



Análise da Abordagem do Tema Paleontologia nos Livros Didáticos de Biologia
Analysis of the Approach of Paleontology in Biology Textbooks

Hermínio Ismael de Araújo Júnior¹ & Kleberon de Oliveira Porpino²

¹Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21.949-900, Rio de Janeiro, RJ.

²Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Av. Professor Antônio Campos, S/N, Costa & Silva, 59.610-090, Mossoró, RN.

E-mail: herminio.ismael@yahoo.com.br; kleporpino@yahoo.com.br

Recebido em: 20/04/2010 Aprovado em: 29/07/2010

Resumo

O livro didático é atualmente um dos instrumentos direcionadores do processo de ensino-aprendizagem. Análises dos conteúdos de Biologia nesses livros são importantes por revelarem problemas embutidos nessas obras e permitir uma escolha mais informada dos livros para a abordagem de conteúdos específicos. Neste trabalho foi realizada uma análise da abordagem dos conteúdos de Paleontologia nos livros didáticos de Biologia, na perspectiva de conhecer a realidade atual da veiculação desse tema nos livros e fornecer informações úteis na escolha de melhores livros didáticos de Biologia quanto à temática paleontológica. Cinco livros didáticos de Biologia do Ensino Médio foram escolhidos, onde os temas básicos de Paleontologia foram analisados. Das obras analisadas, quatro apresentam boa abordagem, incluindo descrições detalhadas dos principais temas paleontológicos. Erros conceituais foram encontrados e, além disso, novos conceitos e abordagens adotados pela comunidade científica têm sido raramente incorporados nessas publicações. Ressalta-se a necessidade de consulta a livros recentes da Paleontologia para a atualização das obras analisadas, além de uma melhor articulação dos conceitos paleontológicos com outros temas biológicos interrelacionados. Adicionalmente, sugere-se a melhoria nas explicações de temas mais complexos como “datação de fósseis” e “processos de fossilização”. **Palavras-chave:** Biologia, Livros didáticos, Ensino médio, Paleontologia.

Abstract

The textbook is currently one of the main instruments in the process of education and learning. Analyses of the Biology content in these books are essential in order to show problems contained in these publications and allow a more informed choice of books for the teaching of specific contents. In this work, an analysis of the Paleontology content in Biology textbooks was carried out, aiming to evaluate the reability of the presentation of paleontological topics in secondary school books and to provide crucial information for the choice of better texts for use in biology classes regarding the subject of Paleontology. Five Biology textbooks currently adopted in Brazilian secondary schools were chosen for the analysis. Among the textbooks analyzed, four presented a satisfactory approach to paleontological themes, including detailed descriptions of the main topics and reasonable presentations of key concepts. However, pervasive conceptual errors were found. Moreover, we found that new concepts and approaches currently adopted by the scientific community have been scarcely incorporated in these publications. Therefore, we highlight the need to update the books analyzed based on more recent paleontological textbooks, as well as a better articulation between paleontological and correlated biological concepts. In addition, we suggest an improvement in the explanations of complex issues, such as “fossil dating” and “fossilization processes”. **Keywords:** Biology, textbooks, Secondary School, Paleontology.

1 Introdução

O livro didático é bastante utilizado pelos professores em sala de aula, tendo adquirido ultimamente um papel fundamental nas escolas brasileiras como direcionador do processo de ensino-aprendizagem (Castilho, 1997; Sandrin *et al.*, 2005; Casagrande, 2006). Além disso, por ser uma das únicas fontes para a preparação das aulas, os professores tomam o conhecimento científico contido nesses instrumentos como padrão do que deve ser ensinado aos alunos (Casagrande, 2006; Massabni & Arruda, 2000). Adicionalmente, a utilização do livro didático tem sido justificada pela simplificação dos conteúdos e pelo reduzido tempo para preparação das aulas (Silva & Trivelato, 1999).

A Biologia tem como objetivo estudar as diversas formas de vida existentes na biosfera sob vários enfoques e níveis de complexidade e inferir as mudanças na biota ao longo do tempo, a partir de várias evidências diretas e indiretas, incluindo o registro dos fósseis, sendo esses últimos o objeto de estudo da Paleontologia. Dentre os conteúdos abordados no Ensino Médio, a Paleontologia é tratada principalmente dentro do tema Evolução (Dantas & Araújo, 2006). Para alguns autores (Marques, 1999; Moura & Barreto, 2003; Mello & Torello-de-Mello, 2005; Sarkis & Longhini, 2005), os principais problemas relacionados às abordagens de Paleontologia no Ensino Fundamental e Médio estão ligados à utilização de livros didáticos inadequados e/ou falta de preparação dos professores, os quais abordam de forma ineficiente os conceitos de Paleontologia. No entanto, a abordagem destes conceitos se faz importante por servir como fundamento para a compreensão de temáticas mais abrangentes, como a história evolutiva da vida (Macroevolução; Ridley, 2006; Freeman & Herron, 2009), o surgimento da vida, o parentesco entre diversos grupos de seres vivos, além de fornecer bases para o estudo das transformações geográficas ocorridas na Terra.

Para Schwanke & Silva (2004), a abordagem do tema Paleontologia nos livros didáticos do Ensino Fundamental e Médio encontra os mesmos obstáculos enfrentados por outras áreas das Ciências Naturais, incluindo a discrepância entre a linguagem científica e a cotidiana, a impossibilidade dos professores de se manterem atualizados em relação aos conceitos científicos e a falta de relação entre o currículo

escolar e as experiências concretas vivenciadas pelos alunos. Além disso, para esses autores, a falta de análise de conteúdos em materiais didáticos propicia a perpetuação de equívocos conceituais entre os estudantes, o que pode ser agravado ainda mais com relação à Paleontologia por esta ser, assim como outras ciências, uma área de pesquisa com renovação diária de conhecimentos.

Trabalhos de análise de conteúdos de livros são de extrema importância para as diversas ciências já que problemas de ordem conceitual e metodológica podem estar inseridos nessas publicações (Otero *et al.*, 2002; Sandrin *et al.*, 2005; Assis & Ravanelli, 2008; Nicioli-Júnior & Mattos, 2008; Amaral *et al.*, 2009). Dessa forma, trabalhos desse tipo podem auxiliar os professores na escolha de melhores livros para lecionar temas biológicos durante sua prática pedagógica. Além disso, a identificação de possíveis erros contidos nos livros analisados pode auxiliar no aprimoramento dessas obras. Várias análises de conteúdos em livros didáticos têm sido realizadas ultimamente (Nascimento & Martins, 2005; Sandrin *et al.*, 2005; Casagrande, 2006; Campos & Lima, 2008) e têm trazido vantagens a professores e autores de livros didáticos de Biologia.

Neste trabalho é realizada uma análise da abordagem dos conteúdos de Paleontologia nos livros didáticos de Biologia mais utilizados em escolas públicas e privadas brasileiras, com o objetivo de retratar a realidade atual da veiculação desse tema nestes livros e fornecer informações úteis na escolha de melhores textos didáticos de Biologia quanto à temática paleontológica.

2 Materiais e Métodos

Esse estudo consistiu numa análise bibliográfica ou documental, onde os dados foram tratados qualitativa e quantitativamente. Para a análise foram escolhidos cinco livros didáticos de Biologia entre aqueles elencados pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) (BRASIL, 2006) (Tabela 01), por considerarmos que esses livros são os mais abrangentes e que, baseado em comunicações pessoais de professores, são os mais utilizados em sala de aula, tanto em escolas públicas quanto privadas. As coleções compreendem conjuntos de livros publicados em volumes separados pelos mesmos autores e destinados às três séries do

Análise da Abordagem do Tema Paleontologia nos Livros Didáticos de Biologia
Herminio Ismael de Araújo Júnior & Kleber de Oliveira Porpino

Ensino Médio, enquanto que os livros em volume único apresentam os mesmos conteúdos das coleções, no entanto, condensados em uma única obra.

Nº	Livros/ Coleções	Autor(es)	Editadora	Ano
L1	Biologia	Lopes & Rosso	Saraiva	2005
L2	Biologia	Favaretto & Mercadante	Moderna	2005
C3	Biologia	Amabis & Martho	Moderna	2004 a, b, c
C4	Biologia	Paulino	Ática	2005 a, b, c
C5	Biologia	Sasson & Silva-Júnior	Saraiva	2005 a, b, c

Tabela 01 Livros didáticos de Biologia selecionados para a realização da análise dos conteúdos de Paleontologia. (L= Livro em volume único; C= Coleção).

Para a análise dos conteúdos foram selecionados alguns temas básicos de Paleontologia que consideramos essenciais: conceito de fósseis, processos de fossilização, importância dos fósseis, datação de fósseis e tempo geológico e suas subdivisões. Para esses temas, foram observados os seguintes aspectos: presença ou ausência nos livros, precisão conceitual e atualização dos temas, além da concordância com o(s) capítulo(s) no(s) qual(is) estão inseridos. Na análise dos dados, a quantificação da porcentagem dos conteúdos de Paleontologia nos livros analisados seguiu o método utilizado por Beneti *et al.* (2009). Nesse método a porcentagem de abordagem do conteúdo específico é quantificada através da relação feita entre o número de páginas referentes ao conteúdo analisado e o número total de páginas do livro em análise. Ao final da análise, foram contabilizados valores atribuídos à presença e à qualidade dos temas analisados nesse estudo. Os valores são os seguintes: presença do tema = 1 ponto; boa qualidade na explicação do tema = 1 ponto; abordagem superficial do tema = 0,5 ponto (Tabela 02; Gráfico 01).

3 Resultados e Discussão

3.1 A abordagem da Paleontologia nos livros didáticos de Biologia

A Paleontologia nos livros didáticos de Biologia está atrelada a sua utilização como ferramenta fornecedora de informações sobre a evolução dos seres vivos e para a sistemática biológica, além de

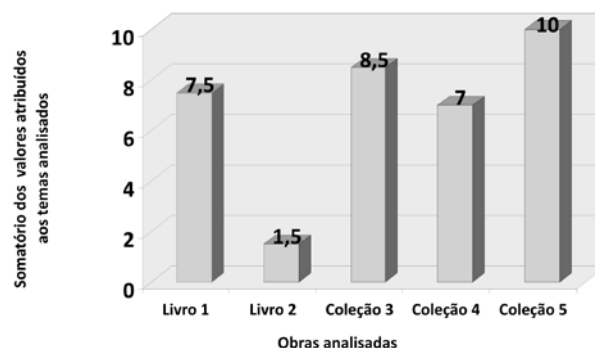


Gráfico 1 Somatório dos valores atribuídos à presença e qualidade dos temas básicos de Paleontologia avaliados nos livros didáticos.

	Livro 1	Livro 2	Coleção 3	Coleção 4	Coleção 5
Conceito de fósseis					
Presença	1.0	0	1.0	1.0	1.0
Qualidade da explicação	1.0	0	0.5	1.0	1.0
Processos de fossilização					
Presença	0	0	1.0	0	1.0
Qualidade da explicação	0	0	0	0	1.0
Importância dos fósseis					
Presença	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Qualidade da explicação	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0
Datação de fósseis					
Presença	1.0	0	1.0	1.0	1.0
Qualidade da explicação	1.0	0	1.0	0.5	1.0
Tempo geológico					
Presença	1.0	0	1.0	1.0	1.0
Qualidade da explicação	1.0	0	1.0	1.0	1.0
Total	7.5	1.5	8.5	7.0	10.0

Tabela 02 Análise da presença e da qualidade das explicações dos temas básicos de Paleontologia analisados com base nos valores estabelecidos.

estar frequentemente associada a discussões sobre origem dos principais grupos de plantas, animais e microorganismos (Cassab, 2004).

Nos livros didáticos analisados os conteúdos referentes à Paleontologia apresentam-se diluídos em diversos capítulos. No livro 1, estes conteúdos estão inseridos nos capítulos destinados à Evolução, Origem da vida, Introdução aos Animais e Chordata e perfazem o total de 0.99% de todo o conteúdo abordado no livro. Nessa obra, os conceitos básicos da Paleontologia são mencionados, incluindo as

definições de Paleontologia, fósseis, extinções e tempo geológico. No livro 2, o conteúdo de Paleontologia é escasso (correspondendo a menos de 0.13% do conteúdo total abordado no livro), com raras citações em dois capítulos, os quais englobam o objeto de estudo da Biologia e Evolução Biológica. Neste livro os conceitos básicos da Paleontologia não são mencionados, resultando não só na restrição do entendimento de temas paleontológicos, mas também das discussões envolvendo fósseis contidas nos temas mais amplos que fazem interface com a Paleontologia nessa obra (e.g., Evolução). Na coleção 3, os temas básicos estudados encontram-se divididos em diversos capítulos, incorporando informações sobre diferentes grupos zoológicos e botânicos, origem da vida, evidências da evolução biológica e o surgimento dos grandes grupos de organismos (perfazendo um total de 1.81% de todo o conteúdo da coleção). A abordagem dos temas básicos ocorre de forma ampla, possibilitando o detalhamento das principais informações paleontológicas, como também da importância destas para os temas dos capítulos nos quais estão inseridas.

Na coleção 4, os conteúdos referentes à Paleontologia são menos expressivos (0.51% do total), sendo registrados apenas nos capítulos destinados à Origem da Vida e Evidências da Evolução. Essa obra apresenta, no capítulo “Evidências da Evolução”, um texto complementar que fornece várias explicações sobre o registro fóssil. Tal texto é mais informativo que o texto contido dentro do capítulo propriamente dito, o qual é bastante resumido. Caso informações contidas no texto complementar fossem inseridas no texto que explica os fósseis como evidências da evolução dentro do próprio capítulo, os fósseis, sua formação e suas aplicações dentro do entendimento do processo evolutivo poderiam ser melhor compreendidos, já que os textos complementares geralmente não são tão trabalhados pelos professores quanto o texto do capítulo propriamente dito. É interessante relatar que a coleção 4 é a única a fornecer informações sobre o trabalho dos paleontólogos, descrevendo as diversas etapas de trabalho realizadas por esses pesquisadores.

[...] Rochas com fósseis em seu interior acabam sendo expostas pela ação do vento, da chuva ou dos rios; o trabalho do paleontólogo então começa. Ele escava cuidadosamente espécimes relativamente bem conservados,

que não foram demasiadamente danificados pela erosão. [...] Se o espécime é um esqueleto, registra precisamente a posição de cada osso à medida que é removido, tomando cuidados especiais para preservar sua forma e sua estrutura. Essas peças são em seguida acondicionadas e enviadas a um museu ou laboratório para estudo ulterior. [...] Depois de desenterrar os fósseis, os paleontólogos tentam determinar sua idade ou sua posição na seqüência histórica da Terra. [...] (Paulino, 2005 c, p. 156-157)

Na coleção 5, os conteúdos de Paleontologia perfazem a totalidade de 1.63% do conteúdo geral da obra e se inserem em temas mais amplos como Evolução Biológica e Origem da Vida, além de breves comentários sobre fósseis estarem contidos em capítulos referentes à Zoologia, Botânica e mais dois temas não citados para outras obras: Reino Monera e Parasitismo. Textos complementares são fornecidos por esta coleção, os quais abordam as divisões do tempo geológico, o problema filogenético envolvendo a posição de *Archaeopteryx* dentro do grupo das aves e as mudanças paleogeográficas ocorridas na Terra ao longo do tempo.

Atualizações que incorporam informações novas da comunidade científica sobre conteúdos de Paleontologia são escassas nos livros analisados. Apenas a coleção 3 faz atualizações desse tipo, reportando a recente delimitação do período Ediacarano dentro da “Era Pré-Cambriana.”

[...] O novo período geológico, criado em 2004, recebeu a denominação de Ediacarano pelo fato de os fósseis mais antigos de metazoários, característicos desse período, terem sido encontrados, originalmente, em uma região da Austrália chamada de Ediacara. (Amabis & Martho, 2004 b, p. 252)

Além disso, essa coleção menciona a atual problemática ligada ao possível fato de os mais antigos registros fósseis da Terra (e.g., estromatólitos fósseis) serem menos dignos de confiança, pelo fato de processos abiogênicos gerarem estruturas semelhantes a esses registros.

No que se refere às ferramentas auxiliares aos textos explicativos, Otero *et al.* (2002) apontam que

elementos que possibilitam representações mentais por parte dos alunos (e.g., esquemas, mapas conceituais, fotos, tabelas) constituem ótimas ferramentas para o aprendizado de conceitos científicos. Elementos desse tipo, como por exemplo, imagens e esquemas explicativos, ilustram as informações fornecidas pelos livros 1, 3 e 5, possibilitando uma melhor compreensão dos temas paleontológicos analisados. No entanto, tais elementos estão ausentes no livro 2, o que torna ainda mais limitante o entendimento dos conteúdos de Paleontologia a partir dessa obra devido aos problemas já apontados. Poucas imagens estão presentes na coleção 4, enquanto esquemas explicativos estão ausentes.

3.2 Conceito de Fósseis

Os fósseis consistem no registro em rochas da existência de organismos vivos no passado da Terra (Cassab, 2004; Ridley, 2006). Essas evidências podem se apresentar sob a forma de fósseis corporais (restos) ou apenas vestígios da atividade dos seres vivos (icnofósseis) (Cassab, 2004). A compreensão do conceito de fósseis é um pré-requisito fundamental para a discussão de temas paleontológicos mais específicos incluídos em tópicos mais abrangentes (e.g., evolução orgânica, sistemática biológica e origem da vida). Nos livros 1 e 3, o conceito de fósseis é apresentado mais de uma vez, no entanto, no livro 1 ele é apresentado de forma bastante superficial, negligenciando as diferenças entre os tipos de fósseis existentes (restos e vestígios). Porém, imagens são fornecidas nessa obra mostrando icnofósseis e fósseis corporais. O livro 2 não conceitua fósseis, o que compromete o entendimento destes como uma ferramenta que auxilia na compreensão do processo evolutivo. A coleção 3, no capítulo referente à Evolução Biológica, define:

Fósseis (do latim fossilis, tirado da terra) são vestígios deixados por seres que viveram no passado. Esses vestígios podem ser ossos, dentes, pegadas impressas em rochas, fezes petrificadas, animais conservados no gelo, por exemplo. [...] (Amabis & Martho, 2004 b, p. 191).

O termo “vestígios” se refere apenas a evidências da atividade de um organismo, sem a preservação de qualquer parte corporal (Cassab, 2004). Pegadas impressas em rochas e fezes

petrificadas são classificadas como “vestígios”, porém ossos, dentes e animais conservados no gelo, de acordo com as classificações usuais dos tipos de fósseis (e.g., Cassab, 2004), são classificados como “restos”. A coleção 4, no texto do capítulo, define os fósseis e a Paleontologia de modo sumário, por outro lado, define os fósseis de maneira clara no texto complementar.

Um fóssil é uma evidência de vida no passado geológico e pode ser representado não apenas por ossos, dentes ou conchas mortas há muito tempo, mas também por marcas de pés, como pegadas de dinossauros, ou trilhos de vermes deixados no fundo lodoso de mares antigos; pode ser impressões ocasionais de animais de corpo mole, como medusas, no lodo que mais tarde endurece em rochas. [...] (Paulino, 2005 c, p. 156).

A coleção 5 destina um subtópico do capítulo à conceituação de fósseis. Ao contrário da coleção 3, as coleções 4 e 5 descrevem corretamente os diferentes tipos de fósseis, distinguindo claramente vestígios de restos. Imagens dos tipos de fósseis e de exemplares de organismos fossilizados são fornecidas pela coleção 5.

3.3 Processos de Fossilização

Os processos de fossilização são os responsáveis pela passagem dos restos orgânicos da biosfera para a litosfera (Efremov, 1940; Behrensmeyer *et al.*, 2000). O tipo de processo de fossilização ocorrente em cada caso depende de uma conjunção de fatores físicos, químicos e biológicos que atuaram após a morte dos organismos até o momento de descoberta dos fósseis (Cassab, 2004; Medeiros, 2004). Nos livros 1 e 2, os processos de fossilização não são mencionados, inviabilizando a compreensão do contexto envolvido na formação dos fósseis, o que prejudica o entendimento do que esses restos e vestígios representam. No entanto, a incompletude do registro fossilífero é reconhecida, permitindo entrever as restrições da utilização dos fósseis como ferramentas para o conhecimento de algumas informações do passado (e.g., interpretações paleoecológicas e evolutivas). As coleções 3 e 5 são as únicas a apresentarem um texto explicativo sobre os processos de fossilização, onde são relatados os diferentes tipos de fósseis e como estes se formam.

Por outro lado, os autores da coleção 3 cometem um erro ao definirem o processo de permineralização:

[...] Em certos casos, as substâncias orgânicas do cadáver sepultado na rocha sedimentar são gradualmente substituídas por minerais trazidos pela água. Lentamente, os minerais ocupam o lugar das substâncias orgânicas, em uma substituição tão exata que todos os detalhes do corpo do organismo ficam preservados na rocha, embora não reste mais nada do material orgânico original. Esse processo de fossilização é chamado de permineralização, ou petrificação. [...] (Amabis & Martho, 2004 b, p. 192).

O processo de fossilização acima citado corresponde à substituição, e não à permineralização. Esse último consiste no preenchimento dos poros de ossos de vertebrados ou troncos vegetais por minerais, conferindo resistência à matéria orgânica preservada (Cassab, 2004). A coleção 4 não menciona os diferentes tipos de processos de fossilização, no entanto, comenta sobre os “desafios” encontrados pelos restos orgânicos para se tornarem fósseis.

3.4 A Importância dos Fósseis

Os fósseis têm grande importância para diversas ciências, representando em muitos casos as principais evidências de fenômenos ou processos naturais do passado (Iannuzzi & Soares, 2000; Rohn, 2000; Ridley, 2006). A Geologia, a Evolução, a Sistemática Biológica, a Zoologia, a Geografia e a Botânica são algumas das ciências que necessitam de informações advindas dos fósseis (Schwanke & Silva, 2004).

Os livros 1 e 2 mencionam os fósseis como detentores de informações sobre os seres vivos de épocas remotas. Adicionalmente, o livro 1 esclarece que os fósseis podem servir como ferramentas para o entendimento do processo evolutivo dos seres vivos através da utilização dos mesmos em análises de parentesco entre as espécies. Explicações similares não são fornecidas pelo livro 2, o que desarticula as explicações paleontológicas das demais fornecidas pelo capítulo no qual esse tema está inserido (Evolução Biológica). Com isso, o tema Paleontologia nesse livro resume-se a uma rápida descrição do estudo dos fósseis sem vinculação destes à evolução

dos organismos. A coleção 3 considera os fósseis a evidência mais consistente do processo evolutivo, uma chave para a elucidação da origem da vida no planeta Terra e a única ferramenta capaz de permitir reconstituições morfológicas dos seres vivos do passado. A coleção 4 apresenta a explicação mais resumida dentre os livros apresentados, tornando difícil a compreensão da importância dos fósseis para a evolução das espécies, capítulo ao qual o tema “Fósseis” está atrelado.

[...] Embora a história da vida na Terra possa ser comparada a um longo filme do qual a ciência tem conhecimento de apenas alguns flashes, é inegável a importância dos fósseis na elucidação das contínuas modificações sofridas pelas espécies através do tempo. [...] (Paulino, 2005 c, p. 149)

Tal explicação não responde o porquê dos fósseis serem evidências do processo evolutivo, mas apenas avalia a sua importância.

A coleção 5 fornece a melhor explicação para a importância dos fósseis, com informações claras e objetivas e com um subtópico destinado apenas a este tema, o qual explica o porquê de os fósseis serem mais uma evidência da evolução, tornando clara a razão de este tema estar incluído dentro do capítulo de Evolução Biológica.

[...] Nas rochas muito antigas, não são encontrados fósseis de organismos atuais, o que sugere que eles apareceram mais tarde; e muitos fósseis encontrados nessas rochas antigas pertencem a espécies que hoje não existem mais, se extinguíram. Se as idéias fixistas fossem válidas, deveríamos encontrar os mesmos fósseis em qualquer camada de rocha, não importando sua idade, incluindo os fósseis das espécies atuais. O que chama a atenção, contudo, é justamente a mudança gradual dos fósseis, de uma camada para a outra, sugerindo modificação nas formas de vida ao longo do tempo. (Sasson & Silva-Júnior, 2005 c, p. 204-205).

Nenhuma das obras analisadas fornece informações sobre a importância dos fósseis transicionais para a evolução biológica.

3.5 Datação de Fósseis

Os fósseis e rochas podem ser datados de duas formas: através da correlação estratigráfica (datação relativa) ou de datações absolutas (Ridley, 2006; Press *et al.*, 2006). O tema “Datação de fósseis” é abordado no livro 1 através de um texto complementar ao final do capítulo. Nessa abordagem são definidas as duas formas de datações fossilíferas. No livro 2, não se faz relato dos processos de datação de fósseis. A coleção 3 fornece a melhor abordagem para a datação de fósseis, apresentando um texto complementar dentro do capítulo, esquematizando detalhadamente como os fósseis podem ser datados através da radiometria (datação absoluta) e por correlação estratigráfica (datação relativa). A coleção 4 não menciona os processos de datação de fósseis no texto incluso nas explicações do capítulo, por outro lado, os descreve no texto complementar, diferenciando as duas técnicas de datação. A coleção 5 fornece informações sobre diferentes formas de datação de fósseis, incluindo explicações sobre datação relativa e duas formas de datação absoluta (datação por C^{14} e por determinação da idade de rochas vulcânicas).

Explicações de conceitos fundamentais para a datação dos fósseis (*e.g.*, conceituação de isótopos, decaimento radioativo, fósseis-guias e biozona) estão contidas nos livros 1, 3 e 5, facilitando ainda mais a compreensão desse tema nessas publicações.

3.6 Tempo Geológico

A escala do tempo geológico (escala geocronológica) corresponde ao tempo compreendido entre a formação do planeta Terra e os dias atuais. Esse tempo é estimado em 4,6 bilhões de anos e é dividido sucessivamente em éons, eras, períodos, épocas e idades (Rohn, 2000). Cada unidade geológica foi estabelecida com base em dados paleontológicos e geológicos.

Ge (1999) considera o tempo geológico algo complexo para a compreensão humana, pois sua magnitude não é comensurável com a nossa experiência cotidiana. Por esse motivo, é fundamental a utilização de elementos didáticos que transportem a magnitude do tempo geológico para um contexto capaz de ser experimentado pelo homem. Para Figueroa *et al.* (2003) e Hoffmann & Scheid (2007) instrumentos didáticos como as analogias facilitam

a compreensão de conteúdos complexos, como o tempo geológico.

O livro 1 apresenta o tempo geológico através de uma tabela contendo informações a respeito das principais modificações físicas ocorridas na Terra e alguns eventos na história da vida dentro dos períodos de cada era geológicas. Adicionalmente, são fornecidas informações complementares sobre extinções em massa e transformações geográficas e biogeográficas ao longo do tempo e uma analogia (calendário do tempo geológico onde cada dia representa 150 milhões de anos) é utilizada com o objetivo de facilitar a compreensão da magnitude do tempo geológico. O livro 2 não faz nenhuma menção ao tempo geológico, desassociando a Paleontologia da Geologia, o que conseqüentemente interfere na compreensão da organização do registro fóssilífero e na percepção da magnitude de tempo envolvido na evolução dos seres vivos. Na coleção 3, o tempo geológico é abordado de forma bastante detalhada, possibilitando o entendimento dos principais eventos biológicos, geográficos e geológicos ao longo das eras geológicas. Subtópicos do capítulo são destinados à explicação da vida nas eras “Pré-Cambriana”, Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica. Uma tabela é apresentada, a qual contém as divisões do tempo geológico e seus principais eventos biológicos.

Dentre as obras analisadas, a coleção 3 é a única a apresentar uma explicação para a origem dos nomes de alguns períodos geológicos. Assim como no livro 1, essa coleção também apresenta uma analogia que auxilia a explicação da magnitude do tempo geológico, onde tal espaço de tempo é comprimido em um período de 24 horas. A coleção 4 não fornece tabela do tempo geológico, porém é utilizada a analogia clássica do “calendário cósmico”, onde os acontecimentos ocorridos desde a origem da Terra aos dias de hoje são condensados no intervalo de um ano. A coleção 5 é a que dá maior prioridade ao entendimento do tempo geológico, incluindo uma tabela em cada volume da coleção, contabilizando 3 tabelas. Uma delas é a única dentre todas as tabelas das obras analisadas a apresentar a real proporção de tempo envolvido na duração de cada era geológica, possibilitando a compreensão, sem a utilização de analogias, não só da magnitude do tempo geológico, mas também da duração relativa de cada intervalo geocronológico. Nas demais tabelas da coleção 5, são descritos os principais acontecimentos da vida animal e vegetal ao longo do tempo.

4 Conclusões

A partir desta análise pode-se concluir que: a) a coleção 3 apresenta a abordagem mais ampla dos temas básicos da Paleontologia, no entanto a abordagem mais completa e correta é apresentada pela coleção 5, a qual descreve corretamente tais temas e conecta-os às unidades maiores nas quais são utilizados como ferramentas ou fontes de informações adicionais; b) os conteúdos de Evolução e Sistemática Biológica são os que englobam maior parte das referências paleontológicas; c) os processos de fossilização e de datação dos fósseis são os temas menos priorizados nos livros analisados, enquanto que o conceito e a importância dos fósseis recebem maior atenção; d) erros e confusões conceituais estão presentes nos livros, não havendo distinção entre livros com melhor ou pior abordagem neste sentido; e) poucas atualizações que incorporam informações novas da comunidade científica são apresentadas.

Com base nesta análise, recomenda-se aos autores de livros de Biologia para o Ensino Médio maior atenção na utilização de conceitos, no sentido de utilizar terminologias atualizadas e exatas para os principais temas paleontológicos. Para isso, alguns livros-textos nacionais e internacionais mais completos e atualizados, como por exemplo, Briggs & Crowther (2003), Carvalho (2004), Benton (2008) e Benton & Harper (2009), são recomendados para consulta. Ressalta-se também a necessidade de uma maior articulação entre os conceitos paleontológicos e os temas biológicos que apresentam interface com estes, como a Zoologia e a Botânica. Além disso, deve-se explicar de forma clara e adequada a importância dos fósseis para o entendimento da evolução dos organismos. Ridley (2006) e Freeman & Herron (2009) são obras atuais sugeridas para a busca de informações mais corretas sobre esse tema. Por fim, sugere-se a ampliação e melhoria das explicações relacionadas aos temas datações de fósseis e processos de fossilização, já que são multifacetados e exigem conhecimento prévio de outras áreas das ciências naturais.

5 Agradecimentos

Às Dras. Ana Bernadete Lima Fragoso e Maisa Clari Farias Barbalho de Mendonça, do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), pela

revisão inicial do manuscrito. Ao Dr. Antônio Carlos Sequeira Fernandes, do Museu Nacional/UFRJ, pela revisão e sugestões apresentadas. Ao Dr. Thomas Dumelow, do Departamento de Física da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, pela revisão do *Abstract*.

6 Referências

- Amabis, J.M. & Martho, G.R. 2004 a. *Biologia das Células*. Vol. 1. São Paulo, Editora Moderna, 464 p.
- Amabis, J.M. & Martho, G.R. 2004 b. *Biologia das Populações*. Vol. 3. São Paulo, Editora Moderna, 443 p.
- Amabis, J.M. & Martho, G.R. 2004 c. *Biologia dos Organismos*. Vol. 2. São Paulo, Editora Moderna, 681 p.
- Amaral, C.L.C., Xavier, E.S. & Maciel, M.D. 2009. Abordagem das relações Ciência/Tecnologia/Sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de Química do Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 12 out., 2009, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID209/v14_n1_a2009.pdf
- Assis, A.K.T. & Ravanelli, F.M.M. 2008. Reflexões sobre o conceito de centro de gravidade nos livros didáticos. *Ciência & Ensino*, 2(2): 1-11.
- Behrensmeyer, A.K., Kidwell, S.M. & Gastaldo, R.A. 2000. *Taphonomy and Paleobiology*. *Paleobiology*, 26(4): 103-147.
- Beneti, J.S., Pereira, S.I.R. & Gioppo, C. 2009. Reino Monera: uma análise comparativa de quatro livros didáticos de Ciências da 6ª Série (7º Ano) do ensino Fundamental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, Curitiba, 2009. *Trabalhos Completos*, Curitiba, UTFPR p. 440-461.
- Benton, M.J. 2008. *Paleontologia dos Vertebrados*. São Paulo, Atheneu, 464 p.
- Benton, M.J. & Harper, D.A.T. 2009. *Introduction to Paleobiology and the fossil record*. Oxford, Blackwell Science, 608 p.
- BRASIL. 2006. Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM): livros recomendados. *Diário Oficial da União*. Ministério da Educação, Seção 1, 1p.
- Briggs, D.E.G. & Crowther, P.R. 2003. *Paleobiology II*. Oxford, Blackwell Science, 600 p.
- Campos, A.F. & Lima, E.N. 2008. Ciclo do

- Nitrogênio: Abordagem em livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências* Acesso em 19 out., 2009, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID23/v13_n1_a2008.pdf
- Carvalho, I.S. 2004. *Paleontologia*. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 1152 p.
- Casagrande, G.L. 2006. *A Genética Humana no livro didático de Biologia*. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação de Mestrado, 121 p.
- Cassab, R.C.T. 2004. Objetivos e Princípios da Paleontologia. In: CARVALHO, I.S. (ed.) *Paleontologia*, vol.1. Editora Interciência, p. 3-11.
- Castilho, N. 1997. Interação do professor de Biologia com o livro didático. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 6, São Paulo, 1997. *Coletânea do Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*, São Paulo, USP, p. 80-81.
- Dantas, M.A.T. & Araújo, M.I.O. 2006. Novas tecnologias no ensino de Paleontologia: CD-rom sobre os fósseis de Sergipe. *Revista Eletrônica de Investigación em Educación em Ciências* Acesso em 04 nov., 2009, http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/files/anio1/num2/REIEC_anio1_num2_art2.pdf
- Efremov, J.A. 1940. Taphonomy: new branch of paleontology. *Pan American Geologist*, 74: 81-93.
- Favaretto, J.A. & Mercadante, C. 2005. *Biologia*. São Paulo, Editora Moderna, 362 p.
- Figuerola, A.M.S., Nagem, R.L. & Carvalho, E.M. 2003. Metodologia de Ensino com Analogias: um estudo sobre a classificação dos animais. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-8.
- Freeman, S. & Herron, J.C. 2009. *Análise Evolutiva*. Porto Alegre, Artmed, 848 p.
- Gee, H. 1999. *In search of deep time: Beyond the fossil record to a new history of life*. New York, Cornell University Press, 272 p.
- Hoffmann, M.B. & Scheid, N.M.J. 2007. Analogias como ferramenta didática no Ensino de Biologia. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, 3: 1-18.
- Iannuzzi, R. & Soares, M.B. 2000. Teorias Evolutivas. In: CARVALHO, I.S. (ed.) *Paleontologia*. Editora Interciência, p. 61-82.
- Lopes, S.G.B.C. & Rosso, S. 2005. *Biologia*. São Paulo, Editora Saraiva, 608 p.
- Marques, R.B. 1999. A Paleontologia no Ensino Médio: projetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16, Crato, 1999. *Boletim de Resumos*, Crato, URCA, p. 67.
- Massabni, V.G. & Arruda, M.S.P. 2000. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 7, São Paulo, 2000. *Coletânea do Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*, São Paulo, USP, p. 697-700.
- Medeiros, M.A. 2004. Fossildiagênese. In: CARVALHO, I.S. (ed.) *Paleontologia*, vol.1. Editora Interciência, p. 47-60.
- Mello, L.H.C. & Torello-de-Mello, F. 2005. Paleo(e)geografia: novos desafios para o ensino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 19, Aracajú, 2005. *CD de Resumos*, Aracajú, UFS.
- Moura, G.J.B. & Barreto, M.A.F. 2003. Análise do grau de abordagem do tema Paleontologia nos livros de Biologia do Ensino Médio. *Paleontologia em Destaque*, s. 44, p. 6.
- Nascimento, T.G. & Martins, I. 2005. O texto de Genética nos livros didáticos de Ciências: uma análise retórica crítica. *Investigações em Ensino de Ciências* Acesso em 23 set., 2009, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID131/v10_n2_a2005.pdf
- Nicoli Júnior, R.B. & Mattos, C.R. 2008. A disciplina e o conteúdo de Cinemática nos livros didáticos de Física do Brasil (1801 a 1930). *Investigações em Ensino de Ciências* Acesso em 29 set., 2009, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID196/v13_n3_a2008.pdf
- Otero, M.R., Moreira, M.A. & Greca, I.M. 2002. El uso de imágenes en textos de Física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências* Acesso em 29 set., 2009, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID85/v7_n2_a2002.pdf
- Paulino, W.R. 2005 a. *Biologia*. Vol. 1. São Paulo, Editora Ática, 408 p.
- Paulino, W.R. 2005 b. *Biologia*. Vol. 2. São Paulo, Editora Ática 432 p.
- Paulino, W.R. 2005 c. *Biologia*. Vol. 3. São Paulo, Editora Ática, 372 p.
- Press, F., Siever, R., Grotzinger, J. & Jordan, T.H. 2006. *Para entender a Terra*. Porto Alegre, Brookman, 656 p.
- Ridley, M. 2006. *Evolução*. Porto Alegre, Editora Artmed, 752 p.
- Rohn, R. 2000. Uso estratigráfico dos fósseis e

- tempo geológico. In: CARVALHO, I.S. (ed.), *Paleontologia*. Editora Interciência, p. 47-59.
- Sandrin, M.F.N., Puerto, G. & Nardi, R. 2005. Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. *Investigações em Ensino de Ciências* Acesso em 01 nov., 2009, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID132/v10_n3_a2005.pdf
- Sarkis, M.F.R. & Longhini, M.D. 2005. Uma reflexão acerca dos conteúdos de geociências em livros didáticos de Ciências e Geografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 19, Aracajú, 2005. *CD de Resumos*, Aracajú, UFS.
- Sasson, S. & Silva-Júnior, C. 2005 a. *Biologia*. Vol. 1. São Paulo, Editora Saraiva, 400 p.
- Sasson, S. & Silva-Júnior, C. 2005 b. *Biologia*. Vol. 2. São Paulo, Editora Saraiva, 528 p.
- Sasson, S. & Silva-Júnior, C. 2005 c. *Biologia*. Vol. 3. São Paulo, Editora Saraiva, 480 p.
- Schwanke, C. & Silva, M.A.J. 2004. Educação e Paleontologia. In: CARVALHO, I.S. (ed.) *Paleontologia*, vol.2. Editora Interciência, p. 123-130.
- Silva, S.M. & Trivelato, S.L.F. 1999. Os livros didáticos de Biologia do século XX. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, Bauru, 1999. *Atas vol. 2 CD Room*, Bauru, UNESP.