

Sistemática Filogenética em Revista de Divulgação Científica: Análise da *Scientific American Brasil*

(Phylogenetic Systematics in Popular Science Magazine: Analysis of *Scientific American Brasil*)

PEDRO HENRIQUE RIBEIRO DE SOUZA^{1,2} e MARCELO BORGES ROCHA²

¹ Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro - ISERJ (pedrohrousouza@hotmail.com)

² Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ (rochamarcelo36@yahoo.com.br)

Resumo. Este trabalho analisa como artigos de Divulgação Científica (DC) abordam a Sistemática Filogenética, o atual paradigma da classificação biológica. Foram selecionados 15 artigos da versão *on line* da Revista *Scientific American Brasil*, encontrados por palavras-chave relacionadas à temática analisada e classificados quanto à temática central, como evolução, classificação biológica e saúde. Foram encontrados 11 conceitos de Sistemática Filogenética, como grupo-irmão, grupo monofilético e sinapomorfia, porém alguns foram substituídos por explicações ou sinônimos. Os artigos com linguagem mais elaborada, contendo termos científicos, equipararam-se àqueles com um texto mais simplificado. Dois artigos utilizaram analogias e metáforas como recurso narrativo para facilitar o entendimento de conceitos referentes à Sistemática Filogenética. A partir desta análise, infere-se que os artigos possuem características peculiares que os tornam apropriados para o uso em sala de aula, porém o papel mediador do professor torna-se fundamental no sentido de esclarecer trechos de difícil entendimento ou conceitos ainda não trabalhados.

Abstract. This paper analyzes how articles of popularization of Science approach Phylogenetic Systematics, the current paradigm of biological classification. We selected 15 articles from the on line form of *Scientific American Brasil* magazine, found by keywords related to the analyzed theme and classified due to their central theme, such as evolution, biological classification and health. 11 Phylogenetic Systematics concepts were found, such as sister-group, monophyletic group and synapomorphy, but some concepts were replaced by explanations or synonyms. Articles which show an elaborated language, with scientific terms, equated those with a simpler text. Two articles use analogies and metaphors, as a narrative resource to make easier to get concepts and expressions related to Phylogenetic Systematics. Through this analysis, it's inferred that the articles have singular properties which make them appropriated to be used in the classroom, but the teacher's mediator role is primordial to clarify stretches with hard understanding or non worked concepts.

Palavras-chave: divulgação científica, sistemática filogenética, ensino de biologia

Keyword: popularization of science, phylogenetic systematics, biology teaching

Introdução

A Sistemática e a Taxonomia tem como grande marco a 10^a edição da obra *Systema Naturae* (1758), de autoria do naturalista sueco Carolus Linnaeus – conhecido como Lineu – fundamentada no sistema essencialista de Aristóteles, no Fixismo, e estruturada em uma lógica essencialista, tipológica. A classificação de Lineu tornou-se o sistema de referência para as classificações biológicas, tradicionalmente adotado pelos sistematas e taxonomistas (AMORIM *et al.*, 2001; GUIMARÃES, 2005; LOPES *et al.*, 2008). Dentre as contribuições desta classificação, está o estabelecimento de uma nomenclatura coerente, de bases sólidas para numerosos gêneros e milhares de espécies, de uma terminologia descritiva e do aumento sensível do vocabulário técnico para descrever órgãos e propriedades das plantas com flores (PRESTES *et al.*, 2009).

Com a divulgação da Teoria da Evolução, a partir da metade do século XIX, alguns pesquisadores na área da Sistemática, em especial da Zoologia, passaram a basear seus métodos de classificação em função da história evolutiva – ou filogenia – dos grupos biológicos envolvidos. Um destes novos métodos consiste na Sistemática Filogenética, se for adotado o conceito de paradigma científico proposto por Thomas Kuhn (1998), pode ser considerado o paradigma atual da classificação biológica.

Desenvolvida pelo entomólogo alemão Willi Hennig, em 1950, a Sistemática Filogenética tornou-se notável a partir de 1966, ano da publicação de *Phylogenetic Systematics* (PAPAVERO, 1994; HULL, 2001; AMORIM, 2002). De acordo com Amorim (2002, p. 95), “o centro da proposta de Hennig é que as classificações biológicas devem ser um reflexo inequívoco do conhecimento atual sobre as relações de parentesco entre os táxons.” Ou seja, as classificações devem se basear em grupos monofiléticos, também denominados grupos ‘naturais’, isto é, conjuntos de seres vivos que apresentam ancestrais comuns e exclusivos.

O objetivo do estudo da Sistemática Filogenética, ou Cladística, consiste na identificação das relações de parentesco pela reconstrução da filogenia dos seres vivos. Para tal, há de se verificar a existência de homologias, isto é, estruturas que apresentem a mesma origem ontogênica, e se estas correspondem a estruturas primitivas, também denominadas plesiomorfias, ou derivadas, também denominadas apomorfias. Se corresponder a uma característica apomórfica exclusiva de um grupo, também denominada autapomorfia, é o suficiente para constatar que este grupo é monofilético, pois apresenta um ancestral comum, o primeiro a apresentar esta novidade evolutiva. Se a característica é compartilhada por vários grupos de seres vivos, diz-se então que é uma sinapomorfia. Estes grupos, considerados naturais, recebem um nome cientificamente válido e assumem uma posição, dependendo da hierarquia do grupo em questão. A forma gráfica de se representar as relações evolutivas entre os seres vivos é o cladograma ou árvore filogenética. Os cladistas produziram métodos matemáticos para a construção de um cladograma, gerando dados a serem primariamente lançados em uma matriz de dados (AMORIM, 2002).

Apesar de a Sistemática Filogenética tornar-se a forma de classificação vigente nos últimos 50 anos, o ensino da classificação dos seres vivos encontra-se associado à metodologia desenvolvida por Lineu, baseada em um pensamento essencialista, que nega a continuidade das espécies. Tal método é considerado obsoleto e incoerente com

uma visão mais evolutiva e integradora da Biologia (GUIMARÃES, 2005; LOPES *et al.*, 2008), embora seja importante reconhecer a importância dos estudos de Lineu e estabelecer uma correlação entre sua obra e a Sistemática Filogenética, a fim de contextualizar as transformações históricas da classificação dos seres vivos. Adicionalmente, o ensino da diversidade biológica é, em geral, realizado de forma memorística, pela dissociação de uma abordagem evolutiva e também pelo excesso de nomes latinizados (GUIMARÃES, 2004). De acordo com os PCN's,

Do mesmo modo, os estudos zoológicos (ou botânicos), para citar outro exemplo, privilegiam a classificação, a anatomia e a fisiologia comparadas. Os animais (e os vegetais) são abstraídos de seus ambientes e as interações que estabelecem com outros seres vivos, geralmente, são ignoradas. Discute-se a evolução anatômica dos aparelhos captadores de oxigênio (pulmões, brânquias), ou filtradores do sangue (rins, nefrídios), desconsiderando o ambiente em que essa evolução se deu. Trabalham-se as características dos grandes grupos de seres vivos, sem situá-los nos ambientes reais, sem determinar onde vivem, com quem efetivamente estabelecem relações, sem, portanto, tratar de questões essenciais como distribuição da vida na Terra, uso sustentável da biodiversidade, expansão das fronteiras agrícolas, desafios da sustentabilidade nacional. Com isso, deixam de ser desenvolvidos saberes práticos importantes para o estudante exercer sua cidadania. (BRASIL, 2002, p. 32)

Na literatura, é possível observar uma preocupação em aproximar a Sistemática Filogenética ao ensino de Biologia e Ciências, como se observa em Santos & Calor (2007) e Dorvillé (2009). Alguns autores elaboram propostas que trabalham o tema em sala de aula, seja com alunos do Ensino Fundamental (SCHRAGO *et al.*, 2001) ou do Ensino Médio (GUIMARÃES, 2004; 2005; LOPES *et al.*, 2008). Recentemente, tem se constatado uma abordagem crescente da Sistemática Filogenética em livros didáticos de Biologia, porém ainda de forma incipiente, aliada a uma falta de preparo dos professores em lidar com o tema (SOUZA; GOLDBACH, 2010; OLIVEIRA; SILVA, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2011; SOUZA, 2011).

No entanto, não existem trabalhos que tenham encontrado qualquer relação entre a temática em questão com a Divulgação Científica, o que pode configurar uma estratégia eficaz ao contextualizar a Sistemática Filogenética. Com isto, o objetivo deste artigo é identificar como a Sistemática Filogenética é abordada pela Divulgação Científica, buscando elementos que possam auxiliar o professor no desenvolvimento deste tema em sala de aula. Para tal, a Revista *Scientific American Brasil* foi escolhida, selecionando-se artigos em que a temática foi encontrada.

Divulgação Científica

A crescente produção da atividade científica, característica de seu dinamismo, e de novas formas de tecnologia requer que as pessoas se atualizem constantemente (BERTOLETTI, 2003). Isto distanciaria o conhecimento científico dos laboratórios e centros de pesquisa do cotidiano dos cidadãos. Daí emerge a necessidade de uma alfabetização científica, isto é, fornecer a estes cidadãos um mínimo de conhecimentos específicos, tornando-os perfeitamente acessíveis e possibilitando a participação na tomada fundamentada de decisões, com planejamentos globais e considerações éticas que não exijam qualquer especialização (GIL-PÉREZ; VILCHES, 2004; PRAIA *et al.*, 2007).

Desta forma, que práticas educacionais possibilitariam uma Alfabetização Científica e Tecnológica que efetivamente propiciassem aos estudantes se tornarem cidadãos capazes de tomar decisões? Que tipos de estratégias no Ensino de Ciências se adequariam a esta proposta?

Uma destas possibilidades seria o uso de material de Divulgação Científica em práticas pedagógicas. Segundo Fourez (1995), a vulgarização científica pode se dar de duas maneiras: pelo efeito vitrine, que demonstra ao povo “as maravilhas da ciência”, resultando em uma sociedade tecnocrática com pouca liberdade; e pela transmissão de poder social, transmitindo certo conhecimento científico ao ponto de ser considerado útil no entendimento de questões tecnocientíficas, resultando em cidadãos capazes de tomar decisões em relação a sua vida e à coletividade.

Oliveira (2001), ao julgar a validade de se divulgar os avanços científicos e tecnológicos, ressalta o interesse da maioria da população urbana brasileira por estes temas, que deveriam ganhar um maior espaço na mídia, de forma geral. A autora também pontua que, mesmo com a fragilidade socioeconômica da população brasileira, é relevante divulgar ciência e tecnologia por acreditar ser esta uma demanda reprimida no Brasil.

De acordo com Loureiro (2003, p. 90), a Divulgação Científica está “voltada à circulação de informação em ciência e tecnologia para o público em geral”. O mesmo autor identifica a vulgarização ou popularização científica como sinônimos de divulgação científica e que esta “constitui-se no emprego de técnicas de recodificação de linguagem da informação científica e tecnológica objetivando atingir o público em geral e utilizando diferentes meios de comunicação de massa” (*idem*, p. 91). O autor

defende que a Divulgação Científica é vista, erroneamente, apenas como as informações científicas e tecnológicas veiculadas na imprensa, denominado jornalismo científico. Sua abrangência seria mais ampla, podendo se estender a museus e centros de ciência, por exemplo.

Bueno (2010) ratifica a diferença entre a Comunicação Científica, realizada entre cientistas, e a Divulgação Científica no que diz respeito ao tipo de público para o qual se dirigem. Enquanto na primeira os leitores estão familiarizados com os conceitos científicos, na segunda “ele (...) não tem, obrigatoriamente, formação técnico-científica que lhe permita, sem maior esforço, decodificar um jargão técnico ou compreender conceitos que respaldam o processo singular de circulação de informações especializada (*idem*, p. 2).

Portanto, a função primordial da Divulgação Científica é “democratizar o acesso ao conhecimento científico e estabelecer condições para a chamada alfabetização científica” (*idem*, p. 5). Isto seria possível porque o divulgador está encarregado de “traduzir” os saberes científicos para o público leigo, a fim de tornar acessíveis tais conhecimentos, ocorrendo uma vulgarização dos saberes científicos ao serem transpostos para um público não restrito (ALFERES; AGUSTINI, 2008). Orlandi (2001), da mesma forma, caracteriza o discurso da Divulgação Científica como um discurso a parte, formado pela união dos discursos científico, jornalístico e cotidiano. A autora aponta para a ocorrência de uma “metaforização” dos discursos científico e jornalístico na relação com o cotidiano, necessária para reduzir o uso excessivo de terminologias, o que torna o discurso da Divulgação Científica eficaz.

Authier (1982, p. 35) analisa a Divulgação Científica sob a égide da linha francesa da Análise de Discurso e argumenta que ao divulgar a ciência ocorre a “reformulação de um discurso-fonte (D1) em um discurso segundo (D2)”, expressões utilizadas na área da comunicação, devido às diferenças entre o público alvo e o que lida com o discurso científico. Em contraponto, Zamboni (1997, p. 11) observa que a Divulgação Científica é constituída por um gênero de discurso específico, “resultado de um efetivo trabalho de formulação discursiva, no qual se revela uma ação comunicativa que parte de um ‘outro’ discurso e se dirige para ‘outro’ destinatário”. A autora também salienta que “o discurso jornalístico opera uma reversão da superestrutura do texto científico: as conclusões das pesquisas e as potenciais aplicações de seus resultados no cotidiano das pessoas ganham posição de destaque” (*idem*, p. 161). Portanto, existe uma valorização dos objetivos e desdobramentos das pesquisas

científicas em detrimento do percurso trilhado pelos cientistas ao longo destas, o que pode distorcer a visão do trabalho científico.

Com relação a esta constituição do discurso da DC, a autora nota uma “superposição de traços de cientificidade, laicidade e didaticidade, que se deixam mostrar, em graus variados, na superfície dos textos” (ZAMNONI, 2001, p. 96), onde os traços de cientificidade são típicos do discurso científico, os de laicidade são inerentes ao discurso cotidiano e os de didaticidade são próprios do discurso didático, como recapitulações e explicações. A autora também descreve três noções para melhor caracterizá-los: situacional, formal e funcional. A caracterização situacional está voltada para os personagens da cena enunciativa, determinada pelos graus de didaticidade impostos pela distância pressuposta entre os conhecimentos do enunciador (aquele que sabe) e do destinatário (aquele que não sabe). A caracterização de natureza formal investiga nos textos os procedimentos de denominação, exemplificação, explicação e classificação. A caracterização do tipo funcional permitiria descobrir diferenças nos modos de transmissão dos conhecimentos científicos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) recomendam a incorporação de uma variedade de textos informativos como fontes alternativas de conhecimento, além do livro didático, pois cada um destes possui estrutura e finalidade próprias (BRASIL, 2000). Nesta variedade, enquadram-se enciclopédias, livros para-didáticos, artigos de jornais e revistas, folhetos de campanhas de saúde, de museus, textos da mídia informatizada, etc. Assim, estes textos podem contribuir para o Ensino de Ciências, no sentido de apresentar aos alunos uma maior diversidade de informações, além de possibilitar o desenvolvimento de habilidades de leitura, o domínio de conceitos, formas de argumentação e elementos da terminologia científica (MARTINS *et al.*, 2001).

O uso de textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências constitui-se numa prática marcante e gera discussões em diversos artigos encontrados na literatura, seja na sua utilização em sala de aula (MARTINS *et al.*, 2004; ROCHA, 2010; GOMES *et al.*, 2012), em livros didáticos (MARTINS *et al.*, 2001; MARTINS & DAMASCENO, 2002; NASCIMENTO, 2005; SOUZA; ROCHA, 2014) ou na análise de materiais de Divulgação Científica (GOLDBACH *et al.*, 2005; GOLDBACH; EL-HANI, 2008; KEMPER, 2008; SÉRIO; KAWAMURA, 2008; CARVALHO, 2010). Em comum, estes trabalhos estabelecem a importância dos textos como

motivadores ou estruturadores da aula, organizadores de explicações, desencadeadores de debate e contextos para a aquisição de novas práticas de leitura, estabelecendo relações com o cotidiano dos alunos, ampliando seu universo discursivo e permitindo ressaltar aspectos da natureza da prática científica. (MARTINS *et al.*, 2004, p. 95)

Rocha (2010), em pesquisa realizada com professores de ciências do Ensino Fundamental, constatou a importância da Divulgação Científica ao contextualizar o conteúdo trabalhado e ao possibilitar aos alunos o acesso a informações que contribuem para a formação de cidadãos críticos e conscientes de seu papel na sociedade. O autor destaca, ainda, que o trabalho com tais textos possibilita

(I) a reflexão, a interação e a interpretação dos fatos, facilitando o processo de reelaboração das informações pelos alunos, o que é fundamental para construção do conhecimento; (II) a ampliação da visão de mundo do aluno, na medida em que permite a discussão e a troca de opiniões a respeito dos fatos apresentados; (III) a ampliação do universo lexical e da competência linguística do aluno; (IV) a vinculação dos conteúdos curriculares à realidade, fazendo com que o aluno perceba o sentido e a aplicabilidade do que aprende na escola e (V) o desenvolvimento do hábito de leitura, seja por prazer ou por necessidade de buscar informações. (ROCHA, 2010, p. 32)

Para Gonçalves *et al.* (2011), o uso pedagógico de recursos midiáticos na sala de aula requer preparo do professor, face aos múltiplos significados dos conteúdos, assim como aos eventuais erros de informação. Adicionalmente, os textos de Divulgação Científica não possuem objetivos didático-pedagógicos claros ao dirigirem-se a um público leigo, produzindo matérias voltadas para o cotidiano dos leitores (ROCHA, 2010). A apropriação destes textos para efeitos de ensino não pode ser automática, sendo necessário: estabelecer conexões entre o que abordam e os conteúdos curriculares; entender o funcionamento destes textos em cada contexto; e de que maneira estes textos são selecionados e adaptados para o uso em sala de aula, processo que envolve atividades de reelaboração discursiva dos mesmos (MARTINS *et al.*, 2001).

Metodologia

A Revista *Scientific American Brasil* foi escolhida por publicar textos escritos por jornalistas e por cientistas (SÉRIO; KAWAMURA, 2008) e por apresentar uma linguagem mais elaborada, com uso de termos específicos pertinentes ao assunto explorado (CARVALHO, 2010). Por isso, acredita-se serem mais comuns os artigos contendo elementos de Sistemática Filogenética na revista escolhida em relação às demais publicações brasileiras.

No menu da versão *on line* da revista, encontra-se disponível uma caixa de busca, que possibilita uma rápida consulta de artigos pelo uso de palavras-chave. Com o intuito de encontrar artigos que estivessem diretamente associados à temática de pesquisa – Sistemática Filogenética – fez-se uma busca utilizando as seguintes palavras-chave: “Sistemática”; “Filogenética”; “Filogenia”; “Cladograma”; “Taxonomia” e “Classificação”.

Para Epstein (2002), após a escolha das fontes e da ferramenta de busca, deve-se estabelecer uma seleção dos documentos pela data. Após uma leitura preliminar de cada artigo, identificou-se 22 artigos que possuíam alguma relação com a área temática analisada. A maior concentração de artigos encontrados (15 no total) estava no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2011, ao longo de cinco anos, isto é, a metade mais recente do período de publicação da versão brasileira da Revista *Scientific American*. O ano de 2012 foi excluído da análise, pois a pesquisa se desenvolveu ao longo do mesmo. Os 15 artigos selecionados foram codificados para facilitar sua referenciação ao longo deste trabalho. A numeração dos códigos segue a ordem de publicação dos mesmos, do mais antigo ao mais recente (ver **Tabela 1**).

Tabela 1 - Resumo das principais informações de cada artigo.

Código	Título	Autores	Edição e data de Publicação
A01	A Evolução dos Gatos	Stephen J. O'Brien e Warren E. Johnson	Edição 63 – ago/2007
A02	Colombo levou a sífilis para a Europa?	Não identificado	16 de janeiro de 2008
A03	O que há com nomes em latim?	Steve Mirsky	Edição 69 – fev/2008
A04	Somos únicos? Biologia, cultura e humanidade	Francisco M. Salzano	Edição 71 – abr/2008
A05	O admirável mundo das cobras-cegas	Carlos Jared e Marta Maria Antoniazzi	Edição 78 – nov/2008
A06	Ferreiros da Mata Atlântica	André Pinassi Antunes e Célio F. B. Haddad	Edição 83 – abr/2009
A07	Parceiro de Charles Darwin	Margherita Anna Barracco e Cezar Zillig	Edição 84 – mai/2009
A08	O universo luminoso dos fungos bioluminescentes	Ricardo Braga-Neto e Cassius V.	Edição 86 – jul/2009

			Stevani
A09	Ardi tinha características humanas?	Katherine Harmon	08 de dezembro de 2009
A10	As raízes mais profundas da vida	Alexander S. Bradley	Edição 92 – jan/2010
A11	Pessoas que transmitiram o HIV podem ser identificadas por testes de DNA	Katherine Harmon	Edição 102 – nov/2010
A12	Tentando salvar os diabos-da-tasmânia	Katherine Harmon	05 de julho de 2011
A13	O Brasil e suas Aves	Pedro F. Develey, Fabio Olmos e Vagner Cavarzere	Edição 110 – jul/2011
A14	O que é uma espécie?	Carl Zimmer	Edição 111 – agosto/2011
A15	Novas espécies de anfíbios	Helio Ricardo da Silva & Ricardo Alves-Silva	28 de outubro de 2011

Fonte: Scientific American Brasil.

Como metodologia de análise, escolheu-se a Análise de Conteúdo, que consiste em “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (BARDIN, 2002, p. 32). Tal análise se realiza em três etapas: a pré-análise, que consiste na organização do material; a descrição analítica, o material é reunido e analiticamente analisado, orientado pelas hipóteses e pelo referencial teórico; e a interpretação referencial, onde ocorre a análise propriamente dita. O conteúdo obtido pela leitura minuciosa dos artigos passa por uma fase de categorização. O texto é desmembrado em unidades, com o intuito de descobrir os diferentes núcleos de sentido que constituem a comunicação, e posteriormente, realizar o seu reagrupamento em classes ou categorias.

De acordo com Epstein (2002), a análise de conteúdo frequentemente utiliza variáveis da mídia, isto é, aqueles aspectos do conteúdo que são únicos e característicos do meio utilizado. No caso desta análise, em se tratando de publicações de Divulgação Científica, é comum encontrar padrões nos textos produzidos pelos diferentes autores, mesmo que os temas dos artigos diverjam. Estes elementos em comum encontrados nos artigos serão o escopo para a análise, permitindo identificar relações na forma como a Sistemática Filogenética está presente nos artigos de divulgação científica da Revista *Scientific American Brasil*.

Certos parâmetros nortearam a pesquisa, como de que forma os artigos abordaram a Sistemática Filogenética; que conceitos de Sistemática Filogenética foram encontrados nos artigos e, se foram, de que maneira são apresentados; que tipo de linguagem foi utilizada no corpo textual, em especial pela sua densidade lexical, isto é, vocabulário apresentando termos científicos que poderiam ser desconhecidos para um leigo; e uso de analogias e metáforas.

Resultados e discussão

A seguir, são apresentados os resultados obtidos a partir da análise qualitativa dos 15 artigos selecionados nesta pesquisa. Para facilitar a compreensão desta análise, os resultados foram desmembrados em quatro partes: classificação dos artigos de acordo com a sua temática central; análise dos artigos de acordo com a forma como abordam os conceitos de Sistemática Filogenética; linguagem utilizada pelos artigos; e uso de analogias e metáforas.

Classificação dos artigos quanto à temática central

Após a seleção dos textos, realizou-se uma análise preliminar a fim de identificar a temática central de cada artigo, verificando similaridades, convergências e divergências entre os textos, no que diz respeito à temática estudada. Nesta análise, os artigos foram categorizados quanto ao contexto em que a Sistemática Filogenética foi abordada, como: Evolução de grupos de seres vivos; Sistemática ou Classificação biológica; e Investigação, ligado a questões de saúde. Apesar de alguns artigos apresentarem aspectos ligados a mais de uma destas categorias, optou-se por inseri-los nas que predominassem no texto destes artigos.

a) Evolução de grupos de seres vivos

Os seguintes artigos trataram da temática sob uma perspectiva evolutiva: A01, A04, A05, A06, A07, A08, A09 e A10. O artigo A01 descreve como se deu a evolução da família dos felídeos, identificando suas 37 espécies pelo mundo, e relaciona as migrações dos felídeos a sua filogenia, baseando-se em dados paleontológicos, morfológicos, como análises de esqueletos das espécies atuais, e genômicos, com o uso dos “relógios moleculares” – espécie de calibração entre o tempo geológico e as divergências nas cadeias de DNA. Tais dados permitiram a identificação de oito

diferentes linhagens de felídeos, cuja relação de espécies, rotas de migração e árvore filogenética são apresentados na seção multimídia do artigo.

O artigo A04 possui caráter antropológico, no qual busca identificar as relações entre a moralidade com a cultura humana, a linguagem e as religiões. Ao falar sobre as origens das linguagens, o artigo ilustra, de forma explícita, propostas de árvores filogenéticas das linguagens dos índios sul-americanos, relacionando a evolução humana com a evolução da comunicação entre os seres humanos. O artigo A05 aborda as especificidades do cuidado parental das cobras-cegas, aprofundando-se na alimentação dos jovens de uma determinada espécie deste grupo, baseada na dermatofagia. Os autores investigam as origens deste comportamento, considerando a presença de uma dentição nos fetos, descoberta por estudos recentes, e as espécies que possuem este hábito, uma africana e a outra sul-americana.

O artigo A06 narra o curioso caso de convergência entre as vocalizações da araponga e da perereca-de-marsúpio, ambos da Mata Atlântica, e revela, a partir de registros dos cantos destes animais, similares ao bater de um martelo, como é possível determinar e explicar tais semelhanças, geradas a partir de pressões seletivas. O artigo A07 trata do naturalista alemão Fritz Müller, que viveu no Brasil no século XIX. Seus estudos com desenvolvimento larval de crustáceos gerou resultados importantes para dar respaldo à teoria darwinista. Ao descrever esta pesquisa ontogenética de crustáceos, Müller concluiu que a ontogenia remontaria a filogenia, similar à lei da biogenética de Haeckel. O texto também apresenta muitas referências a termos próprios da Sistemática Filogenética, como será discutido mais adiante.

O artigo A08 expõe o caso da ocorrência de fungos bioluminescentes na Amazônia, afirmando que análises moleculares revelam que tais fungos são polifiléticos, resultantes de várias linhagens. O artigo A09 apresenta inúmeros indícios paleontológicos a respeito da posição do fóssil “Ardi” na árvore evolutiva dos ancestrais humanos. Trazendo informações relativas e evidências presentes nos ossos do pé e do crânio, o texto mostra o embate entre diversos pesquisadores a respeito do possível bipedalismo deste fóssil e das relações evolutivas entre o homem e outros primatas, como os chimpanzés. O artigo A10 descreve um ecossistema formado por inúmeros micro-organismos em uma torre mineral de origem no fundo do Oceano Atlântico, explicando os processos metabólicos realizados por estes micro-organismos, similares a processos ocorridos no período do surgimento da vida na Terra.

b) Sistemática ou classificação biológica

Os artigos a seguir abordaram a Sistemática Filogenética para fins de classificação dos seres vivos: A03, A13, A14 e A15. O artigo A03 explica os fundamentos da Taxonomia e seu desenvolvimento por Lineu, descrevendo situações que dificultam o trabalho dos sistematas, como a ocorrência de sinonímias, isto é, espécies com o mesmo nome científico, e de diferentes nomes vulgares para uma mesma espécie. O artigo A13 explica as atividades frequentemente desempenhadas por um ornitólogo, em especial no estudo das aves brasileiras, discutindo a origem das aves a partir dos dinossauros, ratificando sua posição enquanto táxon aparentado dos répteis. O artigo A14 inicia discutindo a confusa delimitação de espécies de lobo na América do Norte, determinando a importância da Sistemática e da Taxonomia e discutindo os conflitos gerados pelos diferentes conceitos de espécie, como o biológico e o filogenético. O artigo A15 trata da atividade dos sistematas ao descobrir uma nova espécie – no caso, a descoberta ao acaso da perereca *Scinax insperatus*.

c) Investigações ligadas à saúde

Por fim, a Sistemática Filogenética aparece nestes artigos como ferramenta para investigações ligadas à saúde: A02, A11 e A12. O artigo A02 mostra a importância da análise filogenética na investigação da origem da bactéria causadora da sífilis, revelando um parentesco próximo com a bactéria causadora da boubá, uma antiga infecção da América do Sul, o que leva à conclusão de que a sífilis surgiu no Novo Mundo e que foi levada para a Europa no século XV pelos navegadores, como Cristóvão Colombo. O artigo A11 descreve a descoberta de uma nova análise que permite investigar a evolução viral a partir de análise filogenética, permitindo descobrir a origem da transmissão de vírus como o HIV. O artigo A12 revela estratégias para recuperar os diabos-da-tasmânia, como a identificação genética de um câncer que ataca estes animais. Porém, existem dificuldades de encontrar parentes próximos do diabo-da-tasmânia, o que forneceria um grupo externo para uma análise filogenética com dados moleculares destes animais.

Conceitos de Sistemática Filogenética

De forma geral, os artigos trabalharam determinados conceitos de Sistemática Filogenética, embora nenhum conceito tenha sido abordado por todos os artigos. Na

maioria dos casos, não houve citação direta do conceito, mas estava presente a explicação do mesmo, de acordo com o contexto de cada artigo. Em outros casos, o conceito era substituído por um sinônimo, como será visto adiante. Para analisar a forma como os conceitos são tratados pelos artigos, usou-se Amorim (2002), por conter as definições destes conceitos sob o olhar da Sistemática Filogenética:

Grupo-irmão: de acordo com Amorim (2002, p. 148), grupo-irmão é “a espécie ou grupo monofilético supra-específico mais próximo de um determinado grupo monofilético em foco em um momento do discurso”. Nos artigos, não é verificada a presença do termo “grupo-irmão”, porém foram encontradas referências a este conceito nos artigos A01, A02, A03, A04, A09 e A14. Nestes, percebe-se que são feitas considerações a respeito da proximidade de grupos de seres vivos, destacando caracteres que servem de base para tal afirmação. Os artigos A01, A02 e A03 evocam o termo “intimamente relacionado” como substituição à expressão “grupo-irmão”.

Grupo monofilético: Amorim (2002, p. 148) define como “um grupo taxonômico composto por uma espécie ancestral e todas as suas espécies descendentes”. Os artigos A01, A04, A05, A07, A09, A10, A11, A13 e A14 remetem-se a esta definição, embora nenhum deles cite o termo ‘monofilético’ em seus textos. Em comum, mostram a existência de grupos de seres vivos que compartilham o mesmo ancestral, indicando que estes seres vivos possuem relações de parentesco mais íntimas, com uma proximidade maior na árvore filogenética destes grupos. O artigo A01, ao descrever as diferentes linhagens de felinos pelo mundo, faz menção a uma destas linhagens como um grupo monofilético, como mostra o seguinte trecho: “Uma das linhagens reúne todos os grandes felinos que rugem como o leão, o tigre, o leopardo, a onça e o leopardo-das-neves”. O artigo A05 também realiza um apontamento do monofiletismo dos vertebrados: “Nós, os seres humanos, como mamíferos, partilhamos uma mesma origem com os peixes, anfíbios, répteis e aves”.

Sinapomorfia: derivação do termo apomorfia, que significa “estado derivado de um caráter em uma série de transformação” (AMORIM, 2002, p. 147), a sinapomorfia consiste no “compartilhamento da condição apomórfica de um caráter por um grupo, supostamente exclusiva dele” (AMORIM, *op. cit.*, p. 149). O artigo A07 é o único a apresentar o termo supracitado em seu corpo textual, junto de sua definição, enquanto os artigos A01, A05, A09 e A14 fazem referência a caracteres que são compartilhados por um determinado grupo de seres vivos. O artigo A07 considera que o naturalista Fritz Müller desempenhava uma metodologia semelhante à Sistemática Filogenética no que

diz respeito à análise de relações de parentesco, conforme indica este trecho: “Cabe ressaltar que o uso de caracteres adquiridos compartilhados (conhecidos hoje por sinapomorfias) para mostrar relações filogenéticas (evolutivas) entre espécies vivas de crustáceos foi uma grande inovação introduzida por Müller.” Em sua análise da evolução dos crustáceos, Müller demonstra que a condição náuplio seria a primeira forma larvar destes animais e representa a sinapomorfia do grupo.

Homoplasia: consiste na: “relação de semelhança entre estruturas em indivíduos ou espécies distintos presentes em cada um deles devido à ocorrência independente, em níveis de generalidade distintos, de modificações que resultaram na condição apomórfica semelhante” (AMORIM, 2002, p. 148). Os artigos A05, A06 e A08 tratam de caracteres homoplásticos, porém sem citar o termo ‘homoplasia’ de forma direta, sendo o A06 o que mais aborda a questão, pois trata de um caso de convergência evolutiva entre a vocalização da ave araponga e a da perereca-de-marsúpio na Mata Atlântica, como indica este trecho:

“Nossa interpretação é que a semelhança resulta de uma convergência evolutiva entre ambas. Supõe-se que esse fenômeno se manifeste quando espécies pouco relacionadas filogeneticamente, ou seja, pouco aparentadas, sofram pressões seletivas de um mesmo ambiente ou de ambientes semelhantes. Como resultado dessas pressões seletivas ao longo do tempo evolutivo, características fenotípicas (expressadas pelos genes) similares se desenvolvem nas espécies pouco aparentadas.”

Árvore Filogenética: “Dendograma em que os táxons terminais são populações, espécies ou grupos de espécies, cujas relações entre eles indicam afinidade filogenética (ancestralidade comum exclusiva em diversos níveis)” (AMORIM, 2002, p. 147). O termo ‘árvore filogenética’ aparece em diversos artigos, como A04, A07, A10 e A12. Em outros casos, foi substituído por similares como árvore genealógica (A01), árvore evolutiva (A06), árvore evolucionária (A09) e árvore da vida (A10). Apenas o artigo A07 utilizou os termos ‘cladograma’ e ‘filogenia’, usados pelos cladistas com sentido similar ao de ‘árvore filogenética’.

Grupo merofilético: “composto por apenas parte das espécies descendentes de uma espécie ancestral, às vezes incluindo (grupo merofilético parafilético) ou não (grupo merofilético polifilético) a própria espécie ancestral” (AMORIM, 2002, p. 148). Se o grupo não pode ser considerado um monofilético, logo não é um grupo natural e não pode receber um nome científico válido. Os artigos A08 e A13 apontam casos de possíveis grupos merofiléticos como destaca este trecho do A08: “Análises filogenéticas moleculares evidenciaram que os fungos bioluminescentes são

polifiléticos, isto é, representados por algumas linhagens que, em certos casos, evoluíram de forma independente em relação à emissão de luz”.

Cladogênese: pode ser descrita como o “conjunto de processos que resulta na divisão de uma espécie em duas ou mais espécies descendentes efetivamente isoladas uma das outras, de modo geral pelo surgimento de uma barreira geográfica” (AMORIM, 2002, p. 147). Os artigos A01 e A09 mostram, de forma implícita, processos de cladogênese ao explicar a evolução de determinados grupos de seres vivos. O artigo A09 aponta indícios de separação do fóssil Ardi das outras linhagens presentes na história evolutiva humana, como o seguinte trecho destaca: “Ao analisar os dados apresentados na *Science*, Begun pouco encontrou ‘na anatomia desse espécime que levasse diretamente ao *Australopithecus*, quanto mais ao *Homo sapiens*’. Ardi ‘poderia facilmente ser uma ramificação’.”

Grupo externo: consiste em “toda e qualquer espécie ou grupo de espécies que filogeneticamente não pertença a um grupo supostamente monofilético abordado em um momento de uma análise” (AMORIM, 2002, p. 148). A importância deste grupo em uma análise filogenética é fornecer dados que possam servir de comparação com as características do grupo em estudo, sendo útil para definir que caracteres são plesiomórficos. O artigo A01 utiliza o sinônimo “fora do grupo” para mostrar a existência de uma família de mamíferos que serve como referência para a análise das relações filogenéticas dos felinos. Já o artigo A12 mostra a dificuldade de se encontrar um grupo externo adequado para as análises moleculares, conforme mostra o seguinte trecho: “Não é fácil comparar o genoma do diabo-da-tasmânia com o de outros marsupiais, pois está um pouco distante de seus primos já sequenciados, o gambá e o wallaby, na árvore filogenética.”

Reversão: consiste em um “caso particular de apomorfia em que a condição derivada é semelhante a uma condição plesiomórfica anterior” (AMORIM, 2002, p. 149). Em outras palavras, a reversão é uma característica que deixou de existir em alguns representantes de uma determinada linhagem. O artigo A08 mostra uma ocorrência clara de reversão, embora não cite o termo diretamente: “Ainda não se sabe ao certo como ocorreu a evolução dentro dessa linhagem, mas é provável que a bioluminescência tenha surgido uma vez, e, posteriormente, muitas espécies tenham perdido a capacidade de emitir luz.”

Grupo basal: é aquele que está em ramos mais próximos da espécie ancestral de um grupo monofilético em um cladograma, assim situado por manter maior quantidade

de caracteres plesiomórficos. Os artigos A07 e A10 fazem considerações a respeito de grupos basais. O A07, ao tratar da evolução dos crustáceos proposta por Fritz Müller, assim descreve: “Os crustáceos mais basais nas filogenias, como cracas, copépodes e ostracodes emergem do ovo sob forma de náuplio, a forma larval mais simples.” Já o artigo A10 relaciona os micro-organismos encontrados em fossas termais com a base da vida na Terra, como ilustra o seguinte trecho: “Muitos organismos situados em ramos próximos à sua base consomem hidrogênio e habitam fontes termais de altas temperaturas, em terra ou no solo marinho.”

Plesiomorfia: consiste na “condição mais antiga, pré-existente, em uma série de transformação” (AMORIM, 2002, p. 149). Esta condição se transforma em uma apomorfia ou novidade evolutiva após a aquisição de novas características e manutenção das mesmas pela seleção natural. Apenas o artigo A09 mostra, de forma implícita, a ocorrência de uma plesiomorfia na análise das características do fóssil *Ardi* na árvore da evolução humana, como traz o seguinte trecho: “Seu dedão do pé, referido como ‘notavelmente primitivo’ por Jungers, é bem diferente”

Linguagem adotada pelos artigos

Os artigos foram classificados com relação à complexidade da linguagem utilizada no corpo textual, em especial pela sua densidade lexical. Como todos se revelaram claros e objetivos de acordo com a temática escolhida por cada autor, adotou-se o vocabulário como parâmetro para determinar o quanto a linguagem dos artigos é elaborada. Foram considerados artigos com linguagem mais elaborada aqueles que apresentam grande quantidade de termos e expressões de cunho biológico/científico que são ensinadas nos Ensinos Médio e Superior, o que dificultaria a leitura de um leigo.

Os artigos A01, A02, A04, A07, A08, A09, A10 e A12 possuem linguagem considerada elaborada, com um vocabulário rico em palavras e expressões de cunho científico, em especial termos próprios da Biologia, sendo mais indicados para leitores que tenham concluído o Ensino Médio. Os artigos A07 e A08 alternam trechos nos quais explicam, de forma clara e didática, os termos científicos utilizados, com trechos sem estas explicações. A seguinte passagem do artigo A07 ilustra esta alternância: “Cabe ressaltar que o uso de caracteres adquiridos compartilhados (conhecidos hoje por sinapomorfias) para mostrar relações filogenéticas (evolutivas) entre espécies vivas de crustáceos foi uma grande inovação introduzida por Müller”.

Os artigos A03, A05, A06, A11, A13, A14 e A15 possuem uma linguagem mais simplificada, de fácil entendimento, porém com poucos trechos que poderiam apresentar maior dificuldade. Destes, destacam-se os artigos A03 e A14. O artigo A03 apresenta um texto simples e bem humorado, fazendo uso de exemplos inusitados para explicar a nomenclatura binomial e latinizada de Lineu, como os personagens de desenho animado Papa-léguas e Wile E. Coyote, o nome de Lineu (usando as diversas formas com as quais é escrito: Carl Linné, Carl von Linné, Carolus Linnaeus e Caroli Linnaei) e apelida a maior parte da população americana de *Boobus americanos*.

O artigo A14 possui texto bastante didático, pois faz o uso de muitos exemplos para mostrar as vantagens e desvantagens de cada conceito de espécie, inclusive do filogenético. Não usa conceitos específicos da Sistemática Filogenética, embora seja possível reconhecê-los, como foi dito na seção anterior, ao descrever de que forma esta corrente da Biologia define espécie, como mostra o seguinte trecho:

“Organismos aparentados têm características comuns porque compartilham o mesmo ancestral. Humanos, girafas e morcegos, todos descendem de mamíferos mais antigos e, conseqüentemente, todos apresentam pelos e glândulas mamárias. Dentro dos mamíferos, os humanos partilham um ancestral comum com os outros primatas, do qual herdaram outras características como olhos na posição frontal. Dessa maneira podemos descobrir grupos cada vez menores até chegarmos a uma escala em que não podem mais ser subdivididos. Estes, de acordo com o conceito filogenético, são as chamadas espécies”.

Uso de analogias e metáforas

Os artigos A01, A03, A04, A05, A10 e A14 utilizaram analogias e metáforas nos seus textos como recurso narrativo para tornar mais fácil o entendimento de determinados conceitos científicos. No entanto, apenas os artigos A05 e A14 lançaram mão destas ferramentas para esclarecer termos e expressões referentes à Sistemática Filogenética.

O artigo A05 usa uma analogia ao considerar as semelhanças estruturais entre os diferentes grupos de vertebrados, como mostra este trecho do segundo parágrafo: “Pode-se afirmar que esses tipos de vertebrados são “variações sobre o mesmo tema.”. Considera-se esta analogia simultaneamente como sinapomorfia, se entendermos ser o que agrupa todos estes animais, e como plesiomorfia, se considerarmos que é a condição anterior às autapomorfias que cada grupo de vertebrado adquire.

O artigo A14 apresenta diversos trechos com uso de analogias e metáforas, como mostrado a seguir: “Preferimos chamá-la de *Canis soup*, diz Bradley White, da Universidade de Trent, em Ontário”, onde *soup* (sopa, em inglês) refere-se a um grupo

de espécies do gênero *Canis*, de aparente dificuldade para defini-las pelos taxonomistas. No seguinte trecho, apresenta o termo ‘tufo’ denotando um grande número de ramos saindo do mesmo ancestral, configurando casos de politomia:

“A árvore apresentava apenas algumas ramificações longas, cada uma coroada por um tufo de ramos mais curtos. Eles examinaram o corpo dos rotíferos em cada tufo e descobriram que tinham formas similares. A diversidade dos rotíferos, em outras palavras, não era apenas obscura.”

Erros conceituais

Certos artigos apresentaram alguns erros conceituais e algumas incorreções, como grafia incorreta de alguns nomes científicos. Entretanto, nenhum destes erros chegou a prejudicar o cerne e o objetivo dos textos, não afetando o seu entendimento. No caso do artigo A01, o erro apareceu no seguinte trecho do 11º parágrafo, ao colocar gambás equivocadamente no grupo dos mamíferos placentários, quando estes fazem parte do grupo dos marsupiais: “alguns felinos migraram para o sul (M3), onde encontraram um continente sem carnívoros placentários (como ursos, cães, gatos, gambás etc.)” O artigo A10 cita, no 15º parágrafo, o grupo Methanosarcinales como uma família de bactérias, quando, na verdade, trata-se de uma ordem de bactérias.

Também foram encontrados, em alguns artigos, nomes científicos escritos sem estar grifados, o que é considerado obrigatório para gênero e espécie. É o caso dos artigos A01 (“Pseudaelurus”, no 7º parágrafo e “Cinnamon”, no último parágrafo); A02 (“Treponema”, nos 4º e 7º parágrafos); A09 (“Ardipithecus ramidus”, “Ardipithecus” ou “Ar. ramidus”, em na maioria dos parágrafos, Australopithecus, nos 4º, 8º, 23º, 24º e 25º parágrafos, “Homo eretus”, no 13º parágrafo, e “Homo sapiens”, nos 24º e 25º parágrafos); e A14 (“Canis”, nos 3º e 4º parágrafos, “C. lycaon”, no 3º parágrafo, “Homo sapiens”, no 10º parágrafo, e “Promyrmekiaphila”, nos 26º, 27º, 28º e 29º parágrafos). Em alguns artigos, nomes científicos estavam escritos incorretamente: A02 (“*Bertholetia excelsa*” ao invés de *Bertholletia excelsa*); A09 (“Homo eretus” ao invés de *Homo erectus*); e A14 (“Promyrmekiaphila” ao invés de *Promyrmekiaphila*).

Considerações finais

No que diz respeito à classificação de acordo com a temática central, a maioria dos artigos (um total de oito dos 15 selecionados) articula o uso de elementos de Sistemática Filogenética à Evolução de determinados grupos de seres vivos. Por ser um assunto central na Biologia, é frequente a ocorrência de artigos ligados à Evolução em

revistas de Divulgação Científica (KEMPER, 2008; BERNARDINO; ROCHA, 2012). Quatro artigos estão voltados para elementos da classificação biológica, cuja ocorrência em revistas de Divulgação Científica nunca foi apurada pelos trabalhos encontrados na literatura. Apenas três artigos estão ligados a análises filogenéticas voltadas para investigações na área da saúde, revelando a origem de certas patologias. As reportagens ligadas às Ciências da Saúde, como Medicina e Biotecnologia, ganham muito espaço em revistas de Divulgação Científica, representando a maioria (36,5%) das publicações da *Scientific American Brasil* no período de 2002 a 2006 (SÉRIO; KAWAMURA, 2008). Entretanto, o uso de análises filogenéticas ligadas a esta área aparece pouco, talvez porque se trata de uma técnica mais recente.

No que diz respeito aos conceitos na área de Sistemática Filogenética, é importante notar que a maioria não foi citada diretamente, sendo possível identificá-los através de explicações e uso de sinônimos, analogias ou metáforas, exceto “árvore filogenética”, “sinapomorfia” e “grupo polifilético”. Outro aspecto interessante é o aparecimento de referências maiores a certos conceitos, como “grupo monofilético”, “grupo irmão” e “árvore filogenética”. Pode-se dizer que são importantes postulados da Sistemática Filogenética, cujo objetivo é justamente identificar o quanto as espécies são aparentadas para, desta forma, classificá-las. Em livros didáticos, estes conceitos também têm aparecido com crescente frequência, com exceção de “grupo-irmão”, porém ainda de forma incipiente e com definições incompletas (SOUZA, 2011).

Há equilíbrio entre os artigos que apresentam uma linguagem mais elaborada, com um vocabulário mais complexo, e aqueles que trazem um texto de entendimento mais fácil. De certa forma, artigos com uma linguagem mais apurada são comuns em publicações da *Scientific American Brasil* (CARVALHO, 2010). Existe equilíbrio também entre artigos que explicam os termos e aqueles que não explicam, o que também foi encontrado por Kemper (2008) sobre textos ligados à Evolução, porém publicados pelas revistas *Superinteressante* e *Galileu*. Tal fato indica que os textos de Divulgação Científica podem ser direcionados para públicos com diferentes graus de conhecimento científico, embora tendo como premissa a necessidade de torna-lo acessível. Outro aspecto importante para ser destacado está na linguagem dos artigos redigidos por cientistas, alguns apresentando de forma mais elaborada (A01, A04, A07, A08 e A10), como é esperado. No entanto, certos artigos apresentam linguagem mais simples (A05, A06, A13 e A15), o que pode revelar um interesse maior de

pesquisadores em tornar a ciência produzida nos laboratórios mais próxima do público leigo.

Sobre o uso de analogias e metáforas para explicar com linguagem próxima da cotidiana certos termos e conceitos científicos, o mesmo é encontrado em textos de Divulgação Científica sobre Evolução (KEMPER, 2008) e Genética (GOLDBACH; EL-HANI, 2008). Como consenso, é discutida a colocação de tais palavras e expressões, pois podem trazer consigo erros conceituais graves, prejudicando o aprendizado sobre determinados conceitos importantes em Biologia. É importante considerar também a presença de poucos erros conceituais ou na escrita de termos científicos nos artigos analisados, sendo que nenhum destes erros é considerado grave, o que pode estar relacionado com o fato de produzidos, em sua maioria, por cientistas.

A partir da análise desenvolvida neste estudo, infere-se que cada artigo possui características peculiares que os tornam adequados para serem trabalhados em sala de aula, porém a intervenção do professor deve ser constante, de forma a esclarecer trechos de difícil entendimento ou conceitos que ainda não foram trabalhados. O artigo A14, que trata do conceito de espécie, é o mais indicado para o uso em sala de aula, tanto pela linguagem acessível como pela argumentação, baseada em posições de diferentes pesquisadores, o que é útil também para tratar de aspectos de Natureza da Ciência. Também é o que melhor explica conceitos relacionados à Sistemática Filogenética ao definir o conceito filogenético de espécie. Outros artigos, como A02, A03, A05, A06, A11, A13 e A15, embora abordem de forma superficial a área analisada neste trabalho, constituem importantes exemplos para o entendimento de conceitos em diferentes campos biológicos, como Classificação, Evolução e Medicina.

Os demais artigos apresentam vocabulário com muitos termos científicos, o que, dependendo do público, pode dificultar o seu entendimento. Para tal, recomenda-se uma efetiva mediação docente, no sentido de tornar o texto mais acessível à faixa etária ou ao nível de escolaridade do leitor, seja pela redução do número de termos científicos, pela explicação dos mesmos ou pela seleção de trechos que sejam mais pertinentes aos assuntos trabalhados em sala de aula. Os trabalhos de Martins *et al.* (2001; 2004), Nascimento (2008) e Souza e Rocha (2014) identificaram características deste processo de re-elaboração discursiva de textos de DC para a utilização em livros didáticos ou em sala de aula e apresentam casos nos quais é preciso ter cuidado ao modificar estes textos

para não ocorram equívocos de significado ou apresentarem visões distorcidas da Ciência.

Por fim, deve-se reconhecer que é preciso dar continuidade a este tipo de pesquisa, pois, em primeiro lugar, não há na literatura nenhuma ocorrência de publicação relativa à abordagem da Sistemática tradicional e da Sistemática Filogenética em artigos de Divulgação Científica. É necessário não só avaliar o potencial didático destes artigos, mas também verificar qual o impacto gerado por estes artigos no processo de ensino-aprendizado. Também é importante estimular os professores para o uso de tais materiais, a despeito das dificuldades e limitações que enfrentam, como poucos recursos para a reprodução dos artigos, falta de tempo e planejamento e falta de interesse pela leitura por parte dos alunos (GOMES *et al.*, 2012).

Referências

ALFERES, S.; AGUSTINI, C. A Escrita da Divulgação Científica. *Horizonte Científico*, v. 2, n.1, p. 1-23, 2008.

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

AMORIM, D.S.; MONTAGNINI, D.L.; NOLL, F.B.; CASTILHO, M.S.M.; CORREA, R.J. 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: uma experiência da parceria entre professores do ensino fundamental e médio da Rede Pública e a universidade*. Ribeirão Preto: Holos, 2001, p. 41-49.

AUTHIER, J. La mise en scène de la communication dans des discours de vulgarisation scientifique. *Langue Française*, n.53, p.34-47, 1982.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2002.

BERNARDINO, M.V.; ROCHA, M.B. A evolução biológica na perspectiva da natureza da ciência presente na revista Scientific American Brasil. In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 6., Rio de Janeiro, 2012. *Anais...* Rio de Janeiro, 2012.

BERTOLETTI, J.J. *Museu de Ciências e Tecnologia da PUC-RS*. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura16.shtml>>. Último acesso em: 29 jan. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental*. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. *PCN+ – ENSINO MÉDIO*. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio Parte III - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMT, 2002. 141 p.

BUENO, W. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. *Informação & Informação*, v. 15, n. esp, p. 1-12, 2010.

CARVALHO, C.P. Divulgação Científica nas revistas *Scientific American Brasil* e *Superinteressante*. *Informação & Informação*, Londrina, v. 15, n. especial, p. 43-55, 2010.

DORVILLÉ, L. Desafios do Ensino de Biologia na Educação Básica: um recorte da Zoologia, Evolução e Sistemática. In: GOLDBACH, T.; FRIEDRICH, M.; QUEZADA, S. *Ensino de Ciências: saberes escolares e saberes científicos*. Série Cadernos Temáticos: Debates Pedagógicos n.1. Nilópolis: CEFETEQ – Rio de Janeiro, 2009. p. 41-50.

EPSTEIN, I. *Divulgação científica: 96 verbetes*. Campinas: Pontes, 2002.

FOUREZ, G. *A construção das ciências – Introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: UNESP, 1995.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*, v. 16, n. 3, p. 259-272, 2004.

GOLDBACH, T.; EL-HANI, C.N.; MARTINS, R.C. A difícil tarefa da divulgação da idéia de gene em revistas de divulgação científica no Brasil. In: REUNIÃO DA RED POP, 9., 2005, Rio de Janeiro. *Atas...* Rio de Janeiro, 2005.

GOLDBACH, T.; EL-HANI, C.N. Entre Receitas, Programas e Códigos: Metáforas e Idéias Sobre Genes na Divulgação Científica e no Contexto Escolar. *Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 153-189, 2008.

GOMES, M.C., DA POIAN, A.T.; GOLDBACH, T. Revistas de Divulgação Científica no Ensino de Ciências e Biologia: contribuições e limitações de seu uso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE (ENECIÊNCIAS), 3., 2012, Niterói. *Anais...* Niterói, 2012.

GONÇALVES, E.; CALDAS, G.; PECHULA, M. Mídia e Educação: reflexos sobre o uso pedagógico de textos de divulgação científica. In: REUNIÃO BIENAL DA RED POP, 12., 2011, Campinas. *Anais...* Campinas, 2011.

GUIMARÃES, M.A. Uma proposta de ensino de zoologia baseada na sistemática filogenética. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 12., 2004, Curitiba. *Anais...* Curitiba: PUC-PR, 2004.

GUIMARÃES, M.A. *Cladogramas e Evolução no Ensino de Biologia*. Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

HULL, D. L. The role of theories in biological systematics. *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, v. 32, n. 2, p. 221-238, 2001.

KEMPER, A. *A Evolução Biológica e as Revistas de Divulgação: potencialidades e limitações para uso em sala de aula*. Dissertação de Mestrado em Educação – Universidade de Brasília, Brasília. 2008.

KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LOPES, W.; FERREIRO, M.; STEVAUX, M.. Propostas Pedagógicas para o Ensino Médio: filogenia de animais. *Solta a voz*, v. 18, n. 1, p. 263-286, 2008.

LOUREIRO, J.M. Museu de ciência, divulgação científica e hegemonia. *Ciência da Informação*, v. 32, n. 1, p. 88-95, 2003.

MARTINS, I.; CASSAB, M.; ROCHA, M. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 3, p. 1-9, 2001.

MARTINS, I.; DAMASCENO, A. Uma análise das incorporações de textos de divulgação científica em livros didáticos de ciências. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 8., 2002, São Paulo. *Atas...* São Paulo, 2002.

MARTINS, I.; NASCIMENTO, T.; ABREU, T. Clonagem na sala de aula: um exemplo de uso didático de um texto de divulgação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 9, n. 1, p. 95-111, 2004.

NASCIMENTO, T. O discurso da divulgação científica no livro didático de ciências: características, adaptações e funções de um texto sobre clonagem. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, n. 2, p. 1-13, 2005.

OLIVEIRA, A.C.S.; SILVA, H.P. Abordagem da Sistemática Filogenética no Ensino Médio. *Saúde & Ambiente em Revista*, v. 5, n. 1, 2010. Disponível em <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/sare/article/view/1011>>. Último acesso em 18 jan. 2011.

OLIVEIRA, F.I. Comunicação Pública e Cultura Científica. *Revista Parcerias Estratégicas*, n. 13, p. 201-208, 2001.

ORLANDI, E. Divulgação Científica e efeito leitor: uma política social urbana. In: _____. *Discurso e texto*. Formulação e circulação dos sentidos. Campinas: Pontes, 2001. p. 149-162.

PRESTES, M. E. B.; OLIVEIRA, P.; JENSEN, G.M. As origens da classificação de plantas de Carl von Linné no ensino de biologia. *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, p. 101-137, 2009.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da Natureza da Ciência na Educação para a Cidadania. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PAPAVERO, N. *Fundamentos práticos de taxonomia zoológica*. São Paulo: USP, 1994.
ROCHA, M.B. Textos de divulgação científica na sala de aula: a visão do professor de ciências. *Revista Augustus*, v. 14, n. 29, p. 24-34, 2010.

RODRIGUES, M.E.; JUSTINA, L.A.D.; MEGLHIORATTI, F.A. O conteúdo de Sistemática e Filogenética em livros didáticos de Ensino Médio. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p.65-84, 2011.

SANTOS, C.M.D.; CALOR, A. Ensino de Biologia Evolutiva utilizando a Estrutura Conceitual da Sistemática Filogenética – I. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2007.

SCHRAGO, C.E.G.; COSTA, C.M.S.; FERREIRA, M.S. O estudo do método filogenético no Ensino Fundamental. In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (EREBIO), 2001, Niterói. *Anais...* Niterói, 2001.

SÉRIO, A.L.A.; KAWAMURA, M.R.D. As temáticas da ciência abordada na revista Scientific American Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM JORNALISMO, 6., São Paulo, 2008. *Anais...* São Paulo, 2008.

SOUZA, P.H.R. *A Sistemática Filogenética em livros didáticos de Ensino Médio de Biologia*. Trabalho de Conclusão de Curso para Especialização em Ensino de Ciências com ênfase em Biologia e Química. IFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

SOUZA, P.H.R. *Análise da Sistemática Filogenética na Revista Scientific American Brasil*. Dissertação de Mestrado em Ciência, Tecnologia & Educação – CEFET-RJ, Rio de Janeiro, 2013.

SOUZA, P.H.R.; GOLDBACH, T. A Sistemática Filogenética e o livro didático de Biologia: considerações iniciais. In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (EREBIO), 5., 2010, Vitória. *Anais...* Vitória, 2010.

SOUZA, P.H.R.; ROCHA, M.B. Divulgação Científica e Ensino de Biologia: análise da abordagem da Sistemática Filogenética em imagens de um artigo de Divulgação. In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (EREBIO), 6., 2012, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 2012.

SOUZA, P.H.R.; ROCHA, M.B. Sistemática Filogenética e Divulgação Científica: análise da Revista Scientific American Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 9., 2013, Águas de Lindóia. *Atas...* Águas de Lindóia, 2013.

SOUZA, P.H.R.; ROCHA, M.B. Análise do processo de Reelaboração Discursiva na incorporação de um texto de Divulgação Científica no livro de Ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 1, Curitiba, 2014.

ZAMBONI, L.M.S. *Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: Subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica*. Campinas: Autores Associados, 2001.

ZAMBONI, L.M.S. *Heterogeneidade e subjetividade no discurso da divulgação científica*. Tese de Doutorado em Estudos da Linguagem – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1997.

PEDRO HENRIQUE RIBEIRO DE SOUZA. Possui graduação em Ciências Biológicas pela UFRJ (2007), Especialização em Ensino de Ciências pelo IFRJ e Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ. Atualmente é Doutorando em Ciência, Tecnologia e Educação do CEFET/RJ, professor docente da rede Faetec (ISERJ) e professor docente da SEEDUC. Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em Taxonomia dos Grupos Recentes, Sistemática Filogenética e Divulgação Científica.

MARCELO BORGES ROCHA. Possui graduação em Ciências Biológicas pela UFRJ (2000), Mestrado em Educação em Ciências e Saúde - Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde pela UFRJ (2003) e Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia) pela UFRJ (2011). Possui vasta experiência como taxonomista de Polychaeta. Atuou como Professor Assistente do Centro Universitário Augusto Motta durante 7 anos. Tem experiência na área de Educação, Biologia Marinha e Zoologia, com ênfase em Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: divulgação científica, taxonomia, biologia marinha e biologia molecular. Leciona disciplinas relacionadas à Bioquímica, Biologia Marinha, Pesquisa e Prática na área de Biologia, Gestão Ambiental e Microbiologia. Atualmente é professor do Ensino Superior e do Mestrado Acadêmico em Ciência, Tecnologia e Educação do CEFET/RJ.

Recebido: 02 de julho de 2014

Revisado: 10 de novembro de 2014

Aceito: 09 de dezembro de 2014