

**Termos filogenéticos contidos em publicações de cunho pedagógico e mapeamento dos conceitos relacionados****Phylogenetic terms present in publications of a pedagogical nature and related concept mapping**

DOI:10.34117/bjdv5n7-137

Recebimento dos originais: 10/06/2019

Aceitação para publicação: 15/07/2019

**Elineí Araújo-de-Almeida**

Doutorado em Zoologia (Universidade de São Paulo)  
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Avenida Senador Salgado Filho, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil  
E-mail: elinearaujo@yahoo.com.br

**Roberto Lima Santos**

Mestrado em Zoologia (Universidade Federal da Paraíba)  
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Avenida Senador Salgado Filho, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil  
E-mail: robertolsantos@yahoo.com.br

**Ruã Pontes Lins Batista**

Graduando em Ciências Biológicas (Universidade Federal da Paraíba)  
Instituição: Universidade Federal da Paraíba  
Cidade Universitária s/n - Campus I, João Pessoa – PB, Brasil  
E-mail: pontesdecronos@gmail.com

**José Eriberto de Assis**

Doutor em Zoologia (Universidade Federal da Paraíba)  
Departamento de Educação, Secretaria Municipal de Educação,  
Prefeitura Municipal de Bayeux, 50670-420, Bayeux, PB, Brasil  
eri.assis@gmail.com

**Joafrâncio Pereira de Araújo**

Doutor em Zoologia (Universidade Federal da Paraíba)  
Instituição: Universidade Federal da Paraíba  
Cidade Universitária s/n - Campus I, João Pessoa – PB, Brasil  
E-mail: joafrancio@gmail.com

**Martin Lindsey Christoffersen**

Doutor em Zoologia (Universidade de São Paulo)  
Instituição: Universidade Federal da Paraíba  
Cidade Universitária s/n - Campus I, João Pessoa – PB, Brasil  
E-mail: martinlc.ufpb@gmail.com

**RESUMO**

Considerando que certos termos e conceitos têm importância para o entendimento do contexto filogenético subjacente à classificação da diversidade biológica e alguns deles são considerados abstratos e de difícil compreensão, objetiva-se nesse trabalho: a) levantar os diversos termos filogenéticos citados em trabalhos de evento científico sobre ensino de Biologia, b) discutir aspectos conceituais relacionados e, c) estruturar um mapa conceitual ilustrativo para expressão de terminologias filogenéticas mais comuns. A metodologia seguiu elementos para levantamento de amostra e busca de termos característicos no entendimento da sistemática filogenética. Acrescentaram-se alguns fundamentos teóricos e metodológicos ao utilizar-se a técnica de mapeamento conceitual. A busca pelos referenciais de análise centrou-se nas publicações do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBio, edições de 2010 à 2018). Investigaram-se primeiramente o título e, posteriormente o artigo por completo na busca de algum termo relacionado ao foco da pesquisa, tais como: sistemática filogenética, cladística, cladograma, homologia, entre outros. Estudos sobre termos filogenéticos com representação em mapa conceitual possibilita ilustrar graficamente uma proposta de interação conceitual de forma mais facilitada do que num texto linear.

**Palavras-chave:** Análise de conteúdo. Análise filogenética. Eventos científicos. Mapa conceitual.

**ABSTRACT**

Considering that certain terms and concepts are necessary for the interpretation of phylogenetic context underlying the classification of biological diversity and some of them are considered abstract and difficult to understand, the present study aimed to: a) assess the phylogenetic terms cited in texts published in the proceedings of a scientific event dealing with biology teaching, b) discuss its conceptual aspects and, c) propose a concept map for the expression of common terms in the study of phylogenetics. The methodology consisted in a search for terms needed for the understanding of phylogenetic systematics. Theoretical and methodological aspects of concept mapping were added in discussing the results. The corpus was made up by articles published in the proceedings of the Brazilian National Meeting on Biology Teaching (ENEBio in the original), covering editions from 2010 through 2018. The title of the articles was investigated first and, if pertinent to the understanding of phylogeny, the complete article was then searched for terms related to phylogenetic analysis, such as: phylogenetic systematics, cladistics, cladogram, homology. Studies of phylogenetic terms represented on a concept map allows us to graphically illustrate a proposal of conceptual interaction more easily than in a linear text.

**Key words:** Content analysis. Concept map. Phylogenetic analysis. Scientific events.

**1 INTRODUÇÃO**

A utilização de diagramas evidencia-se em Lamarck (1809), que os empregou para expressar relacionamentos históricos entre grupos de organismos e, em Darwin (1859), ao utilizar um dendrograma para representar o conceito de descendência com modificação (GREGORY, 2008). Contudo, de acordo com Araújo-de-Almeida (2007), Amorim (2008), e Wiley e Lieberman (2011), foi o desenvolvimento do método de análise filogenética (posteriormente conhecido por método cladístico), proposto pelo entomólogo alemão Willi Hennig em 1950 (ver HENNIG, 1950), que permitiu a elaboração de hipóteses, e consequentes predições, sobre a distribuição de caracteres (morfológicos ou não) formados num contexto de

ancestralidade-descendência, contribuindo para a redução do essencialismo e da subjetividade nas atividades de taxonomia e sistemática.

Embora a sistemática filogenética esteja bem consolidada no estudo da biodiversidade, as suas diversas terminologias e conceituações não são usuais no cotidiano dos aprendizes (ver WILEY, 1981; AX, 1999; WILEY et al., 1991; AMORIM, 1994, 2002; SASSI, 2008; WILEY; LIEBERMAN, 2011; BAUM; SMITH, 2012). Nessa área de conhecimento, os termos têm conotação evolutiva e alguns deles são considerados de difícil compreensão, por vezes ensejando erros na compreensão dos conceitos (GREGORY, 2008; OMLAND; COOK; CRISP, 2008; MEIR et al., 2007; MEISEL, 2010; LOPES; VASCONCELOS, 2012). Nesse sentido, Memory (1990) aborda que alguns estudantes são desafiados no momento da aprendizagem de conteúdos quando os termos técnicos não são esclarecidos antes da leitura das informações em estudo.

Musheno e Lawson (1999) destacam que aprender as terminologias leva à familiaridade com as bases dos conhecimentos para que os conceitos sejam explorados com maior detalhamento. Segundo Bizzo (2007 *apud* CORDEIRO; MORINI, 2018, p. 5392), termos científicos não são apenas formalidades, mas uma forma de compactar informação, de maneira precisa, que não sofra modificações temporais ou influências de modismos. Dessa forma, como evidenciado em O'Hara (1988, 1992, 1997) e Meisel (2010), é necessário que seja dada atenção aos termos e conceitos que conduzem ao entendimento dos conteúdos que levam ao raciocínio filogenético, ao *tree thinking*.

Conforme Baum e Smith (2012, p. 1), *tree thinking* é a habilidade de visualizar a evolução na forma de um diagrama ou árvore filogenética, e de usar tais diagramas para a) comunicar e analisar fenômenos evolutivos; b) compreender de forma correta o processo evolutivo e, c) auxiliar na organização do conhecimento sobre a diversidade biológica. Porém, lembrando Baum (2008), a leitura do cladograma não é intuitiva e pode levar a erros de interpretação.

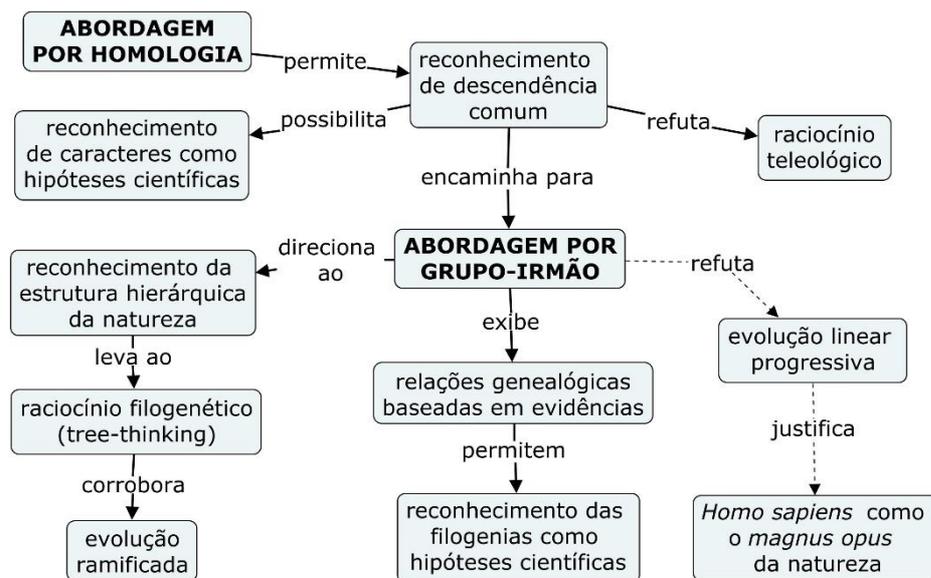
Gregory (2008) discute aspectos do “letramento filogenético” (*phylogenetic literacy*, no original), que inclui a leitura e interpretação de cladogramas e, tal como Amorim e Amorim (1992), Araújo-de-Almeida et al. (2011) e Baum e Smith (2012), enfatizam a importância desta habilidade no campo profissional, considerando a relevância das análises filogenéticas em várias áreas do conhecimento, incluindo, a Medicina e o Direito.

Ressalta-se que envolvimento e buscas de soluções são observados na produção e divulgação dos conhecimentos acerca do método de análise filogenética, trazendo

esclarecimentos de dúvidas e minimização de dificuldades de aprendizagem. Amorim (1994, 2002), Amorim et al. (2001) e Santos e Calor (2008) destacam que a questão central na evolução e, conseqüentemente, na sistematização da diversidade biológica, é o entendimento do conceito de homologia. Além do mais, esses autores ressaltam que a linguagem também é um dos problemas verificados para esse entendimento, no que diz respeito à percepção correta de alguma estrutura biológica enquanto característica homóloga ou não.

Como forma de esclarecer a abordagem da “homologia filogenética” e evidenciá-la como primeiro passo de um ponto referencial mais amplo, Santos e Calor (2008) discutem a importância desse conceito para o entendimento da evolução e ilustram um diagrama conceitual. Evidenciam, desta forma, uma das terminologias filogenéticas, neste caso a homologia filogenética (Figura 1), por meio de interações relacionais, características dos mapas conceituais.

**Figura 1.** Evidência ao termo homologia filogenética em esquema gráfico.



**Fonte:** Redesenhado e traduzido de Santos e Calor (2008, p. 202), intitulado:

“Flowchart of the phylogenetic approach for teaching evolution.”

Na perspectiva do mapeamento conceitual defendido por Novak e Gowin (1984, 1996), Kinchin, Hay e Adams (2000), Kinchin (2014), Moreira (2006, 2013), Novak e Cañas (2008, 2010), Aguiar e Correia (2013), Correia et al. (2016) e outros autores, apreende-se que a elaboração de um mapa conceitual permite organizar as ideias em dispositivo gráfico onde o arranjo dos conceitos, seguindo uma lógica semântica e sintática, explicita-se visualmente e

proporciona leituras criativas acerca do conteúdo exposto. Os mapas conceituais, como explicitados por vários pesquisadores, constituem um ponto de partida para a ampliação, correção ou inserção de rearranjos conceituais no mapa elaborado idiosincraticamente.

Como forma de representar as relações entre termos filogenéticos, Araújo-de-Almeida e Santos (2017) propuseram um mapa conceitual, contextualizando a seleção dos conceitos filogenéticos, a partir de pesquisas divulgadas em quatro edições dos Anais do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBio, 2010 a 2016). E, como forma de ilustrar aspectos sobre a técnica de mapeamento conceitual direcionada para essa construção, Santos e Araújo-de-Almeida (2018), utilizando-se da mesma amostra de trabalhos publicados no ENEBio, trouxeram atualizações em torno do primeiro mapa construído e, esses mapas conceituais foram utilizados em sala de aula como atividade para aprendizagem de termos filogenéticos.

Destaca-se pelo exposto acima que, os objetivos da presente pesquisa são: investigar os avanços na inserção de terminologias filogenéticas/cladísticas abordados em publicações de edições diversas do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBio), comentar acerca de conceituações relevantes para o processo de entendimento da sistemática filogenética e evidenciar um mapa conceitual ilustrativo para destacar relações conceituais entre os termos filogenéticos mais comumente utilizados.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia seguiu elementos para levantamento de amostra e elaboração de categorias a partir de raciocínios da análise de conteúdo sistematizada por Bardin (2016). O percurso metodológico também recebeu combinações de ideias oriundas dos fundamentos teóricos e metodológicos sobre a técnica de mapeamento conceitual na perspectiva novaquiana (ver NOVAK; CAÑAS, 2008, 2010, além de outros autores).

Ressalta-se que a produção bibliográfica que trata da sistemática filogenética direcionada ao ensino-aprendizagem, além de ter recebido atenção de vários pesquisadores (abrangendo publicações em artigos, livros ou capítulos de livros), tem se evidenciado, enquanto foco de atenção didática, em diversos anais de eventos científicos da área de ensino.

Verificando a existência de um diferencial nas publicações a cada edição de um evento científico, essa pesquisa amplia a amostra de análise desenvolvida por Araújo-de-Almeida e Santos (2017), os quais exploraram quatro edições do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBio, de 2010 a 2016), totalizando 10 trabalhos analisados. Sendo assim, na

presente pesquisa, os trabalhos publicados nos anais do ENEBio realizado no ano de 2018, foram incluídos e, somou para a atual pesquisa, um total de 16 artigos.

A busca pelos referenciais de análise (Quadro 1), nas publicações do ENEBio, foi consequência da existência de um número considerável de artigos explorando temas relacionados aos conteúdos filogenéticos, principalmente a partir do ano de 2010. Esse evento teve início no ano de 2005 e vem sistematicamente ocorrendo a cada dois anos. Os Anais, contendo os artigos apresentados em todas as edições ocorridas do ENEBio, encontram-se no site da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio): <https://sbenbio.org.br/categoria/anais/> (acesso em 25/03/2019).

Quadro 1. Amostra de trabalhos analisados nas edições do ENEBio de 2010 a 2018.

Artigos de cinco edições do ENEBio (2010-2018) que exploraram termos filogenéticos		
<p><b>ENEBio 2010</b></p> <p>BRANDÃO, A.L.R.; VIANA, S.M. Cladogramas como proposta de jogo para o ensino de Evolução</p> <p>COSTA, L.O.; WAIZBORT, R.F. Concepções espontâneas sobre classificação biológica em uma turma de segundo ano do ensino médio</p> <p>DORVILLÉ, L.F. M. et al. Trabalhando com sistemática filogenética no ensino médio: uma proposta de atividade</p> <p>SANTOS, R.L; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; CHRISTOFFERSEN, M.L. Emprego de diagramas filogenéticos refletindo eventos macroevolutivos em livros didáticos de biologia para o ensino médio no Brasil</p>		<p><b>ENEBio 2012</b></p> <p>CARVALHO, F.C. et al. Concepções alternativas sobre conceitos filogenéticos: uma ferramenta básica para a aprendizagem</p> <p>SANTANA, S.B.; BARZANO, M.A.L. Lineana ou filogenética: qual sistemática biológica é encontrada nos livros didáticos do ensino fundamental?</p>
<p><b>ENEBio 2016</b></p> <p>KOSVOSK, J.A. Análise dos temas evolução e filogenia nos livros didáticos do 7º ano do ensino fundamental</p>		<p><b>ENEBio 2014</b></p> <p>SILVA, N.R. et al. Dinâmica de zoologia de invertebrados (DiZi): desenvolvimento de material didático para o ensino médio</p> <p>SOUZA, M.L. et al. Currículo de biologia: produção de material didático sobre o tema 'cladograma' no projeto Fundão Biologia – UFRJ</p> <p>SOUZA, P.H.R.; ROCHA, M.B. Sistemática filogenética e divulgação científica: análise da linguagem de artigos da revista <i>Scientific American Brazil</i></p>
<p><b>ENEBio 2018</b></p> <p>BOZZINI, I.C.T.; CALSOLARI NETO; A.J.; SEBASTIANI, R. O papel dos conhecimentos específicos de botânica na proposta de reformulação curricular de um curso de licenciatura em ciências biológicas</p> <p>CORDEIRO, R.S.; MORINI, M.S.C. Exames vestibulares: uma análise sobre o uso de termos-chave da sistemática filogenética</p> <p>CORDEIRO, R.S.; MORINI, M.S.C. O que dizem professores e livros didáticos sobre o conceito de homologia?</p> <p>DIAS, K.N.L. Sobre semelhanças e origens: os conceitos de homologia em uma coleção de livros didáticos do ensino médio</p> <p>OLIVEIRA, B.H.; SILVA; G.M.; SATO, M.K. Veraneando com professores da educação básica de São Paulo: múltiplas formas de conhecer e difundir saberes sobre a vida animal</p> <p>OLIVEIRA, N.M.; GALIETA, T. Promoção da alfabetização científica por oficinas pedagógicas de um curso de formação continuada para professores de biologia</p>		

Fonte: os autores (2019).

A partir das publicações selecionadas, abordando sobre dados filogenéticos divulgados nos anais do evento citado, efetivou-se leitura detalhada, para registros dos termos comumente utilizados em sistemática filogenética. Após o levantamento dos termos, alguns conceitos foram discutidos de acordo com a bibliografia referente ao tema. De posse de um entendimento conceitual passível de ser explorado didaticamente, tanto nos cursos de graduação, quanto naqueles de nível básico, foi estruturado o mapa conceitual, destacando, principalmente, os termos que foram mais frequentemente citados na amostra analisada das cinco edições do ENEBio, realizadas a partir de 2010.

Reconhecendo a importância de acompanhar aspectos relacionados à evolução no modo de construir mapas conceituais fundamentados na perspectiva novaquiana e, intencionando a obtenção de um bom mapa conceitual, enfatizamos no Quadro 2, um conjunto de aspectos metodológicos relevantes obtidos a partir de Cañas, Novak e Reiska (2015), a serem levados em consideração no momento de se construir um mapa conceitual:

**Quadro 2.** Aspectos metodológicos a serem levados em consideração no momento de elaboração de um mapa conceitual.

Lista de critérios relevantes na construção de um mapa conceitual	
1. Mapas conceituais são definidos com base em um contexto, uma pergunta (“questão focal”). Ela deve ser apresentada de forma explícita e clara.	5. Os mapas conceituais devem apresentar uma organização hierárquica, onde os conceitos mais gerais/inclusivos devem estar no topo, e os conceitos mais específicos/menos inclusivos, em níveis mais baixos na estrutura do mapa.
2. Os conceitos utilizados devem apresentar-se no mapa em um ou poucos rótulos/palavras.	6. De modo geral, não mais do que três ou quatro subconceitos devem ser vinculados abaixo de qualquer conceito mais inclusivo.
3. Os termos/palavras de ligação devem ser apresentados com um ou poucos rótulos. Estes rótulos têm a função de dar um sentido lógico à proposição, unindo conceitos. Não devem exibir conceitos importantes para o conteúdo conceitual do mapa.	7. As ligações cruzadas devem indicar as inter-relações significativas entre dois conceitos em diferentes subdomínios de conhecimento estruturados no mapa. Estes são identificados quando o mapa está quase concluído.
4. Os termos conceituais não devem ser repetidos no mapa.	

Fonte: Traduzida de Cañas, Novak e Reiska (2015, p. 8).

O mapa conceitual, elaborado com o auxílio do software *Cmap Tools* (IHMC, 2018), incluiu o termo CLADOGRAMA como conceito mais inclusivo e diferenciado hierarquicamente. A partir dele, os conceitos menos inclusivos, dentro da narrativa conceitual, foram direcionados pela questão focal correspondente: “Como diferentes termos de conotação evolutiva podem estar relacionados entre si, formando uma rede conceitual explicativa ilustrando conteúdos sobre a sistemática filogenética?”

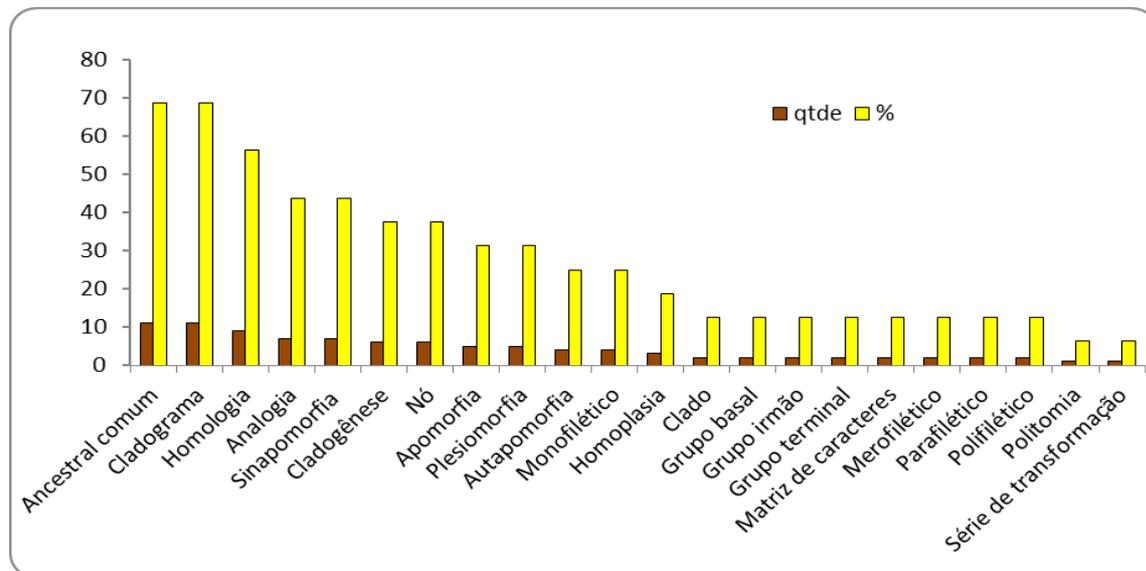
Ao enfatizar a construção prévia de um mapa conceitual, como um organizador gráfico avançado no processo de apreensão e desenvolvimento dos conhecimentos, como destacado em Novak (2010), partimos dos mapas propostos por Araújo-de-Almeida e Santos (2017) e, por Santos e Araújo-de-Almeida (2018), os quais, na presente investigação, receberam atualizações em algumas proposições componentes, permitindo construir um mapa diferenciado, contendo tanto acréscimos quanto exclusões de alguns termos, no sentido de

tornar as interações conceituais mais claras e refletindo a visão conceitual obtida a partir das bibliografias que tratam sobre o método de análise filogenético .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a averiguação da existência de terminologias filogenéticas nos 16 trabalhos da amostra selecionada a partir dos Anais do ENEBio, independente da explicitação relacionada ao contexto da citação, foram encontrados 22 termos (Figura 2), os quais são característicos da sistemática filogenética.

**Figura 2.** Representação gráfica dos percentuais e valores absolutos de cada termo filogenético citado nos 16 artigos analisados.



Fonte: autores (2019).

Os diferenciais numéricos e de percentuais, nos 16 artigos componentes da amostra em análise indicam que: termos, tais como ancestral comum e cladograma, foram os mais frequentes na amostra. Do total de artigos analisados, 11 deles (69%) abordaram sobre esses termos em seus escritos. Homologia, um termo básico para o entendimento do raciocínio filogenético, segundo já comentado anteriormente por Amorim (1994, 2002), Amorim et al. (2001) e Santos e Calor (2008), foi o terceiro vocábulo mais destacado no conjunto dos trabalhos, somando um total de nove artigos (56%), que incluíram alguma consideração sobre essa terminologia. Analogia e sinapomorfia foram considerados em sete artigos (44%). Dois termos, bem relacionados entre si, tais como cladogênese e nó, foram citados em seis trabalhos (38%) da amostra total. Apomorfia e plesiomorfia receberam atenção em cinco trabalhos

(31%). Autapomorfia e monofilético tiveram ocorrência em quatro artigos (25%). O termo homoplasia foi encontrado em três artigos (19%). Outros termos, tais como clado, grupo basal, grupo irmão, grupo terminal, matriz de caracteres, merofilético, parafilético, polifilético, recebeu cada um, duas citações (13%) na amostra. Os termos que receberam menos citação foram politomia e série de transformação, contando apenas uma ocorrência (6%) para eles, entre os 16 artigos divulgados nos Anais do ENEBio.

A presença de trabalhos envolvendo a exploração dos conteúdos de filogenia, integrando-os a aspectos pedagógicos diversos, inclusive a didática lúdica, constituiu uma evidência de que os conteúdos vêm despertando interesse por parte dos professores. De uma quantidade de trabalhos, explorando ensino de filogenia, citam-se, algumas produções de pesquisadores brasileiros: Amorim et al. (2001), Raw (2003), Guimarães e Carvalho (2004), Araújo-de-Almeida et al. (2007, 2011), Lopes, Ferreira e Stevaux (2007), Santos e Calor (2007a, b, 2008), Amorim (2008), Ferreira et al. (2008), Rodrigues, Justina e Meghioratti (2011), Lopes e Vasconcelos (2012), Santos e Klassa (2012), Moraes e Santos (2013), Alberti e Castanho (2014), Souza e Rocha (2015) e, Klassa e Santos (2017). Muitos destes autores foram citados em diferentes trabalhos da amostra analisada do ENEBio.

Destaques a termos-chave, entre eles, cladograma, relações de parentesco, ancestral comum, grupo monofilético, etc., visualizados nos trabalhos em análise, são contemplados nos conteúdos curriculares de vários cursos da área biológica, em nível superior, como também nos livros didáticos de biologia do ensino médio, e em alguns livros de ensino fundamental. Porém, diante da incerteza de uma garantia de que esses conteúdos sejam efetivamente dominados por todos os professores que ministram os conteúdos de biologia, no ensino médio, alguns direcionamentos didáticos são necessários. Nesse caso, a busca por livros didáticos, seguindo uma proposta de ação, por parte do aprendiz, é de grande importância.

Como forma de trazer o estudante para uma situação de aprendizagem mais ativa, leitura de textos e desenvolvimento de atividades de estudos, tais como propostas em Amorim (2002) no final de diversos capítulos, em Araújo-de-Almeida et al. (2007, 2011), no capítulo 5: “Sistemática filogenética para o ensino comparado de zoologia” e, em Triques e Christoffersen (2017), no capítulo 1: “Elementos básicos de sistemática filogenética ou cladística” e, outros disponíveis na literatura, possibilitam uma aproximação maior para o entendimento de terminologias filogenéticas de forma dinâmica e motivadora. Essas buscas de aprendizagem diversificadas constituem uma forma de reforçar o que Amorim et al. (2001), Santos e Calor (2008) e, Lopes e Vasconcelos (2012) lembram, ao destacarem a sistemática

filogenética como um campo de conhecimento que vai além da mera introdução de terminologias

É importante reconhecer que os conteúdos relacionados a esse campo de conhecimento são complexos e requerem práticas e vivências diversas para que alguns conceitos básicos sejam compreendidos. Como em qualquer conhecimento conceitual, é necessário esforço cognitivo e acompanhamento sistematizado por parte da figura do professor, seja ele físico, ou representado por meio de um material instrucional conduzindo em direção às assimilações e compreensões dos conhecimentos em estudo, tais como expostas em Ausubel (2003) e defendidas por Novak (2010).

Nesse sentido, para expandir o entendimento de alguns termos filogenéticos, e acompanhar o desenvolvimento do mapa conceitual proposto neste trabalho, são expostas, a seguir, algumas descrições conceituais, baseadas em bibliografias acessíveis ao público de aprendizes brasileiros, contemplando os conceitos abordados nos trabalhos publicados no ENEBio (2010 a 2018).

#### **4 CLADOGRAMA, ANCESTRALIDADE COMUM E CLADOGÊNESE**

Dos 16 trabalhos analisados, o termo cladograma, que foi referenciado por 11 autores, confirma a importância da ilustração gráfica para expressar as relações de parentescos entre organismos. Lopes e Vasconcelos (2012) mencionam a existência de cladogramas em livros didáticos de Biologia do ensino médio, porém destacam que alguns deles contêm explicações incompletas que podem induzir a interpretações equivocadas. Segundo sintetizado por Amorim (1994, 2002), o cladograma corresponde a um diagrama que indica as relações de parentesco filogenético entre os ramos terminais, os quais podem representar populações, espécies ou grupos monofiléticos supraespecíficos.

O termo ancestral comum (citado por 11 autores) recebeu a mesma quantidade de ocorrências observadas para cladograma. Em alguns dos autores analisados, essa referência não explicita que se trata da espécie ancestral comum tal como presente com frequência nas discussões filogenéticas. Quanto ao evento de cladogênese, Amorim (2002) destaca que o termo corresponde a um conjunto de processos, que resulta na divisão de uma espécie em duas ou mais espécies descendentes e geralmente ocorre pelo surgimento de uma barreira geográfica.

**5 HOMOLOGIA, APOMORFIA, PLESIOMORFIA E SÉRIE DE TRANSFORMAÇÃO**

O conceito de homologia foi bem evidenciado, inclusive ganhando atenção como objetivo principal de alguns trabalhos da amostra. Dois artigos, publicados nas edições do ENEBio em estudo, ressaltam esse aspecto nos seus títulos. Justificando essa ocorrência, destacam-se que os autores Amorim et al. (2001), Amorim (2002) e, Santos e Calor (2008) trazem extensas considerações acerca da importância do conceito de homologia, destacando referências a esse termo, não apenas nos estudos da sistemática filogenética, mas naqueles referentes aos conteúdos de evolução, inclusive ressaltando essa conceituação nas abordagens evolucionistas, defendidas por Darwin e Wallace. Como visualizado em Brower e De Pinna (2012), o conceito de homologia tem sido um dos assuntos centrais da sistemática filogenética, apresentando múltiplas definições, e concomitantemente tornando-se um dos conteúdos mais debatidos da biologia evolutiva

De acordo com Amorim (2002), as considerações sobre homologia sempre envolvem relações de estruturas de indivíduos diferentes. Segundo é ressaltado pelo autor, à luz da teoria da evolução, a afirmação de que estruturas de diferentes espécies são homólogas implica que essas espécies têm um ancestral comum que também apresenta essa estrutura. Estruturas homólogas podem ser iguais (idênticas) ou não. Dando sequência ao argumento, Amorim (2002) destaca que o conceito pré-evolucionista de homologia, desenvolvido por especialistas da época, era desvinculado da interpretação evolutiva, pois correspondia a uma relação de semelhança morfológica.

É ainda informado por Amorim (2002) que, se há possibilidade de hipotetizar a condição de homologia, mesmo em partes que não são iguais e, além do mais, em indivíduos diferentes, pergunta-se: Que método permite analisar estruturas diferentes entre si, determiná-las como homólogas e inferir relação de ancestralidade comum? Essa resposta foi dada por Willi Hennig, ao desenvolver o método de análise filogenética. Neste caso, “Se uma espécie surgiu e nela se fixou uma novidade evolutiva (uma mutação), então todas as descendentes serão herdeiras dessa modificação.” (AMORIM, 2002, p. 21).

É destacado pelo autor supracitado que a reconstrução das modificações ocorridas na história de uma estrutura, presente em táxons, indica quais são, de um conjunto de condições homólogas e diferentes entre si, as condições modificadas, e quais são as condições mais antigas, a partir das quais as novas surgiram. Isto corresponde ao que Willi Hennig (1966) enfatiza como sendo a busca pela série de transformação. Série de transformação, segundo

Amorim (2002, p. 149), corresponde à “sequência de mudanças evolutivas ocorrida entre dois ou mais estados de caracteres homólogos e diferentes entre si, em que a condição mais antiga –plesiomórfica– foi transformada na outra ou nas outras formas apomórficas.”

O termo referente à série de transformação, como visto em Amorim et al. (2001), Amorim (1994, 2002), Araújo-de-Almeida et al. (2007, 2011) e, De Assis et al. (2008), tem grande significado para a compreensão do método de análise filogenética, porém na amostra de análise do ENEBio, ele teve pouca expressividade, sendo registrada apenas uma citação. Uma justificativa para essa pequena ocorrência é a complexidade com que muitas vezes o termo série de transformação é explicado conceitualmente. Muitos estudantes demonstram dificuldades em apreender que estruturas muito diferentes, como brânquias e ossículos do ouvido em tetrápodes, por um lado, ou escamas e penas ou pelos em amniotas, por outro, são o mesmo caráter, ou correspondem a uma mesma série de transformação. Também pode ser consequência da abordagem recente com que as principais pesquisas em sistemática filogenética vêm sendo conduzidas, centradas empiricamente em métodos moleculares e seguindo, principalmente, métodos estatísticos para estabelecer relações de parentesco, não enfatizando a determinação de séries de transformação.

## **6 GRUPO MONOFILÉTICO, GRUPO IRMÃO, SINAPOMORFIAS E SIMPLESIOMORFIAS**

Dentro da amostra de trabalhos analisados, a questão do grupo monofilético foi lembrada por cinco autores. Alguns deles o reconhecem com a denominação de grupo natural. Amorim (2002, p. 32) destaca que grupo monofilético corresponde “a um conjunto de espécies incluindo uma ancestral e todas as suas espécies descendentes”.

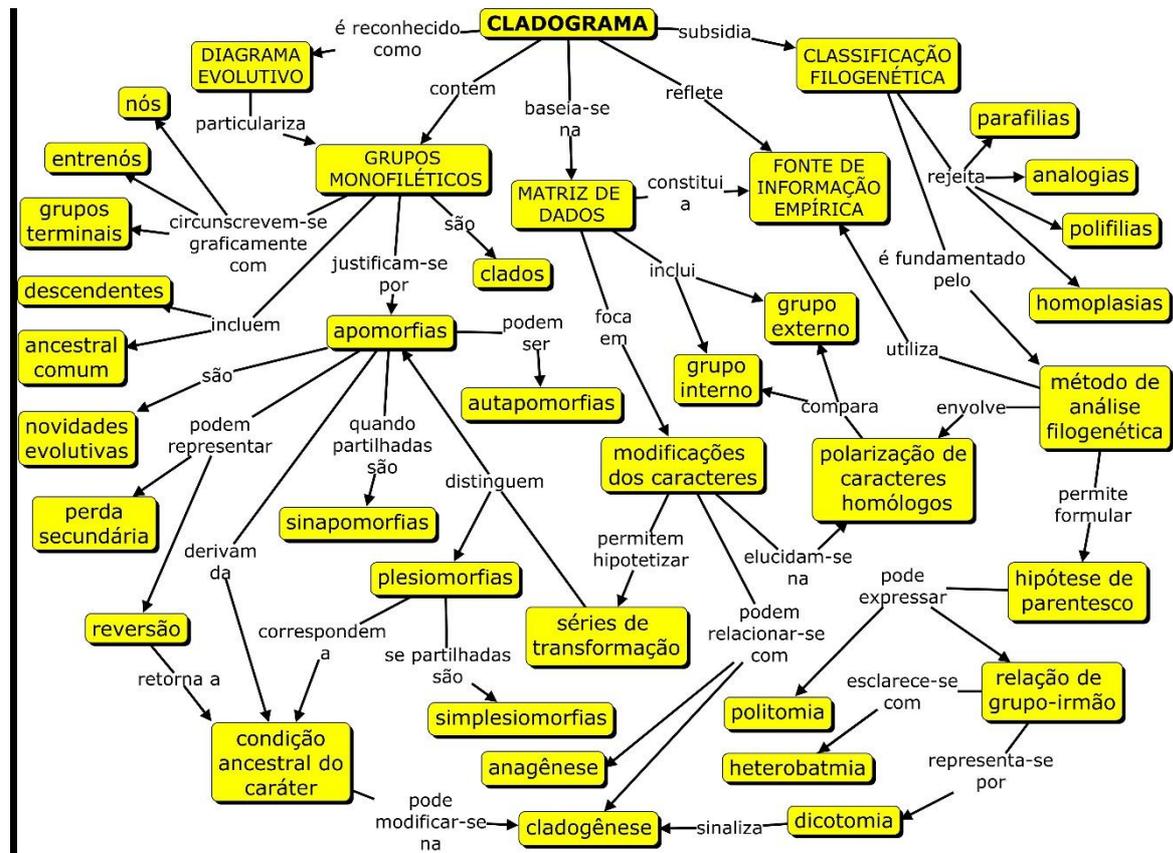
Wiley e Lieberman (2011) destacam três modos de circunscrever os grupos monofiléticos no cladograma: a) a partir do nó, ou vértice da dicotomia, b) incluindo o entrenó, ou seja, o segmento de reta imediatamente anterior ao nó, ou c) considerando o surgimento da(s) apomorfia(s) (ou sinapomorfias, já que são compartilhadas pelos descendentes).

Referente ao grupo irmão, a colocação dada foi que este termo constitui “a espécie ou grupo monofilético supraespecífico mais próximo de um determinado grupo monofilético em foco, em um momento do discurso” (AMORIM, 2002, p. 148). Segundo destacado nessa obra, grupos irmãos apresentam distribuição recíproca de sinapomorfias e simplesiomorfias, e isso caracteriza a heterobatmia, explicitada por Hennig (1981). Quando a condição apomórfica de

um caráter encontra-se compartilhada por um grupo, sendo exclusiva dele, denomina-se sinapomorfia (AMORIM, 2002).

Nesse sentido, o mapa conceitual, exposto na Figura 3, o qual denominamos MC-CLADOGRAMA, ilustra e recapitula graficamente aspectos relacionados aos conceitos que são referências para o entendimento dos conteúdos presentes na literatura, fundamentando as bases teóricas e metodológicas do método de análise filogenética.

Figura 3. Mapa conceitual ilustrando conceitos que são referências para o entendimento da sistemática filogenética.



**Fonte:** Modificado de Araújo-de-Almeida e Santos (2017) e Santos e Araújo-de-Almeida (2018), respondendo a pergunta focal: Como termos de conotação evolutiva podem estar relacionados entre si, formando uma rede conceitual explicativa ilustrando conteúdos sobre a sistemática filogenética?

## 7 CONCLUSÕES

Referências a terminologias diversas foram verificadas em cinco edições do Encontro Nacional de Ensino de Biologia. Ênfases à necessidade de se contribuir conceitualmente para uma melhor compreensão da sistemática filogenética são percebidas. Os entendimentos filogenéticos, envolvendo aplicações em torno do estudo dos táxons e/ou especulações teóricas

sobre a metodologia de análise filogenética, trazem contribuições diversas, enriquecendo, assim, o processo de ensino-aprendizagem.

Uma crescente aproximação aos conteúdos filogenéticos, junto aos aspectos pedagógicos, possibilita ao professor, cada vez mais, fundamentar suas práticas de ensino, ou inserir-se no contexto da investigação sobre o assunto. Essa motivação emergente para as produções nos estudos filogenéticos, envolvendo a diversidade biológica, possibilita colaborar para uma mudança conceitual com relação às concepções dos professores de nível básico como também daqueles em formação no nível superior, com relação ao entendimento dos conceitos de evolução.

A necessidade de substituição de terminologias filogenéticas abstratas por conceitos, sinaliza para o desenvolvimento de competências promotoras de habilidades para o desenvolvimento da transposição didática. Essa competência exige que o professor, antes de escolher os termos mais adequados e livres de qualquer ambiguidade, compreenda bem um corpo de terminologias mais complexas, para que possa sistematizá-lo e apropriá-lo ao contexto dos aprendizes.

A utilização de mapas conceituais, explorando termos filogenéticos, constitui uma alternativa que potencializa habilidades, tanto para pesquisadores envolvidos com os métodos de reconstrução filogenética em si, como para professores com interesses relacionados ao esclarecimento dos aspectos filogenéticos aplicados no processo de ensino-aprendizagem. Estudo prévio sobre termos filogenéticos, com representação em mapa conceitual, possibilita ilustrar, graficamente, uma proposta de interação conceitual de forma mais simples do que num texto linear.

Considerando a importância dos mapas conceituais para exposição e organização lógica de conceitos de forma gráfica, intenciona-se que o MC-CLADOGRAMA proposto seja mais um elemento para promover a aprendizagem dos conceitos filogenéticos, como também para motivar a construção de outros mapas, seja ampliando, sintetizando e rearranjando as ideias colocadas, ou desmembrando partes do mapa para aprofundar algum seguimento de informação colocado. Ainda poderá constituir uma ferramenta para promover interações entre pesquisadores, professores e aprendizes e, sendo assim, uma forma de inspirar atividades de pesquisa e/ou de ensino-aprendizagem em conteúdos de diversas áreas do conhecimento.

#### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) pela concessão do afastamento para capacitação profissional da primeira autora, por um período de três meses, sob a supervisão do sexto autor (Prof. Dr. Martin Lindsey Christoffersen), como também à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), por fornecer espaços cognitivos para leituras e discussões sobre o método de análise filogenética e suas interações com a técnica de mapeamento conceitual.

Destacamos ainda a oportunidade que tivemos para diálogos avaliativos enriquecidos, em conversas informais sobre a prática da Taxonomia e Filogenia, com vários estudantes da Pós Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia)/UFPB, nos momentos do “Café com Willi Hennig” (Deptº de Sistemática e Ecologia/UFPB), uma analogia com o “Café com Darwin”, um evento promovido pelo Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução (Deptº de Botânica e Zoologia/UFRN).

A primeira autora destaca agradecimentos a UFRN pelo afastamento concedido para apresentação do trabalho: “Concept map to promote learning in zoology” (ARAÚJO-DE-ALMEIDA; SANTOS, 2018), por ocasião da 8<sup>th</sup>. International Conference on Concept Mapping (realizada em Medellín, Colombia, 2018); uma vez que constituiu a grande oportunidade de discutir com o Prof. Dr. Alberto J. Cañas sobre os projetos de desenvolvimento da técnica de mapeamento conceitual no percurso da aprendizagem em zoologia e sistemática filogenética. É de importância ressaltar aqui a alegria de ter recebido dele um simpático elogio ao MC-CLADOGRAMA então construído: “Muito bem feito”. Também lembra e agradece com muito carinho, a boa receptividade e dos estudantes de Ciências Biológicas (UFRN), nos diversos momentos em que atividades de mapeamento conceitual foram aplicadas, na disciplina de Filogenia, componente curricular do respectivo curso graduação.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013.

ALBERTI, J. F.; CASTANHO, L. M. Avaliação qualitativa dos conceitos de sistemática filogenética em livros didáticos do ensino médio. **Revista Eletrônica de Biologia (REB)**, v. 7; n. 2, p. 173-192, 2014.

AMORIM, D. S. **Elementos básicos de sistemática filogenética**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Entomologia, 1994.

AMORIM, D. S. **Fundamentos de sistemática filogenética**. Holos Editora, Ribeirão Preto, 2002.

AMORIM, D. S. Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. **Ciência & Ambiente**, v. 36, p. 125-150, 2008.

AMORIM, D. S.; MONTAGNINI, D. L.; CORREA, R. J.; CASTILHO, M. S. M.; NOLL, F. B. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de zoologia e Botânica no 2º Grau. In: BARBIERI, M. R.; SICCA, N. A. L.; CARVALHO, C. P. (Orgs.). **A construção do conhecimento do professor**. Ribeirão Preto: Holos, 2001, p. 41-49.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; AMORIM, D. S.; SANTOS, R. L.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Sistemática Filogenética para o ensino comparado de Zoologia. In: ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. (Org.). **Ensino de zoologia: ensaios didáticos**. João Pessoa: EdUFPB, 2007, p. 85-94.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; AMORIM, D. S.; SANTOS, R. L.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Sistemática Filogenética para o ensino comparado de Zoologia. In: ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. (Org.). **Ensino de zoologia: ensaios metadisciplinares**. João Pessoa: EdUFPB, 2011, p. 101-117.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; SANTOS, R. L. Concept maps to promote learning in Zoology. In: CAÑAS, A. J.; REISKA, P.; ZEA, C.; NOVAK, J. D. (Eds.). **Proceedings of the eighth International Conference on Concept Mapping**. Medellín, Colombia, p. 318-322, 2018.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; SANTOS, R. L. Terminologias abordadas em sistemática filogenética e mapeamento de conceitos explorados em publicações direcionadas ao ensino-aprendizagem. In: **Anais do IV Congresso Nacional de Educação**, Campina Grande/PB, 2017.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

AX, P. **La sistemática filogenética**: plasmación del orden filogenético del mundo vivo. Vigo: Universidad de Vigo. 1999.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BAUM, D. A. S.; SMITH, S. D. **Tree thinking**: an introduction to phylogenetic biology. Greenwood Village: Roberts and Co. 2012.

BAUM, D. A. S.; SMITH, S. D.; DONOVAN, S. S. The tree thinking challenge. **Science**, v. 310, n. 5750, p. 979-980. 2005.

BAUM, D. Reading a phylogenetics tree: a meaning of monophyletic groups. **Nature Education**, v. 1, n.1, p.190. 2008.

BIZZO, N. M. V. **Ciências**: fácil ou difícil? 2. ed. São Paulo: Editora Ática, p. 24-75, 2007.

BROWER A. V. Z; DE PINNA M. C. C. Homology and errors. **Cladistics**, v.1, p. 1–10, 2012.

CAÑAS, A. J., NOVAK, J. D.; REISKA, P. How good is my concept map? Am I a good cmapper? **Knowledge Management & E-Learning (KM&EL)**, v. 7, n. 1, p. 6–19, 2015.

CORDEIRO, R. S.; MORINI, M. S. C. Exames vestibulares: uma análise sobre o uso de termos-chave da sistemática filogenética. In: **VII Encontro Nacional de Ensino de Biologia**. Anais do VII ENEBio. Belém, PA. 2018, p. 5386-5394.

CORREIA, P. R. M.; AGUIAR, J. G.; ANDERSON D. VIANA, A. D.; CABRAL, G. C. P. Por que vale a pena usar mapas conceituais no ensino superior? **Revista de Graduação, USP**, v. 1, n. 1, p. 41-51, 2016.

DARWIN C. **On the origin of species**. London: John Murray, 1859.

DE ASSIS, J. E.; CHRISTOFFERSEN, M. L.; ALONSO, C.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. Avaliando o conceito de evolução biológica dos professores de biologia do ensino médio de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 2, n. 1, p. 97–105, 2008.

FERREIRA, F. S.; BRITO, S. V.; RIBEIRO, S. C.; SALES, D. L.; ALMEIDA, W. O. A zoologia e a botânica do ensino médio sob uma perspectiva evolutiva: uma alternativa de ensino para o estudo da biodiversidade. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 2, n. 1, p. 58-66. 2008.

GREGORY, T. R. Understanding evolutionary trees. **Evolution, Education and Outreach**, n.1, p. 121–137

GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P. Usando cladogramas no ensino de evolução: o papel das representações sociais dos estudantes, 2004. In: Anais do **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Belo Horizonte/MG, 2007.

HENNIG, W. **Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik**. Berlin: Deutscher Zentralverlag, 1950.

HENNIG, W. **Insect phylogeny**. John Wiley & Sons: New York, 1981.

HENNIG, W. **Phylogenetic Systematics**. Urbana: University of Illinois Pres. 1966.

INSTITUT FOR HUMAN AND MACHINE COGNITION. *CmapTools*. Disponível no sítio:<<http://cmap.ihmc.us/cmaptools/>> (Acesso em: 22/07/2018).

KINCHIN, I. M. Concept mapping as a learning tool in higher education: a critical analysis of recent reviews. **The Journal of Continuing Higher Education**, v. 62, n. 1, p. 39–49, 2014.

KINCHIN, I. M.; HAY, D. B.; ADAMS, A. How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. **Educational Research**, v. 42, n. 1, p. 43-57, 2000.

KLASSA, B; SANTOS, C. M. D. 50 anos de sistemática filogenética: análise do livro **Filogenética, Primeiros Passos** e prospecções para o ensino de evolução. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 6, p. 22-34, 2017.

LAMARCK, J. B. **Philosophie zoologique**. Paris, 1809.

LOPES, W. R.; FERREIRA, M. J.; STEVAUX, M. N. Proposta pedagógica para o ensino médio: filogenia de animais. **Revista Solta a Voz**, v. 18, n. 2, p. 263-286, 2007.

LOPES, W. R.; VASCONCELOS, S. D. Representação e distorções conceituais do conteúdo “filogenia” em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 3, p. 149-165, 2012.

MEIR, E.; PERRY, J.; HERRON, J. C.; KINGSOLVER, J. College students’ misconceptions about: evolutionary trees. **The American Biology Teacher**, 2007.

MEISEL, R. P. Teaching tree-thinking to undergraduate biology students. **Evolution, Education and Outreach**, v. 3, n. 4, 621-628, 2010.

MEMORY, D. M. Teaching technical vocabulary: before, during, or after the reading assignment? **Journal of Reading Behavior**, v. 22, n. 1, p. 39-53, 1990.

MORAES, R.; SANTOS, F. S. dos. Análise de conteúdos de Sistemática Filogenética em livros didáticos de Ensino Fundamental II e Ensino Médio. **Scientia Vitae**, v. 1, n. 2, p. 20-27, 2013.

MOREIRA, A. M. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: UFRS, Instituto de Física. 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo en mapas conceptuales. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 3, n. 2, p. 35-76, 2013.

MUSHENO, B. M.; LAWSON, A. E. Effects of learning cycle and traditional text on comprehension of science concepts by students at differing reasoning levels. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 1, p. 23–37, 1999.

NOVAK, J. D. Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**, v. 6, n. 3, p. 21-30, 2010.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v.5, n.1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **The theory underlying concept maps and how to construct and use them**. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition. Retrieved, 2008.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning How to Learn**. New York, NY: Cambridge University Press, 1984.

O'HARA, R. J. Population thinking and tree thinking in systematics. **Zoologica Scripta**, v. 26, n. 4, p. 323-329. 1997.

O'HARA, R. J. Telling the tree: narrative representation and the study of evolutionary history. **Biology and Philosophy**, v. 7, n. 2, p. 135-160. 1992.

O'HARA, R. J. Homage to Clio, or, toward an historical philosophy for evolutionary biology. **Systematic Zoology**, n. 37, p. 142–55, 1988.

OMLAND, K. E.; COOK, L. G. CRISP, M. D. Tree thinking for all biology: the problem with reading phylogenies as ladders of progress. **Bio Essays**, n. 30, p. 854–867, 2008

RAW, A. Sistemática Filogenética no currículo universitário. **Ciência Hoje**, v. 32, n. 190, p. 59-61, 2003.

RODRIGUES, M. E.; JUSTINA, L. A.; MEGLHIORATTI, F. A. O conteúdo de sistemática e filogenética em livros didáticos do ensino médio. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 2, p. 65-84, 2011.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – I. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2007a.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – II. **Ciência & Ensino**, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2007b.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Using the logical basis of phylogenetics as the framework for teaching biology. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 48, n. 18, p. 199-211, 2008.

SANTOS, C. M. D.; KLASSA, B. Despersonalizando o ensino de evolução: ênfase nos conceitos através da sistemática filogenética. **Educação: Teoria e Prática**, v. 22, n. 40, p. 62-81, 2012.

SANTOS, R. L.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. Mapeamento conceitual como ferramenta para compreensão de terminologias abordadas em sistemática filogenética. In: **Anais do V Congresso Nacional de Educação**, Recife/PE, 2018.

SASSI, D. **Elementi de sistematica biologica**. Roma: Aracne Editrice. 2008.

SOUZA, P. H. R.; ROCHA, M. B. Sistemática filogenética e divulgação científica: análise da *Scientific American Brasil*. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 75-99, 2015.

TRIQUES, M. L.; CHRISTOFFERSEN, M. L. **Peixes conquistam a terra firme**: uma abordagem para um evento acidental único. São Paulo: Editora Baraúna, 2017.

WILEY, E. O. **Phylogenetics**: the theory and practice of Phylogenetic Systematics. New York: John Wiley & Sons, 1981.

WILEY, E. O.; LIEBERMAN, S. **Phylogenetics**: the theory and practice of Phylogenetic Systematics. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 2011.

WILEY, E. O.; SIEGEL-CAUSEY, D.; BROOKS, D. R.; FUNK, V. A. The compleat cladist: a primer of phylogenetic procedures. **The University of Kansas Museum of Natural History**. Special Publication, n. 19, p. 1-12, 1991.