

A Sistemática Filogenética em periódicos na área de ensino

Phylogenetic Systematics in educational journals

Sistemática Filogenética en revistas educativas

Recebido: 06/09/2022 | Revisado: 22/09/2022 | Aceito: 01/10/2022 | Publicado: 09/10/2022

Renata Sebastiani

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4565-6137>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: sebastiani@ufscar.br

Jéssica Karine Marques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4749-7419>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: jessica.jkm@gmail.com

Ivania Aparecida de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8865-2668>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: ivi_bio@hotmail.com

Isabela Custódio Talora Bozzini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0024-9506>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: ictbozzini@ufscar.br

Resumo

A Sistemática é a ciência que inclui a Taxonomia, por sua vez responsável por descrever, nomear, identificar e classificar os seres vivos. A Sistemática é importante na organização das informações sobre toda a diversidade biológica presente no planeta. Os sistemas de classificação ganharam nova dimensão a partir da Sistemática Filogenética, que traz atualmente a forma mais adequada para a classificação dos seres vivos, ou seja, a ancestralidade. O presente trabalho foi desenvolvido a partir da disciplina de Sistemática Filogenética, ofertada no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, com objetivo de levantar artigos sobre Sistemática Filogenética existentes em periódicos nacionais e internacionais da área de Ensino de Ciências. Foram encontrados treze artigos, no entanto, foram analisados apenas aqueles que abordam a Sistemática Filogenética relacionada às questões de Ensino de Ciências. De todos os trabalhos encontrados, 50% realizaram análise de livro didático, e poucos trouxeram a filogenia como eixo integrador no estudo dos seres vivos. A partir das análises dos artigos podemos perceber que a Filogenia como processo evolutivo tem sido pouco trabalhada no Ensino de Ciências e Biologia, pois os livros ainda insistem na abordagem funcional, trazendo apenas aspectos fisiológicos ao tratar de diferentes grupos de seres vivos. Além disso, percebe-se a necessidade de fomentar as discussões sobre filogenia no processo de formação inicial docente.

Palavras-chave: Ensino de ciências; Estudo dos seres vivos; Filogenia; Pesquisa bibliográfica.

Abstract

Systematics is the science that includes Taxonomy, in turn responsible for describing, naming, identifying and classifying living beings. Systematics is important in organizing information about all the biological diversity present on the planet. Classification systems gained a new dimension from Phylogenetic Systematics, which currently brings the most appropriate form for the classification of living beings, that is, ancestry. The present work was developed from the discipline of Phylogenetic Systematics, offered in the Graduate Program in Science and Mathematics Education, with the objective of collecting articles on Phylogenetic Systematics existing in national and international journals in the area of Science Teaching. Thirteen articles were found, however, only those that address Phylogenetic Systematics related to Science Teaching issues were analyzed. Of all the studies found, 50% performed textbook analysis, and few brought phylogeny as an integrating axis in the study of living beings. From the analysis of the articles we can see that Phylogeny as an evolutionary process has been little worked in Science and Biology Teaching, as the books still insist on the functional approach, bringing only physiological aspects when dealing with different groups of living beings. In addition, there is a need to encourage discussions on phylogeny in the process of initial teacher education.

Keywords: Science teaching; Study of living beings; Phylogeny; Bibliographic research.

Resumen

La Sistemática es la ciencia que comprende la Taxonomía, a su vez encargada de describir, nombrar, identificar y clasificar a los seres vivos. La sistemática es importante para organizar la información sobre toda la diversidad biológica presente en el planeta. Los sistemas de clasificación ganaron una nueva dimensión a partir de la Sistemática Filogenética, que actualmente trae la forma más apropiada para la clasificación de los seres vivos, es decir, la ascendencia. El presente trabajo se desarrolló a partir de la disciplina Sistemática Filogenética, ofrecida en el Programa de Posgrado en Educación en Ciencias y Matemáticas, con el objetivo de recopilar artículos sobre Sistemática Filogenética existentes en revistas nacionales e internacionales del área de Enseñanza de las Ciencias. Se encontraron trece artículos, sin embargo, solo se analizaron aquellos que abordan la Sistemática Filogenética relacionada con temas de Enseñanza de las Ciencias. Del total de estudios encontrados, el 50% realizó análisis de libros de texto, y pocos trajeron la filogenia como eje integrador en el estudio de los seres vivos. Del análisis de los artículos podemos ver que la Filogenia como proceso evolutivo ha sido poco trabajada en la Enseñanza de las Ciencias y la Biología, ya que los libros aún insisten en el enfoque funcional, trayendo sólo aspectos fisiológicos cuando se trata de diferentes grupos de seres vivos. Además, existe la necesidad de fomentar discusiones sobre la filogenia en el proceso de formación inicial del profesorado.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias; Estudio de los seres vivos; Filogenia; Búsqueda bibliográfica.

1. Introdução

A seleção e a forma de abordar diferentes conteúdos de Biologia em sala de aula não é uma tarefa fácil. As Ciências Biológicas enquanto Ciência abarcam uma quantidade enorme de conhecimentos, os quais são revistos e renovados diariamente nas produções científicas. Por envolver diferentes especificidades, a quantidade de conteúdos acumulados é enorme, dificultando ainda mais a seleção de temas e problemáticas. Além da quantidade de conteúdos, a apresentação dos mesmos em Livros Didáticos (LD) também tem sido um problema recorrente (Carvalho et al., 2011). A divisão das temáticas em Zoologia, Botânica, Ecologia, etc., fragmenta os conteúdos e dificulta o entendimento da Biologia pelos estudantes.

A Sistemática é a ciência que inclui a Taxonomia (estudo dos grupos de seres vivos pertencentes a uma escala, nível ou *ranking*) com base em características em comum (Simpson, 2010). A Taxonomia inclui a descrição, a nomenclatura, a identificação e a classificação dos seres vivos. A Sistemática é importante na organização das informações sobre toda a diversidade biológica presente no planeta e por isso todos os estudos envolvendo seres vivos dependem de um estudo taxonômico correto (Simpson, 2010). Assim, a Sistemática tem como foco a diversidade biológica, cuja dimensão é difícil de ser mensurada por pessoas que não estão diretamente ligadas à área de Biologia (Sebastiani et al., 2020).

Sistemas de classificação construídos com base em grau de semelhança são conhecidos pelo menos desde Aristóteles (384-332 antes de Cristo). A forma de se encarar as semelhanças entre os seres vivos gerou os diferentes tipos de Escolas de Sistemática ao longo da história do estudo dos seres vivos (Amorim, 2002). A Escola Lineana baseava-se na lógica aristotélica, que considerava a imutabilidade dos seres (Amorim, 2002). Linnaeus propôs uma classificação científica dos seres vivos baseada fundamentalmente em caracteres morfoanatômicos (Schneider, 2007).

A partir do final do século XVIII e início do século XIX, surgiram novas técnicas e visões da natureza que nortearam os estudos dos seres vivos, coincidindo com o desenvolvimento dos microscópios e a teoria da evolução (Martins, 2015). A teoria da evolução proposta por Charles Darwin (1809-1882) em 1859 permitiu uma compreensão mais clara da origem da diversidade biológica, mas só passou a interferir na construção de classificações biológicas a partir da década de 1950, com os estudos de Emil H.W. Hennig (1913-1973) (Amorim, 2002).

Os sistemas de classificação ganharam nova dimensão a partir da Escola Filogenética, que tornou-se a ferramenta mais adequada para a classificação dos seres vivos (Souza; Lorenzi, 2008). A Escola Filogenética propõe uma classificação baseada na história evolutiva e hipóteses filogenéticas, passíveis de testes a partir de análises de organismos vivos e fósseis, utilizando o critério de agrupamento de seres vivos integrantes de uma mesma linhagem (Amorim, 2002). A filogenia, ou história evolutiva, é reconstruída pela Sistemática, através de estudos de todos os dados disponíveis, desde fósseis até sequências de material genético, passando por dados morfológicos, fisiológicos e ecológicos (Judd et al., 2009). Ou seja, para o

estudo dos seres vivos com base da filogenia é necessário considerar não só todos os dados disponíveis, mas também o princípio da Evolução. Assim, é possível afirmar que a complexidade dos seres vivos está relacionada às mudanças que sofrem ao longo do tempo, sendo esta uma das características que conferem autonomia à Biologia, conforme assinalado por Mayr (2005).

Baseados em Jacob e Mayr, Carvalho et al. (2011) distinguem a Biologia em duas linhas de investigação complementares: Biologia Funcional e Biologia Evolutiva. Para os autores,

A biologia funcional se ocupa das causas próximas dos fenômenos biológicos, abordando-as essencialmente através de métodos físicos e químicos. As causas próximas são os determinantes dos eventos biológicos que têm lugar na ontogenia, no tempo de vida dos organismos individuais (ou tempo somático), e estão geralmente associadas à fisiologia. (p.72)

...as investigações em biologia evolutiva recorrem às causas remotas dos fenômenos biológicos. Neste campo, o organismo é sempre visto da perspectiva de sua integração em sistemas de organização mais inclusivos, como as linhagens e as populações. Desta perspectiva, as causas às quais recorremos para explicar um evento atual dizem respeito a eventos que tiveram lugar na história evolutiva da linhagem à qual pertence o organismo, na sua filogenia. (p.72)

Considerando essas duas linhas de investigação, é possível reconhecer que a biologia evolutiva está diretamente associada à Sistemática Filogenética. A Escola Filogenética possui uma metodologia sólida e consistente com a teoria da evolução, permitindo transpor para a sistemática a visão de que os organismos estão em contínua modificação (Amorim, 2002). Hennig mostrou que a classificação dos organismos deve estar relacionada com a compreensão do parentesco filogenético, resultado do processo de ramificação das espécies ancestrais em espécies descendentes. Essa história pode ser descoberta e representada mediante um diagrama hipotético, denominado cladograma (Amorim, 2002).

Apesar dos avanços sobre a classificação dos seres vivos descritos acima, os seres vivos ainda são apresentados aos estudantes da Educação Básica principalmente com base no sistema de classificação proposto pela Escola Lineana, com uma abordagem filogenética incipiente. Segundo Bozzini et al. (2018), a apresentação de linhagens de seres vivos (filogenia) pode favorecer a compreensão da diversificação dos seres vivos como um evento dinâmico ao longo da história do planeta, em substituição à apresentação dos grupos de seres delimitados basicamente por caracteres morfoanatômicos, sem uma abordagem filogenética. Assim, o reconhecimento de linhagens pode contribuir para um ensino menos teórico e repetitivo e mais questionador e dinâmico, já que a forma como a Sistemática é tratada na Educação Básica está diretamente relacionada ao interesse dos estudantes pela Biologia e, conseqüentemente, pela conservação da biodiversidade (Sebastiani et al., 2020).

Entendemos que o estudo dos seres vivos com base na abordagem filogenética possibilita a superação das concepções reducionistas de ensinar esses conteúdos, considerando a integração de definições, conceitos, fenômenos e suas explicações com processos de produção, construção e avaliação de novos conhecimentos científicos (Bozzini et al., 2018). O uso da abordagem filogenética facilitaria também a organização dos conteúdos e a redução das listas intermináveis de conteúdos a serem tratados na Biologia.

Esses diálogos sobre o ensino de conteúdos na Educação Básica têm ocorrido com frequência Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática e o presente trabalho foi desenvolvido a partir da disciplina de Sistemática Filogenética, ofertada no programa em questão. Nosso objetivo foi buscar e analisar os artigos sobre Sistemática Filogenética existentes em periódicos nacionais e internacionais da área de ensino. A questão norteadora da pesquisa foi: o que tem sido publicado na área de Ensino de Ciências sobre Sistemática Filogenética? A seguir apresentamos como a pesquisa foi realizada.

2. Metodologia

Este relato foi construído a partir de pesquisa bibliográfica em periódicos da área de ensino, os quais foram selecionados a partir da Plataforma Sucupira (quadriênio 2013-2016) e avaliados como A1 para esta área de conhecimento. Assim, a pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo seguiu-se de acordo com Lima e Miotto (2007), considerando a fonte da pesquisa, ou seja, periódicos A1 para a área de ensino, obtendo-se publicações do tipo artigo científico, sem ordem cronológica específica (uma vez que a busca nos periódicos foi realizada na íntegra), mas com descritores relacionados ao assunto em questão. Para o levantamento dos artigos foram utilizados os seguintes descritores: Sistemática Filogenética, Phylogenetic Systematics; Systématique Phylogénétique; Filogenia; Phylogeny; Phylogénie, em português, espanhol, inglês e francês, respectivamente. As buscas foram realizadas diretamente nas revistas e foram considerados todos os artigos que apresentavam os descritores no título, nas palavras-chave, nos resumos e/ou no corpo do texto.

A partir da Plataforma Sucupira foram encontradas 17 periódicos da área de ensino pertencentes ao extrato A1, referentes ao quadriênio 2013-2016, relacionadas ao Ensino de Ciências da Natureza: Areté- Revista Amazônica de Ensino de Ciências; Investigação em Ensino de Ciências; Rencima - Revista de Ensino de Ciências e Matemática; Ciências & Educação; Ensaio, Pesquisa em Educação em Ciências; Enseñanza de las Ciencias; Revista de Educación de Las Ciencias; Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias; Research In Science Education; Science & Education; Science Education (Salem, Mass. Print); Physics Education (Bristol. Print); Physical Review Special Topics. Physics Education Research; Cultural Studies Of Science of Science Education; Revista Européia de Educação em Ciências (1979 - 1986, atualmente denominada International Journal of Science Education desde 1987 até o presente momento); e Journal of Baltic Science Education; Journal of Science Education and Technology. Os anos consultados variaram para cada periódico, uma vez que relacionaram-se às disponibilidades de volumes para acesso e aos respectivos períodos.

Assim, os descritores foram utilizados para a pesquisa em todos os exemplares disponíveis *on-line* das 17 revistas. A Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes; Galiazzi, 2006) foi utilizada como método de análise dos dados encontrados. Segundo definição dos autores, “a análise textual discursiva é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa, que são a análise de conteúdo e a análise de discurso” (p.118). Os artigos selecionados foram lidos na íntegra e foi realizada a unitarização dos conteúdos. A partir da unitarização foram criados os metatextos e selecionadas as categorias, as quais apresentamos nos resultados.

3. Resultados e Discussão

Dentre os 17 periódicos pesquisados, apenas cinco possuíam artigos com os descritores Filogenia ou Sistemática Filogenética (em Português, Espanhol, Francês ou Inglês). No Quadro 1, apresentamos a quantidade de artigos encontrados em cada um desses periódicos.

Quadro 1. Trabalhos sobre a temática publicados nas revistas A1 de Ensino de Ciências. As identificações A1 a A11 na última coluna referem-se à sigla atribuída a cada um dos artigos analisados no presente estudo.

Revistas	Volumes e Edições	Anos consultados	Quantidade de artigos e identificação
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	21 vol. 39 ed.	1999 - 2019	05 (A1-A5)
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias	16 vol. 51 ed.	2004 - 2019	01 (A6)
Science & Education	28 vol. 166 ed.	1992 - 2019	01 (A7)
Physical Review Special Topics. Physics Education Research	15 vol. 28 ed.	2005 - 2019	03 (A8-A10)
Journal of Science Education and Technology	28 vol. 136 ed.	1992 - 2019	01 (A11)

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O Quadro 1 demonstra que apenas onze artigos sobre a temática foram encontrados. Após a leitura cuidadosa dos textos percebemos que três artigos (A8, A9 e A10) não abordam a Sistemática Filogenética relacionada às questões de Ensino de Ciências/Biologia, apenas descreve a filogenia de um grupo específico de seres vivos. Assim, estes artigos foram excluídos de nossa análise, restando oito artigos que tratam de Ensino de Ciências e Biologia relacionados à Sistemática Filogenética. Analisando os textos encontrados sobre a temática, identificamos que cinco artigos tratam da Sistemática Filogenética na Educação Básica e três tratam do tema no Ensino Superior. Além disso, dos oito artigos de pesquisa analisados, quatro realizaram análise de Livro Didático -LD (A1, A2, A4 e A5). Os outros quatro artigos trazem experiências didáticas (uma no ensino básico (A11) e outra no ensino superior (A6)), uma discussão teórica sobre sistemática filogenética (A7) e uma aplicação de questionário (A3). A seguir, apresentaremos principais aspectos sobre esses artigos e análise.

A análise de livros didáticos nos ajuda a evidenciar de que forma os conteúdos de Biologia têm sido apresentados aos professores e aos estudantes. A partir deles podemos perceber se a Filogenia como processo evolutivo tem sido levada em consideração para o estudo dos seres vivos ou se os livros ainda insistem na abordagem funcional, trazendo apenas aspectos fisiológicos ao tratar de diferentes grupos de seres vivos. Abaixo trazemos uma descrição dos principais resultados apontados nos artigos que trataram sobre Livros Didáticos.

O A1 visou a análise qualitativa de LD utilizados na rede pública de ensino no Brasil. Para isso, foram escolhidos cinco coleções de livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro do Ensino Médio. Os autores analisaram cinco critérios: conteúdo; abordagem; atividades; imagens; e abordagem da história da ciência. Para fazer a análise selecionaram os capítulos sobre seres vivos, nos quais encontraram no início de cada unidade um capítulo introdutório aos sistemas de classificação biológica, enfatizando diretamente a sistemática filogenética. No entanto, segundo os autores do referido artigo, a discussão não é conduzida para outros capítulos da unidade. Segundo os autores, apenas três LD abordam o conteúdo de sistemática filogenética de forma clara, no entanto, nenhum dos LD usa filogenia como eixo integrador. Apenas dois LD atenderam aos critérios utilizados, apresentando uma preocupação em introduzir a sistemática filogenética no ensino. Nestes LD foram encontradas definições e explicações de cada assunto abordado, utilizando imagens e recuperando momentos históricos. Porém, os autores reconhecem uma lacuna na ligação filogenética entre os grupos, pois estes são tratados de forma independente, ou seja, os filós são abordados de maneira isolada como se não mantivessem nenhuma relação com os demais. Já nos outros três LD o assunto sistemática filogenética não é abordado de forma ordenada no capítulo introdutório ou mesmo

nos demais capítulos, fazendo com que o professor, ao utilizar esse material, tenha que contextualizar a temática, para possibilitar uma abordagem evolutiva dos conteúdos biológicos.

O artigo A2 objetivou analisar a inserção do tema “Filogenia” nos livros didáticos brasileiros, procurando detectar incorreções conceituais que dificultam a compreensão do tema. Os autores analisaram 13 coleções sob os seguintes critérios: conteúdo teórico; recursos visuais; atividades propostas e recursos para o professor. Apenas oito LD contemplaram o assunto com profundidade e clareza variáveis. Destes, cinco retomaram a Filogenia na descrição de grupos biológicos, e quatro fizeram nova retomada ao apresentar o tema evolução. Os autores relatam no estudo que os autores de livros didáticos de Biologia, começaram a inserir o conteúdo de Filogenia com distorções conceituais comuns, em que houve confusão entre “Taxonomia” e “Sistemática”, equivalência entre “evolução” e “progresso” e a concepção de evolução como sequência linear de modificações em um processo direcional. Tais distorções são agravadas pela escassez de atividades para estudantes e recursos para o professor sobre o tema. Além disso, os autores do artigo comentam que a implementação dos princípios da Filogenia usualmente não se manifesta no texto do LD como um todo, nas atividades propostas, nem nas orientações metodológicas contidas nas obras. Segundo os autores do artigo A2, há uma lacuna nas recomendações de leituras complementares ao professor, uma vez que este pode não ter recebido em sua formação, inicial e/ou continuada, conhecimento suficiente e atualizado sobre o tema. Ademais, apenas nas considerações finais do artigo em questão é citada a formação inicial e continuada de docentes nesta área, que segundo os autores, deve disponibilizar conhecimento suficiente para refletir e discutir tais abordagens com segurança.

A5 vai ao encontro dos trabalhos anteriores e analisa LD da Educação Básica no Brasil. Foram escolhidas três coleções do Ensino Médio, sendo duas de 2008 e uma coleção de 2011. Foi realizada a análise de conteúdo nos textos dos capítulos sobre Filo Chordata e Evolução. O objetivo central do trabalho foi identificar se os autores dos LD utilizam a fisiologia ou a evolução para descrever fenômenos biológicos. Segundo os autores, os LD analisados apresentam conceitos evolutivos escassos, tratando o assunto de forma superficial e fragmentada, não disponibilizando uma visão evolutiva integradora no conteúdo de vertebrados. Para os autores do A5, as coleções deveriam utilizar mais narrações históricas, argumentações e explicações, bem como usar com moderação as descrições, uma vez que na educação científica atual a aprendizagem almejada não se dá apenas pela transmissão de informações.

O A4 também analisou alguns livros didáticos, mas voltados ao ensino superior. Foram selecionados seis LD, sendo três LD de biologia evolutiva e três LD de zoologia de vertebrados, com o objetivo de investigar a abordagem de recontextualização de conteúdos relacionados à biologia evolutiva do desenvolvimento (evo-devo) e ao pluralismo de processos. Para análise metodológica os livros foram submetidos a uma análise de conteúdo, tendo como categorias elementos pré-fixadas. Segundo os autores do A4, os LD de biologia evolutiva atualmente em uso trazem em suas explicações evolutivas parte dos fatores e mecanismos considerados em visões pluralistas do processo evolutivo aceito nas duas últimas décadas, principalmente contribuições da evo-devo, mecanismos de especiação e deriva gênica. Por sua vez, nos LD de zoologia de vertebrados, seleção natural e contribuições da evo-devo são tratadas com destaque, enquanto os demais fatores evolutivos estão quase sempre ausentes. Assim, os autores do referido artigo destacam que esses livros não apresentam uma abordagem pluralista do processo evolutivo. Aparentemente, os avanços da pesquisa demoram um período para fazer parte do material adotado, tanto no ensino superior quanto no ensino básico e a inclusão de elementos da pluralidade de processos vem sendo inseridos recentemente na bibliografia base dos cursos de graduação. Segundo Almeida & Falcão (2005), há um hiato entre conceitos iniciais de estudantes da educação básica e o que o meio acadêmico aceita, sendo esse processo árduo e demorado, mas também desejável e possível.

A leitura dos artigos A1, A2, A4 e A5 revelam que a abordagem filogenética não é unanimidade nos LD, uma vez que ainda existem erros conceituais e a classificação dos seres vivos ainda é apresentada de forma fragmentada, conforme

destacam Zamberlan e Silva (2012). Além disso, aparentemente as coleções de LD não estão no mesmo estágio de uso da filogenia para o estudo da diversidade biológica, ou seja, não há um sincronismo no uso da abordagem filogenética, fazendo com que a compreensão sobre o assunto fique condicionada, mesmo que parcialmente, à qualidade do conteúdo da coleção de LD escolhida. Segundo Nicolini et al. (2010), assuntos como evolução e darwinismo, origem da vida e definição de vida são temas relevantes na formação científica humana e social (em especial no Ensino Médio, segundo esses autores) e, por esse motivo, mereceriam especial atenção dos LD, inclusive no que se refere à apresentação das divergências de ideias relacionadas ao assunto. No que tange aos problemas relacionados ao material didático do ensino superior, um fator agravante pode ser o prejuízo causado à formação inicial docente. Nesse sentido, Nicolini et al. (2010) comentam que professores de biologia poderiam ser mais esclarecidos quanto à natureza da produção do conhecimento científico, bem como serem preparados para terem domínio sobre a evolução, o que geraria uma postura mais correta sobre o encaminhamento do assunto.

A teoria sintética da evolução uniu teorias biológicas, favorecendo o surgimento da biologia como ciência, mas a transposição didática do tema permanece problemática (Almeida & Falcão, 2005). Segundo esses autores, processos evolutivos tem papel central na conceitualização de todos os temas da biologia e obstáculos ideológicos, filosóficos e teológicos podem dificultar seu ensino. Além disso, o LD trata a evolução não como eixo central mas sim como conteúdo desprovido de contextualização histórica. Um exemplo emblemático é o fato de Lamarck ser tratado como alguém cujas ideias eram opostas às de Darwin, apesar de ser o responsável pela primeira explicação sistemática da evolução dos seres vivos e por trazer grandes contribuições ao estudo de plantas e animais (Almeida & Falcão, 2005). Ainda segundo esses autores, a principal controvérsia não é o antagonismo entre Lamarck e Darwin, como erroneamente mostram os livros. Uso de explicações lamarquistas para mecanismo de processos evolutivos demonstra desconhecimento sobre o assunto no ensino de biologia, assim como o falso antagonismo entre Lamarck e Darwin demonstra uma visão distorcida e superficial da evolução, que se perpetua até hoje, fato esse também observado por Zamberlan e Silva (2012).

As potencialidades e problemas dos LD também são abordados por outros autores, endossando as impressões trazidas através dos artigos aqui discutidos. Para Dalapicolla et al. (2015), a qualidade do livro didático é fundamental, já que é o principal recurso disponível no cotidiano escolar e, no que tange ao ensino de ciências e biologia, a evolução é o elemento norteador dos conhecimentos biológicos e espera-se que os livros de biologia abordem dessa forma. No entanto, LD que trazem poucas explicações ou argumentações narrativas sobre os grupos e que estimulam a memorização de conteúdo amparam um ensino como transmissão de fatos e não elaboração de conceitos. Ainda para esses autores, se por um lado o exagero no uso de termos científicos nos LD complica o entendimento do assunto, por outro lado, a presença de termos ligados à evolução ajudaria a usá-la como eixo integrador. Bittercourt-dos-Santos e El-Hani (2013), por sua vez, destacam que os LD influenciam a formação de cientistas e professores de ciências e biologia, bem como a prática docente e a aprendizagem, pois são mediadores do conhecimento e fontes estruturadoras das ações em sala de aula. Por fim, Zamberlan e Silva (2012) sugerem que a evolução deve assumir papel central no ensino de biologia e que LD tem potencial para promover a adoção da evolução como ideia reguladora para a biologia. No entanto, entendemos que, se os LD apresentam-se desatualizados quanto à abordagem de seu conteúdo, conforme observamos nos relatos dos autores dos artigos aqui analisados, o estudo da diversidade biológica através da abordagem filogenética fica comprometido. Assim, “é indispensável que a evolução biológica apresentada no livro didático desempenhe o papel organizador da biologia e que ofereça subsídios para a compreensão das ideias evolucionistas por meio de conteúdos contextualizados que favoreçam a elaboração do pensamento científico” (Zamberlan & Silva, 2012, p. 193).

Para Rodrigues et al. (2011), a filogenia é a forma mais conveniente para o estudo dos seres vivos, pois permite visualizar a relação entre eles. Nesse sentido, os autores reconhecem que a inclusão da abordagem filogenética pode ser fundamental para a melhoria do ensino de biologia, partindo dos livros didáticos de graduação e chegando aos livros de

educação básica, oferecendo ótimas perspectivas se usados como eixos norteadores da discussão sobre diversidade. Entendemos que a discussão sobre análise de LD no ensino de ciências e biologia não se esgotou, mas que outros recursos também podem potencializar o estudo dos seres vivos a partir da abordagem filogenética. Assim, no que se refere às experiências didáticas envolvendo filogenia, destacamos a seguir os principais aspectos observados nos artigos A6 e A11.

O A6 apresentou uma experiência didática no ensino superior, desenvolvida em temas introdutórios à biologia vegetal de duas universidades argentinas. Foi proposto para os estudantes utilizarem árvores evolutivas como uma ferramenta para relacionar os caracteres usados na classificação com a história evolutiva das plantas. O objetivo do trabalho foi que os estudantes pudessem interpretar as características dos táxons estudados em um contexto com as bases epistemológicas da sistemática filogenética. Os resultados obtidos no referido artigo mostraram que a maioria dos estudantes conseguiu utilizar árvores evolutivas como ferramenta para compreender melhor a história evolutiva das plantas. Segundo os autores, essa abordagem aproxima os estudantes de problemas mais relacionados ao trabalho real do especialista em sistemática de plantas e é apresentado como uma possibilidade de conciliar o que é ensinado com o que é pesquisado no nível acadêmico. Esse resultado obtido no A6 quanto ao uso da abordagem filogenética para o estudo de plantas torna-se particularmente importante atualmente, momento em que a comunidade científica teme que a diminuição do interesse pela biologia vegetal em cursos de graduação prejudique substancialmente políticas de conservação da biodiversidade (Stroud et al., 2022). Assim, entendemos que o uso da abordagem filogenética para o estudo da diversidade biológica no ensino superior é de suma importância, pela possibilidade de envolver diretamente a formação inicial docente e permitir a perpetuação deste estudo na educação básica, permitindo inclusive a aproximação entre escola e universidade.

O A11 traz a análise de uma atividade prática envolvendo biotecnologia no Ensino Médio, constituindo uma dissertação de mestrado publicada na íntegra em um periódico. O desenvolvimento do projeto ocorreu através de um processo colaborativo entre escola e universidade, com a proposta de promoção do letramento científico. De acordo com o texto, o tema central da intervenção é a biotecnologia, sendo a sistemática filogenética a etapa final de análise dos dados da atividade prática, que envolveu extração e isolamento do DNA para a amplificação, sequenciamento e bioinformática. A biotecnologia tem ferramentas importantes para a compreensão da evolução dos seres vivos e, segundo os autores, os estudantes realizaram atividades práticas de biotecnologia aprenderam mais sobre o assunto. Considerando que a atividade prática seria uma ferramenta voltada para o professor (centro do processo, segundo os autores), este artigo pode trazer elementos que contribuam para a formação continuada, sugerindo que atividades práticas de biotecnologia podem favorecer o ensino de ciências e biologia através de uma abordagem filogenética.

O artigo A7 apresenta abordagem no ensino superior, tendo como base a discussão teórica sobre o conceito de espécie, de classe como indivíduo e/ou espécie como indivíduo. O texto descreve sobre a contribuição da filosofia na sistemática e seu ensino. Ao abordar a filosofia, relaciona sua importância com a biologia e o faz a partir do conceito de “biofilosofia” nas definições de espécie, táxon e indivíduo. É um texto voltado aos iniciantes de sistemática filogenética na pesquisa, não se tratando de um artigo sobre filogenia no âmbito do ensino, mas colaborando com elementos importantes para a formação da base de conhecimentos específicos sobre o assunto para futuros professores de ciências e biologia.

Por fim, o A3 objetivou investigar se as visões, ideias e valores sobre a origem dos seres vivos expressas por estudantes da educação básica teriam alteração ao longo de um período escolar específico. Assim, esse artigo traz uma análise social de estudantes da educação básica de uma escola católica, com a seguinte questão de pesquisa: “Essa crença poderia influenciar na aceitação da explicação científica para a origem do homem e da mulher, assim como dos processos evolutivos válidos para os demais seres vivos?”. Para a coleta dos dados foram aplicados questionários em dois momentos, o primeiro quando os estudantes estavam no primeiro ano do Ensino Médio (2007) e, o segundo momento quando a turma de estudantes estava no terceiro ano (2009). A metodologia utilizada foi o discurso do sujeito coletivo (DSC). Ao todo 70 estudantes

responderam ao primeiro questionário e 43 estudantes, que permaneceram na escola, responderam ao segundo questionário no terceiro ano. Segundo os autores, 25 estudantes se identificaram no primeiro e no segundo momento da pesquisa, enriquecendo a interpretação dos resultados, uma vez que tornou possível analisar mudanças no comportamento individual ao longo dos dois anos. Os autores do referido artigo concluíram que as crenças religiosas não são a principal dificuldade enfrentada no ensino dos temas aqui tratados, uma vez que estudantes do primeiro e do terceiro ano tiveram discurso que se aproxima do científico, fazendo claras referências aos processos evolutivos que têm, como ponto de partida, seres microscópicos, incluindo-se uma ideia de história evolutiva para a origem da espécie humana. Os autores acreditam que os estudantes parecem demandar mais tempo e atenção docente para o estudo da origem da vida. Esta constatação pode indicar, mais uma vez, conforme discutido nas análises dos demais artigos encontrados no presente estudo, que a formação docente e a elaboração de LD adequado podem favorecer o estudo dos seres vivos de forma mais interessante.

Entendendo que a evolução seja o eixo integrador dos conteúdos em biologia, usar a filogenia como ferramenta na abordagem da biodiversidade seria, no mínimo, coerente com as bases teóricas vigentes (Amorim, 2003), tornando o ensino mais dinâmico e significativo. No entanto, a análise dos oito artigos aqui tratados revela que ainda há um longo caminho a ser percorrido no que se refere ao estudo da diversidade biológica a partir de uma abordagem filogenética. Nascimento et al. (2020), em uma pesquisa bibliográfica envolvendo as tendências teóricas presentes em artigos sobre o ensino de ciências localizaram apenas um artigo relacionado à sistemática filogenética, contra quinze relacionados à educação ambiental e biologia geral. Esse fato endossa a falta de estudos relacionando sistemática filogenética e o ensino de ciências. Tendo em vista que as primeiras publicações realizadas sobre Sistemática Filogenética foram publicadas por Willi Henning nas décadas de 1950 e 1960 (Santos, 2008) e que houve um retardo no desenvolvimento da sistemática filogenética para a classificação dos seres vivos e, conseqüentemente no ensino de ciências e biologia de forma geral, faz-se compreensível os artigos encontrados serem publicações dos dez últimos anos. Esse atraso impacta tanto a atualização dos LD como a formação docente. “Os conhecimentos científicos naturalmente percorrem uma trajetória de reconstrução até se fazerem presentes no conhecimento científico escolar. É esperado, assim, que se passe algum tempo até que determinados desenvolvimentos estejam representados na ciência escolar” (Bitterncourt-dos-Santos & El-Hani, 2013, p. 210).

4. Considerações Finais

A abordagem filogenética deficitária para ensinar grupos de seres vivos na educação básica pode estar ligada aos problemas relacionados ao estudo da evolução na formação inicial docente, bem como à existência de livros didáticos desatualizados e ou com conceitos incorretos.

No presente estudos constatamos que poucos são os trabalhos que abordam sobre o assunto, apesar da abordagem filogenética ser proposta para a classificação dos seres vivos desde a década de 1960. Este fato revela que o conhecimento produzido sobre evolução e classificação dos seres vivos deve urgentemente ocupar espaços na formação docente (inicial e continuada) e na elaboração de material didático adequado, para que o ensino de ciências não seja prejudicado. O baixo número de artigos encontrados revela o potencial a ser explorado, num círculo que envolve a formação inicial docente, a formação continuada de docentes e maior dedicação à elaboração de livros didáticos, sempre à luz da evolução, pois em ela a biologia se torna uma pilha de fatos misturados, sem significado (Dobzhansky, 1973).

Entendemos que o ensino de evolução numa perspectiva filogenética deva ser potencializado em todos os cursos de formação inicial e continuada de professores de Ciências da Natureza, bem como ser ampliado na educação básica. Pois seu estudo possibilita um maior entendimento sobre a origem e desenvolvimento da vida em nosso planeta, bem como a necessidade de preservação de ambientes e espécies para garantir uma maior qualidade de vida às atuais e futuras gerações.

Trabalhos futuros envolvendo uma pesquisa bibliográfica mais ampla sobre a presença da sistemática filogenética na

área de ensino, considerando outros extratos e fontes de busca (tais como Portal CAPES e Web of Science), serão fundamentais para confirmar as impressões iniciais aqui descritas.

Referências

- Almeida, A. V., & Falcão, J. T. R. (2005). A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e suas transposições par ao ambiente escolar. *Ciência & Educação*, 11(1), 17-32.
- Amorim, D. S. (2002). *Fundamentos de Sistemática Filogenética*. Editora Holos.
- Bittencourt-dos-Santos, W., & El-Hani, C. N. (2013). A abordagem do pluralismo de processos e da evo-devo em livros didáticos de biologia evolutiva e zoologia de vertebrados. *Revista Ensaio*, 15(3), 199-216.
- Bozzini, I. C. T., Calzolari-Neto, A. J., & Sebastiani, R. (2018). O papel dos conhecimentos específicos de Botânica na proposta de reformulação curricular de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Anais do VII Enebio. 03 a 06 de setembro de 2018, p. 2384-2392.
- Carvalho, I. N., Nunes-Neto, N. F., El-Hani, C. N. (2011). Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio? *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, 1(1), 67-100.
- Dalapicolla, J., Silva, V. A., & Garcia, J. F. M. (2015). Evolução biológica como eixo integrador da Biologia em livros didáticos do ensino médio. *Revista Ensaio*, 17(1), 150-172.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 75(2), 87-91.
- Judd, W. S., Campbell, C. S., Kellog, E. A., Stevens, P. F., & Donoghue, M. J. (2009). *Sistemática Vegetal – Um enfoque filogenético*. Armed
- Lima, T. C. S., & Mioto, R. C. T. (2007). Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. *Revista Katalisis*, 10(n.esp.), 37-45.
- Martins, R. A. (2015). *Aristóteles e o estudo dos seres vivos*. Livraria da Física Editorial.
- Mayr, E. (2005). *Biologia, Ciência única*. Companhia das Letras.
- Moraes, R., & Galiuzzi, M. C. (2006). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, 12(1), 117-128.
- Nascimento, J. E., Zabotti, K., Pietricoski, L. B., Cunha, M. B., & Justina, L. A. D. (2020). A biologia nos periódicos de ensino de ciências: uma análise das tendências teóricas. *Research, Society and Development*, 9(6), p. 1-26.
- Nicolini, L. B., Falvão, E. B. M., & Farias, F. S. (2010). Origem da vida: como licenciandos em Ciências Biológicas lidam com esse tema? *Ciência & Educação*, 16(2), p. 355-367.
- Rodrigues, M. E., Justina, L. A. D., & Meghliotatti, F. A. (2011). O conteúdo de sistemática e filogenética em livros didáticos do Ensino Médio. *Revista Ensaio*, 13(2), 65-84.
- Santos, C. M. D. (2008). Os dinossauros de Hennig: sobre a importância do monofiletismo para a sistemática biológica. *Scientiae Studia*, 6(2), 179-200.
- Schneider, H. (2007). *Métodos de análise filogenética – um guia prático*. Editora Holos.
- Sebastiani, R., Silva, C. V., Costa, E. P., Buturi, F. O. S., & Mendes, Z. R. (2020). A importância da sistemática para as Ciências Ambientais. In: Hayashi, C., Sardinha, D. S. Pamplin, P. A. Z. Ciências Ambientais: diagnósticos ambientais. Editora Universidade Federal de Alfenas.
- Simpson, M. G. (2010). *Plant systematics*. Elsevier.
- Souza, V. C., & Lorenzi, H. (2008). *Botânica sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III*. Editora Plantarum.
- Stroud, S., Fennell, M., Mitchley, J., Lydon, S., Peacock, J., & Bacon, K. L. (2022). The botanical education extinction and the fall of plant awareness. *Ecology and Evolution*, 12, p. 1-14.
- Zamberlan, E. S. J., & Silva, M. R. (2012). O ensino de evolução biológica e sua abordagem em livros didáticos. *Educação & Realidade*, 37(1), p. 187-212.