo. À medida que as respostas foram exploradas, percebeu-se certa recorrência e congruência em conceitos como seleção natural (16,2%), adaptação (16,2%), cladogênese (13,9 %), anagênese (13,9%), especiação (13,9%), variabilidade genética (11,6%), coevolução (4,7%), extinções (4,7%) e parentesco (4,7%). De fato, o enfoque evolutivo está indissociável ao ensino da Biodiversidade, pois relaciona adaptações, numa relação espaço/tempo em toda biosfera (Amorim *et al.*, 2001). Sobre esses dois aspectos integradores e complementares, Gilbert (2003) indica:

“A evolução gerou a diversidade do nosso planeta, e ao longo do último século, os cientistas conseguiram explicar os mecanismos pelos quais as mudanças na

estrutura do corpo do animal podem ser produzidas, herdadas e selecionadas. (...) Embora a genética de populações forme o núcleo desse processo, o conhecimento sobre evolução consolidou-se a partir de estudos de ecologia, biogeografia, embriologia, paleontologia e, mais recentemente, genética molecular” (Gilbert, 2003, p. 735).

Dentre os argumentos que teceram associações entre Biodiversidade e Evolução, somente 11,6% versaram sobre “variabilidade genética”. Havia, desde as indagações iniciais, uma preocupação com o repertório dos participantes acerca das “origens da Biodiversidade”. Embora a literatura aponte para recombinação genética e mutação (Lévêque, 1999; Maclaurin & Sterelny, 2008; Lewinsohn, 2020), não houve, dentre as respostas, a menção do conceito de “mutação” diretamente. Amorim (2002) explica que este é um dos principais eventos que levam às mudanças dos estados de caráter que são analisados.

A última dimensão deste bloco de perguntas tencionou aproximar os conhecimentos de Sistemática Filogenética como estratégia de ensino de Biodiversidade. Assim, perguntou-se “*Você utiliza cladogramas para explicar suas aulas? Se sim, justifique*”, 74% afirmaram que sim e as justificativas foram “melhoram a visualização” (53,8%), outra parcela entende que “denotam melhor a Biodiversidade” (26,9%), há quem compreenda que “aproximam as discussões sobre evolução” (13,5%) e, embora com baixo percentual “tiram a ideia de organismo menos ou mais evoluído” (1,9%), ou seja, promove o *thinking three* (Darwin, 1859; O’Hara, 1998; Mayr, 2000; Meir *et al.*, 2007). Somente 3,8% descreveram não ter esta prática. Interessante que o aspecto visual parece ser o grande facilitador do ensino de Biodiversidade por meio de cladogramas. Este argumento tem sentido, pois a análise de uma árvore filogenética permite resgatar o conhecimento sobre as relações de parentesco entre as espécies porque facilita a visualização (Hennig, 1966). Cladogramas são figuras e estas são excelentes aliadas no ensino de Ciências e Biologia por reduzirem a abstração, facilitando a aprendizagem.

Na última questão foi proposto: “*Este é um espaço livre para você sinalizar o que é relevante no ensino de Biodiversidade no contexto da Sistemática Filogenética e que não foi contemplado*”. Emergiram seis categorias de argumentos: “Apoio ao ensino de Biodiversidade por meio da Sistemática Filogenética” (38,6%), “Formação” (26%); “Evolução como eixo” (12,9%); “Desafio na transposição de conceitos” (12,9%) e “Inibição” (9,6%). Como se pode notar, prevaleceram argumentos que endossam que sejam feitas abordagens de Biodiversidade na perspectiva da Sistemática Filogenética. Para que isso ocorra, há necessidade de investimentos, visto que emergiram categorias como “Formação”, “Desafio na transposição de conceitos” e “Inibição”, aspectos que, assertivamente, têm grande relação com formação, tanto inicial quanto continuada. Lopes (2008), em sua pesquisa, ao questionar sobre domínio de conceitos nesta mesma área, constatou que 72% dos docentes mostraram-se despreparados e apenas 7% dominavam o conteúdo. Por outro lado, o mesmo autor, ao entrevistar estudantes, concluiu que 45% julgaram como importante essa abordagem para ensino da Biodiversidade.

Na presente análise 12,9% dos participantes alegaram ser um desafio fazer a transposição de conceitos em filogenia para a educação básica, especialmente, no que se refere ao uso de terminologias específicas da área, sinalizando, inclusive, falta de material para este segmento da educação. Um dos caminhos aqui propostos, é que sejam feitas abordagens mais contextualizadas, inclusive na ecologia, porque isso também pressupõe uma formação adequada em evolução (Santos & Calor, 2007b), uma vez que um dos principais componentes dos estudos ecológicos envolve a Biodiversidade como objeto de análise. Gould (2003) traz outra situação facilitadora para abordagens filogenéticas, são comparações familiares: irmãos são mais próximos entre si do que primos, e estes possuem menor similaridade com parentes distantes, exemplos que aproximam a ideia de ancestralidade comum. De forma similar, argumentos como “evolução deve ser o eixo” e, numa tentativa de expandir as abordagens evolutivas, para além das comparações reducionistas entre as teorias de Darwin e Lamarck, proposições filogenéticas podem ser abordagens alternativas, afinal, para que essa Biodiversidade exista, foi concebida por mecanismos evolutivos, como mutação, seleção natural e especiação. Por fim, emerge a “Inibição”, aspecto implícito no bloco que convidou os participantes a conceituarem e identificarem no cladograma os termos que indicaram como imprescindíveis à compreensão da Biodiversidade no contexto das relações filogenéticas. Naquele momento, embora não tenham descrito, muitos deixaram de responder às questões mais específicas, cujo domínio de conceito seria indispensável para interpretação do cladograma. Hillis (2007) reforça que é válido pensar em investimentos na integração do ensino de evolução durante toda a formação de professores, principalmente em disciplinas ligadas à Biodiversidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Biodiversidade, sem dúvida, é um tema extremamente relevante no ensino de Ciências e Biologia e, mormente, as discussões estão implicadas ecologicamente, com vistas à conservação ambiental, afinal o Brasil é um dos *hotspots* da diversidade biológica, atraindo atenção de todo o mundo para biomas como Amazônia, viés indispensável em propostas e projetos de ensino, sobretudo, dentro das perspectivas trans e interdisciplinares. Entretanto, se a discussão for ampliada nas salas de aula, tanto de ensino fundamental quanto médio, é possível que emergja a seguinte pergunta “Quais as origens da Biodiversidade?”. Inevitavelmente, docentes e estudantes, os atores deste espaço, serão atravessados pelo pilar central da Biologia – a Evolução. Mas, quais as possibilidades das discussões extrapolarem as alterações entre Darwin (Wallace) e Lamarck? Há que se pensar em outras personalidades da história da ciência para enredar esta conjuntura. Willi Hennig, Ernst Mayr, bem como autores da teoria sintética da Evolução, com premissas pautadas na genética das populações, cujas elucidações favorecem a integração entre dois conceitos: Biodiversidade e Sistemática Filogenética.

O objetivo central deste trabalho foi analisar as concepções de professores, em diferentes etapas de formação e experiência profissional, acerca da Biodiversidade dentro de uma perspectiva da Sistemática Filogenética, portanto, evolutiva. Mais especificamente, o trabalho foi concebido a partir de indagações que partem da formação inicial docente, seguindo para conceituação e aplicação de termos relacionados à Sistemática Filogenética e, por fim, relacionando esses saberes à prática do ensino de Ciências e Biologia. Felizmente, objetivos e indagações foram alcançados e respondidos, respectivamente.

Com base no perfil geral dos participantes, a maioria acessou, formalmente, em seus cursos de graduação, conceitos da Sistemática Filogenética para estudos da Biodiversidade, aspecto denotado em uma série de palavras-chave e repertório dos argumentos descritos em suas respostas. Entretanto, à medida que as perguntas requereram maior especificidade os equívocos, o declínio na participação, as imprecisões conceituais, ganham maior proporcionalidade de incidência. Isso ocorre, sobretudo, no grupo de professores que atuam há, no mínimo, 10 anos em salas de aula da educação básica, ou seja, ensino de Ciências e Biologia.

Inevitavelmente, o ponto crítico é a formação, tanto inicial quanto continuada. Acerca da formação inicial, os cursos de graduação precisam trazer disciplinas com escopo filogenético, portanto, evolutivo, desde o início dos cursos, com propostas pedagógicas curriculares mais integradoras. Na prática, a disciplina “Evolução”, bem como suas variáveis (há componentes didáticos com genética, biogeografia, paleontologia) é ofertada nos períodos finais dos cursos, etapa em que os discentes concluíram as clássicas: zoologia, botânica, microbiologia e, não raramente, desconhecem as premissas filogenéticas.

Outro aspecto crítico da formação docente tem relação com os documentos legais que orientam e embasam o ensino de Ciências e Biologia. Há, desde o final da década de 1990, foco e, quase que um protagonismo, no desenvolvimento de competências. É necessário cautela, porque com essa prerrogativa pode-se negligenciar aspectos que são intrínsecos da natureza das Ciências e da Biologia – o domínio de conceitos, palavras-chave e nomenclaturas. Não se trata de levantar o estandarte do conteúdo pelo conteúdo, pelo contrário, com a inserção de tratativas filogenéticas em pautas de Biodiversidade, seriam reduzidos termos, pouco ou nada contextualizados, que caracterizam os exames vestibulares por uma visão integradora, como as homologias, por exemplo.

Ainda em relação aos documentos legais, é oportuno expor o quanto a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é negligente no que concerne aos denominados ‘eixos do ensino da Biologia – ecologia e evolução’. A BNCC é o mais recente e relevante documento da educação básica, tem força de lei, é normativa e, ainda assim, possui uma unidade temática nomeada “Vida e Evolução” restrita ao nono ano no ensino fundamental. Em relação ao ensino médio direciona a segunda competência à Biodiversidade e ensino de Evolução, sem que as habilidades específicas se empenhem, mais especificamente, em relação às filogenias. Fica explícita a discrepância de cuidados com a abordagem evolutiva que é dada entre os PCN e a BNCC que reduziu, e não ingenuamente, a força no tema. É currículo.

Os resultados também apontaram que os cladogramas fizeram parte da formação dos participantes e que estes, em suas práticas, os compreendem como ferramentas potentes em aulas sobre Biodiversidade, especialmente pelo aspecto visual. Numa ponta estão os docentes, cujos gargalos foram apontados e discutidos; noutra estão os discentes que, entrevistados ou questionados em trabalhos diferentes, mas complementares a este, mostraram-se interessados, motivados e envolvidos em proposições com árvores filogenéticas e cladogramas. O ‘pensar em árvore’ ajuda a desconstruir a ideia de

mais ou menos evoluído, da espécie humana como sucesso e produto final, de progresso e melhora, pois invariavelmente implica olhar a ancestralidade e a partilha de caracteres.

À guisa das conclusões, advoga-se pelo ensino de Biodiversidade a partir do olhar filogenético como um caminho que possibilita validar o lugar da Evolução no centro das Ciências Biológicas, enfraquecendo o paradigma essencialista, o caráter fragmentado e memorístico das abordagens. Para tanto, urge a necessidade de investimento em produção de material de qualidade e na formação docente, até que se extermine ou minimamente mitigue o ‘círculo vicioso’.

REFERÊNCIAS

- Alters, B. J., & Nelson, C. E. (2002). Perspective: Teaching evolution in higher education. *Evolution*, 56(10), 1891-1901.
- Amorim, D. S. (1999). Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino. In M. B. Barbieri (Org.). *Aulas de Ciências: Projeto LEC-PEC de ensino de Ciências* (pp 9-11). Ribeirão Preto, SP.
- Amorim, D. S. (2001). Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de zoologia e botânica no 2º grau (pp. 41-49). In M. R. Barbieri (Org.) *A construção do conhecimento pelo professor*. Ribeirão Preto, SP: Holos.
- Amorim, D. S. (2002). *Fundamentos de sistemática filogenética*. Ribeirão Preto, SP: Holos.
- Amorim, D. S. (2008). Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. *Ciência & Ambiente*, 36, 125-150.
- Araújo-de-Almeida, E., Amorim, D. S., Santos, R. L., & Christoffersen, M. L. (2007). Sistemática Filogenética para o ensino comparado de zoologia. In E. Araújo-de-Almeida. (Org.). *Ensino de Zoologia: ensaios didáticos*. João Pessoa, PB: Universitária.
- Araújo-de-Almeida, E., Santos, R. L., Batista, R. P. L., Assis, J. E., Araújo, J. P., & Christoffersen, M. L. (2019). Termos filogenéticos contidos em publicações de cunho pedagógico e mapeamento dos conceitos relacionados. *Brazilian Journal of Development*, 5(7), 9524-9545. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n7-137>
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70 LDA.
- Barzano, M. A. L., & Melo, A. C. (2019). Saberes da Biodiversidade: perspectivas decoloniais no currículo do ensino de biologia. *Revista Teias*, 20(59), 191-208. <https://doi.org/10.12957/teias.2019.45302>
- Bizzo, N. M. V. (1994). From down house landlord to Brazilian high school students – what has happened to evolutionary knowledge on the way? *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 537-556. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310508>
- Bogdan, R., & Biklen, S. (2010). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Lisboa: Porto Editora.
- MEC (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental*, Brasília: MEC/Semtec. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>
- MEC (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, Brasília: MEC/Semtec. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>
- MEC (2002). *PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/Semtec. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>
- MEC (2006). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB. Recuperado de http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf

- MEC (2018). *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Brasília: MEC/SEB. Recuperado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf
- Cirillo, G. (1999). *Biodiversidade e evolução: aspectos didáticos*. In M. B. Barbieri (Org). Aulas de Ciências: Projeto LEC-PEC de ensino de Ciências (pp. 59-60). Ribeirão Preto, SP: Holos.
- Cordeiro, R. S. (2017). História da Filogenia: uma análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD / 2015. *Revista UMC*, 2(2), 01-15.
- Cordeiro, R. S., Morini M. S. C., Frenedozo, R. C., & Wu, M. (2018a). Abordagem de Sistemática Filogenética com ênfase em Biodiversidade nos Livros Didáticos. *Acta Scientiae*, 20(4), 610-625. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss4id3913>
- Cordeiro, R. S., Araújo, S. C. C., Morini, M. S. C., & Wu, M. (2018b). Filogenia: abordagem tridimensional e representações dos alunos da 3ª série do ensino médio. *Revista Prática Docente*, 3(2), 519-538. <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2018.v3.n2.p519-538.id232>
- Coutinho, C., & Bartholomei-Santos, M. L. (2014). Estimulando o “pensamento em árvore” em alunos de ensino médio: potencial de contribuição dos livros didáticos de biologia. *Ciência e Natura*, 36(3), 326-336. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4675/467546174007.pdf>
- Dalapicolla, J., Silva, V. de A., & Garcia, J. F. M. (2015). Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do ensino médio. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(1), 150-173. <https://doi.org/10.1590/1983-211720175170107>
- Darwin, C. (1859). *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life*. London, United Kingdom: Murray.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *American Biology Teacher*, 35, 125-129. <https://doi.org/10.2307/4444260>
- Dorvillé, L. F. M., Azevedo, M., Matsushita, L. Y., Ayres, A. C. M., Paris, I. L., & Gatto, T. N. (2010). Trabalhando com sistemática filogenética no ensino médio: uma proposta de atividade. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia*, 3, 3912-3920. Recuperado de https://www.sbenbio.org.br/publicacoes/anais/III_Enebio/C090.pdf
- Farris, J. S. (1983). The logical basis of phylogenetic analysis. In: N.I. Platnick, V.A. Funk (Eds.), *Advances in cladistics*. New York, United States of America: Columbia University Press.
- Ferreira, S. F., Brito, S. V., Ribeiro, S. C., Sales, D. L., & Almeida, W. de O. (2008). A zoologia e a botânica do ensino médio sob uma perspectiva evolutiva: uma alternativa de ensino para o estudo da biodiversidade. *Caderno de Ciência e Cultura*, 2(1), 58 – 66. Recuperado de <http://periodicos.urca.br/ojs/index.php/cadernos/article/view/19/19-59-2-PB>
- Gayford, C. (2000). Biodiversity education: a teachers perspective. *Environmental Education Research*, 6(4), 347-361. <https://doi.org/10.1080/713664696>
- Gil, A. C. (1987). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (4a ed.). São Paulo, SP: Atlas.
- Gilbert, S. F. (2003). Opening Darwin’s black box: teaching evolution through developmental genetics. *Nature*, 4, 735-741. <https://doi.org/10.1038/nrg1159>
- Gould, S. J. (1994). On replacing the idea of progress with an operational notion of directionality. In D. L. Hull & M. Ruse (Eds.), *The philosophy of biology*. New York, United States of America: Oxford University Press.
- Gould, S. J (2003). *I have landed: the end of a begging in Natural History*. New York, United States of America: Three Rivers Press.
- Guimarães, M. A. (2005). *Cladogramas e evolução no ensino de Biologia*. (Dissertação de mestrado). Programa de pós-graduação em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista, UNESP, Bauru, SP. Recuperado de http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS_MEST/DIS_MEST20050929_GUIMARAES%20MARCIO%20ANDREI.pdf

- Hennig, W. (1966). *Phylogenetic systematics*. Urbana, United States of America: University of Illinois Press.
- Hillis, D. M. (2007). Making evolution relevant and exciting to biology student. *Evolution*, 61(6), 1261-1264. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/4621373>
- Hull, D. L. (2001). The role of theories in biological systematics. *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, (32), 221-238. [https://doi.org/10.1016/S1369-8486\(01\)00006-1](https://doi.org/10.1016/S1369-8486(01)00006-1)
- Julius, M. L., & Schoenfuss, H. L. (2006). Phylogenetic reconstruction as a broadly applicable teaching tool in the biology classroom: the value of data in estimating likely answers. *Journal of College Science Teaching*, 35(7), 40-45. Recuperado de <https://www.nsta.org/publications/news/story.aspx?id=52259>
- Klassa, B., & Santos, C. M. D. (2017). 50 anos de sistemática filogenética: análise do livro Filogenética, Primeiros Passos e prospecções para o ensino de evolução. *Experiências em Ensino de Ciências*, 2(6), 22-34. Recuperado de https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID401/v12_n6_a2017.pdf
- Klepka, V., & Corazza, M. J. (2018). Autoscopia de uma professora em formação continuada para aprendizagem da filogenia. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 14(32), 130-144. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v14i32.6186>
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de ensino de biologia*. São Paulo, SP: Edusp.
- Lévêque, C. (1999). *A biodiversidade*. Bauru, SP: Universidade do Sagrado Coração.
- Lewinsohn, T. M. (2020). A biodiversidade explicada em 8 pontos. Bocaina biologia da conservação. Recuperado de <https://biologiadaconservacao.com.br/cienciaemacao-a-biodiversidade-explicada-em-8-pontos>.
- Lima, M. M. de, Salles, F. F., & Mancini, K. C. (2020). Material didático para o ensino de sistemática filogenética. *Experiências em Ensino de Ciências*, 15(2), 616-603. Recuperado de https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID745/v15_n2_a2020.pdf
- Lopes, W. R., Ferreira, M. J. M., & Stevaux, M. N. (2007). Proposta pedagógica para o Ensino Médio: filogenia de animais. *Revista Solta a Voz*, 18, 263-286. <https://doi.org/10.5216/rp.v18i2.3417>
- Lopes, W. R. (2008). *Ensino de filogenia animal: percepções de estudantes e professores e análise de propostas metodológicas*. (Dissertação de mestrado). Programa de pós-graduação em Biologia Animal. Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. Recuperado de <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/523>
- Lopes, W.R., & Vasconcelos, S.D. (2012). Representação e distorções conceituais do conteúdo “Filogenia” em livros didáticos de biologia no Ensino Médio. *Revista Ensaio*, 14(3), 146-165. <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140310>
- Lopes, W. R., & Vasconcelos, S. D. (2014). Sistemática Filogenética no ensino médio: uma reflexão a partir das concepções de alunos e professores da rede pública de Pernambuco, Brasil. *Revista de Educación en Biología*, 17(10), 38-54.
- Maclaurin, J., & Sterelny, K. (2008). *What is Biodiversity?* Chicago, United States of America: The University of Chicago Press.
- MacDonald, T., & Wiley, E. O. (2012). Communicating Phylogeny: Evolutionary tree diagrams in museums. *Evolution: Education and Outreach*, 5(1), 14-28. <https://doi.org/10.1007/s12052-012-0387-0>
- Marandino, M., Selles, S. E., & Ferreira, M. S. (2009). *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo, SP: Cortez.
- Mayr, E. (2000). O impacto de Darwin no pensamento moderno. *Scientific American Brasil*, (ed. especial, 7).
- Meir, E., Perry, J., Herron, J. C., & Kingsolver, J. (2007). College students' misconceptions about evolutionary trees. *The American Biology Teacher*, 69(7), 71-76. Recuperado de <https://www.learnlib.org/p/100246/>

- Mendes, S., Rizzo, A., & Mayrinck, D. (2022). A representação da Sistemática Filogenética nos livros didáticos do novo ensino médio: desafios e perspectivas. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 18(40). <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v18i40.12742>
- Meyer, D., & El-Hani, C. N. (2005). *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo, SP: Unesp.
- Minayo, M. C. S. (2012). Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3), 621-626. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/csc/a/39YW8sMQhNzG5NmpGBtNMf/?format=pdf&lang=pt>
- Monteiro, G. B., & Ferreira, L. B. (2021). Erros conceituais de sistemática vegetal em livros didáticos de biologia do PNL D. *Revista de Ensino de Biologia da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia*, 14(1), 598–615. <https://doi.org/10.46667/renbio.v14i1.414>
- Moraes, M., & Santos, F. S. dos (2013). Análise dos conteúdos de sistemática filogenética em livros didáticos de Ensino Fundamental II e Médio. *Scientia vitae*. 1(2), 20-27. Recuperado de http://www.fernandosantiago.com.br/sv_v1_n2_3.pdf
- Motokane, M. T. (2015). Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 17(esp.), 115-138. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s07>
- Mussi, R., Mussi, L., Assunção, E., & Nunes, C. (2019). Pesquisa Quantitativa e/ou Qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades. *Revista Sustinere*, 7(2), 414-430. <https://doi.org/10.12957/sustinere.2019.41193>
- Nascimento, L. A. D., & Motokane, M. T. (2023). A recontextualização do discurso sobre biodiversidade em um curso de formação para professores de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 25, e37387. <https://doi.org/10.1590/1983-21172022240133>
- Nelson, G. (1994). *Homology and systematic*. Homology: the hierarchical basis of comparative biology (ed. By B.K. Hall). San Diego, United States of America: Academic Press, 101-149.
- O'Hara, R. J. (1994). Evolutionary history and the species problem. *American Zoologist*, 34, 12-22.
- O'Hara, R. J. (1998). Population thinking and tree thinking in systematics. *Zoologica Scripta*, 26(4), 323-329.
- Orozco, Y. A. (2017). O ensino da biodiversidade: tendências e desafios nas experiências pedagógicas. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 173-185. <https://doi.org/10.14483/23464712.11599>
- Pantoja, S. (2015). *Filogenética, primeiros passos*. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books
- Raw, A. (2003). Sistemática Filogenética no currículo universitário. *Ciência Hoje*, 32(190), 59-61.
- Ribeiro, E., Matos, E. A. S. A. de, & Bertoni, D. (2021). Sistemática filogenética em livro didático de biologia aprovado pelo PNL D. *Ensino & Pesquisa*, 19(1), 39-64. Recuperado de <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/3946>
- Ridley, M. (2006). *Evolução*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Rodrigues, M. E., Justina, L. A. D., & Meghioratti, F. A. (2011). O conteúdo de sistemática e filogenética em livros didáticos do ensino médio. *Revista Ensaio*, 13(2), 65-84. <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130205>
- Roque, I. R. (2003). Girafas, mariposas e anacronismos didáticos. *Ciência Hoje*, 34, 64-67.
- Santos, R. L., Araújo-de-Almeida, E., & Christoffersen, M. L. (2010). Emprego de diagramas filogenéticos refletindo eventos macroevolutivos em livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio no Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia*, 3, 670-677.
- Santos, C. M. D., & Calor, A. R. (2007a). Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – I. *Ciência & Ensino*, 1(2), 1-8.

- Santos, C. M. D., & Calor, A. R. (2007b). Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – II. *Ciência & Ensino*, 2(1), 1-8.
- Santos, C. M. D., & Calor, A. R. (2008). Using the logical basis of phylogenetics as the framework for teaching biology. *Papeis Avulsos em Zoologia*, 48(18), 199-211. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/paz/v48n18/v48n18.pdf>
- Santos, C. M. D., & Klassa, B. (2012). Despersonalizando o ensino de evolução: ênfase nos conceitos através da sistemática filogenética. *Educação: Teoria e Prática*, 22(40), 62-80. Recuperado de <http://educa.fcc.org.br/pdf/eduteo/v22n40/v22n40a05.pdf>
- Santos, P. S., Pugliese, A., & Santos, C. M. D. (2019). A iconografia linear da evolução na perspectiva de docentes que atuam na educação básica. *Revista Ensaio (Belo Horizonte)*, 21, e10594. <https://doi.org/10.1590/1983-21172019210117>
- Sarkar, S. (2005). *Biodiversity and Environmental Philosophy: An Introduction*. Cambridge Studies in Philosophy and Biology, New York, United States of America: Cambridge University Press.
- Schuch, L. M. M., & Soares, M. B. (2003). Oficina de classificação: de pokemons e infoartrópodos à sistemática filogenética. *Cadernos do Aplicação*, 16(1), 9-18.
- Silva, J. A. D. da, & Nery, A. S. D. (2020). A classificação dos seres vivos nos livros didáticos de biologia do ensino médio: uma investigação à luz das novas contribuições da biologia molecular e taxonomia. *Cadernos de Educação Básica*, 5(2). <http://dx.doi.org/10.33025/ceb.v5i2.2771>
- Souza, P. H. R. de, & Rocha, M. B. (2015). Sistemática filogenética em revista de divulgação científica: análise da Scientific American Brasil. *Alexandria*, 8(1), 75-99. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n1p75>
- Wallace, A. R. (1858) On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type. *Proceedings of the Linnean Society of London*, 3, 53-62.
- Wilson, E. O. (2012). *Diversidade da vida*. São Paulo, SP: Companhia das letras.

Recebido em: 14.03.2023

Aceito em: 29.08.2023