

REPRESENTAÇÃO E DISTORÇÕES CONCEITUAIS DO CONTEÚDO “FILOGENIA” EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO

Welinton Ribamar Lopes*
Simão Dias Vasconcelos**

RESUMO: Livros didáticos frequentemente são utilizados como único veículo de conteúdos, marcados pela forma fragmentária de organização. Este trabalho objetivou analisar a inserção do tema “Filogenia” nos livros didáticos, procurando detectar incorreções conceituais que dificultam a compreensão do tema. Fizeram parte da amostra livros didáticos de Ensino Médio, analisados com base em critérios fundamentados pela literatura e documentos oficiais nacionais. Analisamos 13 coleções sob os seguintes critérios: conteúdo teórico; recursos visuais; atividades propostas e recursos para o professor. Oito livros contemplavam o assunto, com profundidade e clareza variáveis. Distorções conceituais comuns incluíram a confusão entre “Taxonomia” e “Sistemática”, equivalência entre “evolução” e “progresso” e a concepção de evolução como sequencia linear de modificações em processo direcional. Tais distorções são agravadas pela escassez de atividades para o aluno e recursos para o professor sobre o tema.
Palavras-chave: Ensino de Biologia; Evolução; Manual Didático.

*Mestre em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor Assistente da Universidade Federal de Goiás (UFG).
Email: wallybio@yahoo.com.br

**Doutor em Zoologia pela Universidade de Oxford, Reino Unido. Professor Associado da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Coordenador do Grupo de Pesquisa Ensino de Biologia Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/CNPq).
Email: simao@ufpe.br

REPRESENTATION AND CONCEPTUAL INADEQUACIES OF THE TOPIC “PHYLOGENY” IN BIOLOGY TEXTBOOKS FOR HIGH SCHOOL

ABSTRACT: Biology textbooks have been frequently used as the only content resource, characterized by a fragmentary organization. This research aimed to analyze the insertion of the topic “Phylogeny” in textbooks, searching for conceptual distortions and approaches that endanger the understanding of the subject. The sample consisted of high school textbooks, whose analysis was based on criteria proposed in the literature and in national official documents. We analyzed 13 collections, using the following criteria: theoretical content; visual resources; and the proposal of activities and resources for teachers and students. Eight books presented the topic with varied levels of depth and clarity. Common conceptual inaccuracies included confusion between “Taxonomy” and “Systematics”, equivalence between “evolution” and “progress” and the concept of evolution as a linear sequence of modifications in a directional process. Such distortions are aggravated by the scarcity of activities for students and resources for teachers on the subject.

Keywords: biological education, evolution, teaching manual.

INTRODUÇÃO

O livro didático e a veiculação do conteúdo biológico

O livro didático é, sob muitos aspectos, a fonte de informação científica mais utilizada em sala de aula, assumindo a função de materializar os principais saberes relativos a uma área do conhecimento em determinada série, exercendo enorme influência sobre as próprias diretrizes pedagógicas da escola. Sua importância é tamanha que frequentemente o livro tem se tornado o elemento direcionador do processo de ensino-aprendizagem, representando, em muitos casos, o único material de apoio didático disponível para alunos e professores.

Megid-Neto & Fracalanza (2003) apontam que professores em geral usam o livro didático de três formas: **(a)** simultaneamente com várias coleções didáticas, **(b)** como apoio às atividades de ensino-aprendizagem, e ainda **(c)** como fonte bibliográfica, tanto para complementar seus próprios conhecimentos quanto para a aprendizagem dos alunos. Porém, no decorrer de sua utilização, os livros acabam determinando conteúdos, condicionando estratégias de ensino e marcando de forma bastante incisiva o que se ensina e como se ensina nas escolas (LEMOS, 2006). Tais livros tendem a apresentar um conhecimento reduzido quando comparados às obras científicas originais, como artigos científicos, e por apresentarem o conhecimento de modo simplificado, propiciam ao professor segurança e sistematização dos conteúdos (SILVA; TRIVELATO, 1999). Grande parte dos professores encara o conhecimento científico neles contido como padrão do que deveriam ensinar a seus alunos, o que acaba por conferir a essas obras o caráter de “critério de verdade” e “última palavra” sobre determinados temas (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1989).

A influência dos livros didáticos no Ensino Médio deriva essencialmente do fato de que o conhecimento científico neles veiculado formará grande parte da base para a construção de novos conceitos e representações. Os frutos desse conhecimento construído serão trabalhados no Ensino Superior, razão pela qual a correção conceitual e a pluralidade de abordagens devem ser contempladas com máximo rigor. Ao influenciar fortemente a determinação do saber escolar e se consolidar como um dos principais recursos didáticos utilizados pelo professor em sala de aula, o livro acaba por refletir escolhas metodológicas, conceituais e organizacionais da sua prática, explicitando um modelo de ensino vivenciado na escola.

O livro didático de Biologia tem sofrido críticas quanto ao tratamento unidirecional dos conteúdos, o dogmatismo e a apresentação dos conhecimentos como prontos e sem possibilidade de questionamento (WAIZBORT, 2001). Trata-se de uma contradição quando se considera que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2002) sugerem que o ensino de Biologia deva estar voltado para o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, sendo capaz de compreender o mundo e agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos. Porém, no ensino de Biologia, os conteúdos ainda são marcados pela forma disciplinar de organização, revelando-se usualmente fragmentados em áreas como zoologia, botânica, genética e evolução,

descontextualizados e lineares, sem mesclar os limites de cada campo disciplinar (WAIZBORT, 2001; EL-HANI *et al.*, 2004; FREDENOZO *et al.*, 2005).

De maneira geral, livros de Biologia têm apresentado o conteúdo referente à biodiversidade partindo de um enfoque descritivo-classificatório no qual as espécies vivas são tidas como exemplos ilustrativos da existência de diferentes linhagens. Frequentemente, os seres vivos são apresentados como um conjunto organizado a partir de um sistema classificatório com critérios definidos pelos cientistas. Essas condições contribuem para a produção de um modo textual de classificação com função de agrupar seres sob critérios rígidos e estáticos. Assim, a discussão sobre a existência de outros modos ou sistemas de categorização acaba sendo excluída do texto didático e, por consequência, do pensar científico do estudante. Segundo Alters & Nelson (2002), algumas das fontes mais frequentes de distorção de aprendizagem encontrados em livros didáticos dizem respeito à evolução e à diversidade biológica.

Estamos presenciando uma “revolução” filosófica e metodológica nas ciências biológicas, principalmente na caracterização da biodiversidade, cujo estudo encontra-se inexoravelmente associado à sistemática e à evolução. Conceitos antes considerados verdades imutáveis são revistos sob novos métodos de análise, podendo ser alterados ou substituídos. Sistemas de classificações dos seres vivos foram propostos nas últimas décadas, mas poucos autores de livros didáticos procuraram inserir essas abordagens. Não nos referimos à listagem de ordens, famílias, gêneros e espécies, mas de sistemas diversos de classificação cuja adoção implica e requer diferentes formas de abordagem das relações dos organismos, especialmente a partir da contribuição de ferramentas da genética e da biologia molecular. Tais (re)descobertas da diversidade biológica necessitam ser trabalhadas nos conteúdos e materiais de apoio didático de forma a superar a passividade diante dos sistemas taxonômicos.

Por que analisar o conteúdo “Filogenia”?

A diversidade biológica é objeto central do trabalho da sistemática, que permite a ordenação dos conhecimentos sobre os organismos, procurando descrever e encontrar padrões nessa variabilidade, bem como compreender os processos responsáveis pela geração dessa biodiversidade (AMORIM, 2002). Seres vivos apresentam “elos de consanguinidade”, isto é, laços de parentesco que os aproximam uns dos outros. A biodiversidade constitui um universo no qual todos os indivíduos apresentam semelhanças e diferenças, variando no tempo, no espaço, na forma e na função. As semelhanças conferem unidade entre os diversos grupos de seres vivos, sendo a identidade garantida pelas diferenças entre eles.

Diferentes sistemas de classificação dos organismos têm sido elaborados desde a Antiguidade e têm sido alterados ou reorganizados em função do contexto histórico e das compreensões prevalentes sobre os seres vivos. Diversos critérios podem ser utilizados para embasar um sistema de classificação, porém, as classificações com frequência são conflitantes entre si. A aceitação da teoria evolutiva

deixa claro que as relações de parentesco entre as espécies constituem o critério mais apropriado para uma classificação consistente dos organismos (AMORIM *et al.*, 2001). Dessa forma, a biologia evolutiva deveria formar um eixo integrador envolvendo aspectos intradisciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares abrangendo, portanto, conhecimentos em diversas áreas dentro da própria Biologia e em áreas distintas.

O entomólogo alemão Willi Hennig desenvolveu, em 1956, um método de análise que permite resgatar o conhecimento sobre as relações de parentesco entre as espécies. O método, denominado de Método da Sistemática Filogenética, ou simplesmente Filogenia, tornou-se amplamente conhecido a partir de 1966 e de lá até hoje passou a ser considerado o instrumento de sistematização mais adequado para a diversidade dos seres vivos. O resultado dessas análises gera árvores filogenéticas dos grupos biológicos. Nelas, é possível identificar o parentesco entre grupos atuais, entender claramente quem é a espécie ancestral e perceber a dinâmica de transformação da vida no tempo. O papel da sistemática filogenética é organizar o conhecimento sobre a diversidade biológica a partir das relações de parentesco entre os grupos e do conhecimento da evolução das características morfológicas, comportamentais, ecológicas, fisiológicas, citogenéticas e moleculares dos grupos (AMORIM *et al.*, 2001), permitindo uma abordagem comparativa da vida e diminuindo a distância na classificação entre os seres vivos.

De acordo com Santos & Calor (2007), ensinar Biologia por meio de uma abordagem filogenética não significa utilizar o método e seus algoritmos em sala de aula. Propõe-se a utilização de hipóteses filogenéticas para organização e apresentação dos conteúdos biológicos. Segundo os autores, de posse de um conhecimento robusto sobre Filogenia, o professor pode optar por estratégias didáticas que permitam aos alunos reconhecer a evolução de determinadas características nos diversos grupos biológicos. É necessário definir os conceitos científicos e esclarecer termos imprescindíveis no ensino da sistemática para evitar conflitos contextuais que produzam ideias distorcidas, capazes de comprometer a compreensão sobre o tema (CARNEIRO, 2004).

A sistemática filogenética constitui uma ferramenta para a análise do padrão evolutivo de como os seres vivos conectam-se ao longo de sua história (GUIMARÃES, 2005). É fundamental, portanto, compreender como o conhecimento científico acerca da sistemática e diversidade de seres vivos é construído/reconstruído no cotidiano dos alunos de Ensino Médio. Uma vez que a Filogenia relaciona-se intimamente com conceitos subjacentes ao conteúdo evolução, torna-se pertinente, também, fazer uma análise das representações e das distorções conceituais presentes nos livros didáticos.

Partindo do pressuposto de que os livros didáticos muitas vezes reproduzem “o saber a ensinar”, sua análise torna-se indispensável para inferir que tipo de informação o aluno recebe e quais escolhas de transposição didática estão agregadas na maneira de abordar a sistemática biológica. Nesse sentido, o presente trabalho procurou analisar a representação do tema “Filogenia” em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, tendo como eixos norteadores as seguintes questões: **a)** Os livros

didáticos de Biologia para o Ensino Médio contemplam a sistemática filogenética em seu conteúdo programático?; **b)** Qual o nível do conteúdo trabalhado, em termos de clareza, coerência e correção conceitual?; **c)** Quais os erros conceituais mais comuns e suas consequências para a compreensão da classificação da biodiversidade?; e **d)** Os livros contemplam recursos para o aluno e para o professor que contribuem para o aprendizado da Filogenia de uma forma integradora?

METODOLOGIA

Definição de critérios e seleção dos livros

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Ensino de Biologia da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife. Os critérios para análise dos livros didáticos foram definidos e fundamentados em um conjunto de aspectos pedagógicos e metodológicos tendo como referenciais os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002), a proposta do Programa Nacional do Livro Didático e as sugestões de Vasconcelos & Souto (2003).

Foram analisados treze livros didáticos de Biologia, todos organizados em volume único para o Ensino Médio (Quadro 1). Para seleção da amostra, foi realizado um levantamento piloto dos livros didáticos de Biologia mais utilizados por professores de Biologia de seis das maiores editoras do Brasil com base nos Manuais do Candidato e/ou Guia do Vestibulando de Instituições de Ensino Superior de Pernambuco. Os exemplares foram publicados a partir de 2000 e compreendem a maioria dos livros didáticos utilizados no Estado. Tendo como elemento norteador o tema “Filogenia”, foram definidos como eixos temáticos, de acordo com Vasconcelos & Souto (2003), 1 - Conteúdo teórico; 2 - Recursos visuais e 3 - Atividades propostas e recursos adicionais.

Conteúdo teórico

A partir dos eixos propostos, construiu-se uma ficha analítica cujo preenchimento foi antecedido por leitura criteriosa dos livros a fim de identificar se, e como, o assunto Filogenia era trabalhado. Nos critérios em que havia itens classificatórios, cada livro só pôde receber um único conceito no item analisado. Quando o tema Filogenia era contemplado, analisamos em que tópicos do livro o assunto era abordado, qual o nível de profundidade e coerência dessa abordagem e o nível de clareza do texto. Averiguou-se, também, a presença de exemplificações de reconhecimento imediato pelo leitor e se os autores deixavam claro que a sistemática filogenética era um entre os vários sistemas de classificação utilizados por cientistas atualmente. Outro critério de análise envolveu a precisão e a correção conceituais de termos-chave para a compreensão do tema, como árvore filogenética, cladograma, sistemática e taxonomia (Apêndice A).

Durante a análise do conteúdo, buscou-se evidenciar as abordagens e os modelos de ensino utilizados, permitindo, quando pertinente, inventariar pontos

de comprometimento da aprendizagem sobre Filogenia e tópicos relacionados. Buscou-se identificar distorções conceituais relacionadas ao tema, e com base na experiência de ensino dos autores e em algumas sugestões de Alters e Nelson (2005), a ocorrência de seis equívocos relativamente frequentes no ensino de Filogenia (especialmente tendo a evolução como tema afim) foi testada (Apêndice A).

Recursos visuais, atividades complementares e apoio ao professor

Na análise dos recursos visuais, foram observadas a presença e a qualidade das ilustrações (realismo, nitidez, escala, entre outros), sua inserção ao longo do texto e o grau de relação entre imagem e o conteúdo abordado. Também foram examinadas a possibilidade de contextualização pelo aluno e a veracidade da informação veiculada na ilustração. Cada um desses critérios recebeu uma das categorizações: “insatisfatório”, “regular”, “bom” ou “muito bom”.

Para avaliar as atividades propostas e os recursos complementares para os alunos, investigou-se se a obra apresentava textos adicionais, do próprio autor ou extraídos de literatura de divulgação científica, a presença de sugestões de leituras complementares que auxiliassem a compreensão do assunto, e se havia estímulo ao desenvolvimento de habilidades e atitudes científicas, incluindo exercícios propostos (Apêndice A). Por sua vez, foi analisado se os recursos de apoio ao professor auxiliavam na abordagem do tema, com esclarecimentos sobre o conteúdo, proposta de leituras complementares como ferramentas de apoio teórico e, por último, se as referências bibliográficas estavam adequadas e atualizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez que esta pesquisa não teve qualquer caráter fiscalizador ou avaliador, optamos por registrar os resultados da análise e apontar as inadequações observadas a partir do conjunto de obras, sem mencionar especificamente a qual(is) autor(es) nos referimos.

Conteúdo teórico

Das treze obras analisadas, oito (61,5%) contemplavam o assunto “Filogenia”. Destas, apenas quatro deixavam explícito que a hipótese filogenética apresentada era uma entre vários sistemas possíveis de classificação dos seres vivos. O nível da abordagem do tema foi considerado superficial em quatro obras (30,8%) porque somente mencionavam a existência da sistemática filogenética, sem explicar – mesmo que em termos gerais – suas bases teóricas. Duas coleções (15,4%) foram consideradas razoáveis porque além de citar brevemente o tópico, evidenciavam que se tratava de uma entre várias formas de classificação dos seres vivos. O conteúdo de três livros (23,1%) foi classificado como muito bom em relação à profundidade da abordagem, pois além de apresentar conceitos, permitia ao aluno construir e interpretar cladogramas. Uma das obras teve o mérito de dedicar quase

oito páginas ao tema “Sistemática Filogenética e Evolutiva”, com a preocupação de inserir uma contextualização histórica dos diversos sistemas de classificação. Quanto à clareza do texto e grau de coerência entre as informações apresentadas, duas obras (15,4%) foram consideradas insatisfatórias, pois ofereciam informações contraditórias sobre o conteúdo, como se a Filogenia pudesse ser um sistema de classificação e, ao mesmo tempo, um conjunto de características morfológicas. Duas (15,4%) foram classificadas como regulares em termos de coerência e clareza; duas (15,4%) categorizadas como boas; e três (23,1%) como muito boas, pois apresentaram o assunto em linguagem clara sem contradições aparentes. Seis coleções (46,2%) apresentaram exemplificação de reconhecimento imediato pelo aluno, como o uso de espécies de fácil contextualização e ainda esquemas e explicações claras e assimiláveis.

No capítulo sobre classificação dos seres vivos, a maioria das obras atribui a Lineu somente a criação de um sistema de classificação, como um “sistema de nominalização” muitas vezes intitulado (o sistema) pelos próprios autores como “artificial”, baseado em semelhanças estruturais e anatômicas entre as espécies “planejando uma hierarquia” em grupos taxonômicos. Essa hierarquia, com categorias mais inclusivas e menos inclusivas dos seres vivos, representa não o processo histórico de construção das ideias da sistemática, mas somente o seu resultado. Salvo duas exceções, as obras citam regras internacionais de nomenclatura sem, no entanto, apresentar a contribuição histórica de outros cientistas na “organização” e catalogação da biodiversidade. A sugestão de que os sistemas de classificação devem estar embasados e refletir o processo evolutivo das linhagens ficou evidente em seis (46,2%) das obras investigadas.

A categorização de seres vivos em classificações estanques é motivo de controvérsia. Por exemplo, Mayr (1998) questiona se é possível dar uma definição objetiva, não-arbitrária, a categorias taxonômicas como gênero, família ou ordem. Para Guimarães (2005), se a classificação dos seres vivos baseada nas ideias de Lineu for trabalhada de forma descontextualizada, poderão surgir problemas de aprendizagem, ao se negar o conhecimento oriundo de outras áreas da Biologia e se priorizar, de certa forma, um essencialismo.

De maneira geral, a maioria dos livros revela disposição linear de informações e fragmentação do conhecimento que comprometem a perspectiva interdisciplinar da abordagem da Filogenia. Waizbort (2001) sugere que a origem do problema de aprendizagem das teorias evolutivas, e conseqüentemente da sistemática, por parte de alunos da educação básica, reflete esse caráter fragmentário do conhecimento, configurando-se, segundo o autor, em um dos maiores problemas do nosso currículo.

Quanto ao momento da abordagem do tema, as oito obras que o contemplam apresentam-no no capítulo referente à classificação geral de seres vivos. Destas, cinco retomam a Filogenia na descrição de grupos biológicos, e quatro fazem nova retomada ao apresentar o tema evolução. Apesar da tentativa de inserir uma abordagem evolucionista na descrição dos organismos, 46,2% das obras

ainda apresentam grupos particularmente isolados, como se não compartilhassem caracteres e ancestrais em algum momento de sua história evolutiva. O padrão geral de descrição prioriza suas principais características morfofisiológicas, a classificação em ordens e tópicos como importância ecológica, médica e econômica. As linhagens são apresentadas em capítulos separados, veiculando informações relativas às características gerais (compartilhadas com outros grupos) misturadas com características próprias (diagnósticas) do grupo. Isso pode causar conflito, agravando o fato de que o aluno se vê obrigado a memorizar uma grande quantidade de características para cada grupo biológico estudado. De acordo com Amorim (2002), essa visão fragmentada das linhagens e de suas características impede que o aluno desenvolva um pensamento reflexivo sobre a diversidade biológica fundamentado no processo evolutivo.

Este estudo detecta inúmeras inadequações e impropriedades de conceitos – inclusive ampliando-se o leque de incorreções inicialmente formulado. Equívocos conceituais sobre evolução e filogenia decorrentes de posicionamentos e/ou entendimentos equivocados em virtude de dificuldades não resolvidas no decorrer da formação do docente foram registrados em diversos estudos (BIZZO, 1991; ROSA *et al.* 2002; SANTOS, 2002; CARNEIRO, 2004; ROCHA *et al.*, 2007). A detecção e eliminação dessas concepções distorcidas, por suas consequências desastrosas sobre a aprendizagem, tem sido alvo consistente do Programa Nacional do Livro Didático, do Ministério da Educação.

Muitas das orientações programáticas contidas nos livros evidenciam-se apenas na apresentação de alguns eventos marcantes da evolução dos seres vivos e na exploração de termos como ‘parentesco’ e ‘ancestral comum’, algumas vezes associados à interpretação de árvores filogenéticas simplificadas. A ideia de processo evolutivo como uma seqüência linear de modificações dos organismos (caracterizando a analogia da escada) esteve presente em 53,8% das coleções. Ou seja, muitos livros parecem perpetuar a noção de evolução ao longo do tempo como se fosse uma entidade linear, necessariamente lenta e gradual, equívoco este também destacado por Bellini (2006).

Constatou-se a classificação dos seres vivos em ordem crescente de “evolução”, a qual pode se confundir com a ideia de “aprimoramento”, categorizando grupos de seres “inferiores”, “intermediários” e “superiores”. Frequentemente, seres vivos são apresentados “enfileirados” de forma que o antecessor gera o sucessor, mais complexo e mais aprimorado. Isso remonta a uma ideia influente no pensamento ocidental de uma *scala naturae* que, de acordo com El-Hani e Videira (2000) e Rocha e colaboradores (2007), permanece nas visões sobre evolução que enfatizam apenas o progresso e o aperfeiçoamento. A ideia recorrente de uma “escala evolutiva” que termina no homem desconsidera a concepção moderna de um processo aleatório e sem um “propósito pensado, definido” para a evolução. Segundo Rocha e colaboradores (2007), a apresentação da biodiversidade por meio das descrições dos seres vivos e de suas estruturas sem nenhuma referência à história e aos padrões filogenéticos impossibilita a compreensão da “unidade por

trás da diversidade”, bem como da sequência de modificação de determinados caracteres nas linhagens estudadas. Seres vivos não se apresentam na natureza de forma linear, como uma *scala naturae* (GUIMARÃES, 2005), apesar de essa ideia se manter em situações didáticas de Biologia (MEGHLIORATTI; CALDEIRA; BORTOLOZZI, 2009).

Foram encontradas também expressões que transmitem ao aluno a ideia de que o processo evolutivo apresenta um objetivo ou finalidade (53,8% dos livros) (Quadro 1). Isso reflete o entendimento de que a evolução é um processo com finalidade específica e que os organismos se modificam “para” se adaptar ao meio, ou ainda que o meio é o “responsável pela mutação” dos seres. Questionando essa ideia, Guimarães (2005) afirma que muitas vezes a adaptação é vista, por estudantes do Ensino Médio, como um resultado da ação consciente dos organismos que conseguem “avaliar” as condições do meio ambiente de forma a poder “escolher” qual o melhor local para sua sobrevivência, surgindo geralmente após mudanças do meio ambiente.

Nenhum processo evolutivo é providencial. A seleção natural, por exemplo, não pode equipar uma espécie para encarar novas contingências e também não tem propósito ou direção (FUTUYMA, 1992). Para Gould (2001), não se pode esperar uma direção consistente na evolução biológica de qualquer linhagem, muito menos uma direção a causas finais e eficientes. Isso reforça a ideia equivocada de que grupos atuais originaram outros grupos atuais, como na noção de que os homens *descendem* dos chimpanzés, e não que eles possuem um ancestral comum.

Entre alunos do Ensino Médio é frequente a concepção de que as modificações no organismo ocorrem *sempre* em resposta a alguma necessidade, pois ainda compreendem a evolução como melhoramento, crescimento e aperfeiçoamento a partir de um objetivo determinado (ROSA *et al*, 2002). Ao aprender essa visão na escola, os alunos acabam levando para a vida profissional e acadêmica a ideia de que o homem é o ápice da evolução (WAIZBORT, 2001), confundindo evolução biológica com evolução cultural. Esse tipo de confusão faz com que muitos interpretem a teoria de Darwin-Wallace de forma equivocada, além de entenderem a classificação dos organismos como um conjunto de regras imutáveis para chegar a um resultado verdadeiro e definitivo (WAIZBORT, 2001). Isso se reflete no resultado de que a equivalência entre os termos “evolução” e “progresso” ocorre em 61,5% dos livros. Rocha e colaboradores (2007) também identificaram esse tipo de incorreção em obras analisadas para o Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio nas quais nem sempre era possível distinguir a evolução de outros processos biológicos de caráter temporal, como a ontogenia, o crescimento e o envelhecimento, ciclos fenológicos, ou mesmo a sucessão ecológica.

Outro exemplo de distorção conceitual presente em 76,9% das obras considera taxonomia e sistemática como sinônimos (Quadro 1). Embora expressem ideias próximas, a sistemática tem por objetivo não apenas descrever a diversidade existente, elaborando um sistema geral de referência, mas também contribuir para a compreensão dessa diversidade (Amorim, 2002). Nesse sentido, as classificações

refletem a história filogenética e, portanto, possibilitam o resgate histórico evolutivo dos caracteres e dos organismos atuais. Já a taxonomia é responsável por descrever, nomear e classificar os organismos, ou seja, é a parte da sistemática que se ocupa das regras e princípios a serem usados para nomear, delimitar e classificar seres vivos. Os dois termos expressam, portanto, ideias diferentes e sua confusão pode originar interpretações superficiais dos mesmos. A presença de simplificações que induzem a erro é um caráter eliminatório dos programas oficiais de avaliação do livro didático, razão pela qual os autores precisam ter extrema cautela ao apresentar esses dois conceitos.

Quadro 1: Trechos de argumentos presentes nos livros didáticos nos quais se detecta algum grau de imprecisão ou distorção conceitual

Argumento	Categoria de distorção conceitual
“Quanto à filogenia, os moluscos são triblásticos, celomados, protostômios, bilaterais e não segmentados.”	Abordagem da filogenia como simples descrição de um conjunto de caracteres
“...os artrópodes evoluíram de forma extraordinária porque se adaptaram aos diversos habitats”	Evolução como um processo com finalidade específica
“...os vertebrados surgiram nos ambientes marinhos e evoluíram para dominar os ambientes terrestres”	Evolução como um processo com finalidade específica
“...os peixes adaptaram-se à natação”	Evolução como um processo com finalidade específica
“Os peixes agnatos originaram os peixes condricíes e osteíctes, e estes últimos originaram os tetrápodos”	Evolução como uma seqüência linear com grupos atuais se transformando em outros grupos atuais
“Considerados os seres mais evoluídos da escala zoológica, os mamíferos distribuem-se por praticamente todos os ambientes do planeta”	Equivalência entre os termos “evolução” e “progressão”, Analogia da escada
“O sistema de classificação lineano é referência para a classificação atual”	Desvalorização da sistemática filogenética como uma opção de classificação
“Foi Lineu quem elaborou o sistema de classificação universal dos seres vivos”	Desconsideração da contribuição de outros cientistas
“A sistemática ou taxonomia é a ciência que estuda a classificação dos seres vivos em grupos conhecidos por categorias hierárquicas ou táxons”	Taxonomia como sinônimo de Sistemática
“A taxonomia ou sistemática é o método de classificação dos seres vivos”	Taxonomia como sinônimo de Sistemática
“A evolução é uma contínua adaptação dos seres vivos ao ambiente”	Evolução linear e direcional

Recursos visuais, atividades complementares e apoio ao professor

Refletindo uma crescente qualidade gráfica das coleções didáticas destinadas ao Ensino Médio, as obras, de modo geral, apresentam diagramação e recursos visuais atraentes para ilustrar tópicos relacionados à filogenia, inserindo-os adequadamente no projeto gráfico do livro, com legendas autoexplicativas. Em uma das coleções, um cladograma de fácil contextualização esclarece relações entre grandes grupos vegetais. Porém, em três obras (23,1%) são encontrados cladogramas cuja explicação incompleta pode induzir à interpretação equivocada. Ao se praticar uma abordagem norteada pela Filogenia, as árvores filogenéticas ou cladogramas são representações indispensáveis, pois representam uma possível relação entre as linhagens (AMORIM, 2002). Mais ainda, essas ilustrações veiculam uma série de informações que ajudam a explicar como ocorreu a história da vida no planeta (GUIMARÃES, 2005).

De acordo com Nuñez *et al.* (2003), a discussão sobre as ilustrações dos livros didáticos é alvo de inquietações nos professores ao reconhecer que na prática de seleção dos livros didáticos, a qualidade gráfica comumente prevalece sobre o conteúdo. Tradicionalmente, figuras, gráficos e diagramas são utilizados nos livros como recursos para facilitar a compreensão do conteúdo teórico, e servem para contextualizar ou vincular à prática esses conhecimentos. Alunos podem interpretar imagens de formas diferentes, o que torna necessário conhecer essas possíveis leituras para intervir em sua produção, uma vez que podem revelar dificuldades de elaborações conceituais, obstáculos epistemológicos ou ainda concepções alternativas e ideologias associados à produção científico-tecnológica (SILVA *et al.*, 2006).

Três obras apresentam textos complementares, duas das quais veiculavam textos de maior profundidade destinados à explicação dos princípios da Filogenia. O texto de uma obra mostrava cladogramas comparando caracteres compartilhados por vertebrados, evidenciando as sinapomorfias das classes a partir da presença de notocorda. O autor explica o significado dos “nós” e dos ramos da árvore filogenética, em linguagem clara, complementando a contribuição das figuras apresentadas. Outra obra também apresenta texto complementar específico sobre sistemática filogenética, com explicação acerca dos cladogramas e, ainda como ponto positivo, o autor se preocupa em socializar o caráter mutável dos critérios, inserindo a Filogenia como um dos sistemas possíveis: “Não se deve esquecer, porém de que essas árvores filogenéticas e cladogramas são construções hipotéticas, que podem ser reformuladas em função de novas análises e descobertas” (Livro X). Vale ressaltar que a leitura complementar, ao oferecer textos para leitura e pesquisa, dá sentido ao aprendizado teórico, ajudando na compreensão e contextualização dos conteúdos (FREDENOZO *et al.*, 2005).

As atividades propostas ou recursos adicionais verificados nos livros constaram basicamente de exercícios de fixação e memorização, evidenciando um limitado repertório de atividades mais criativas destinadas a estimular o desenvolvimento de habilidades e atitudes científicas diversificadas. Ainda assim, três coleções (23,1%) oferecem exercícios adaptados de questões vestibulares sobre

sistemática filogenética cujas resoluções exigem do aluno a interpretação de árvores filogenéticas simples. Uma das obras estimula no aluno a construção dos cladogramas com maior autonomia. Ressaltando o caráter multidisciplinar do tema, em duas obras esses exercícios são apresentados ao longo dos capítulos de classificação dos animais e também nos capítulos referentes ao conteúdo evolução.

Por outro lado, os livros didáticos poderiam aprofundar, em seus exercícios, uma compreensão básica de conceitos como “ancestralidade comum”, “características exclusivas”, “características compartilhadas” e “novidades evolutivas”. Não se trata apenas de adotar uma postura de discurso dentro de um contexto evolutivo. Mais que isso, trata-se de usar uma ferramenta, uma representação (a filogenia), que além de oportunizar aos alunos a aprendizagem dos termos e conceitos, apresenta uma forma dinâmica de organização e sistematização da biodiversidade.

Seria interessante encontrar “problemas abertos” com situações ou estudos de caso que possibilitassem a aproximação do ensino de ciências biológicas à lógica da ciência e do cotidiano. A sistemática filogenética, por sua natureza multidisciplinar, adequa-se bem à proposição de situações-problema. Segundo Nuñez *et al.* (2003), o fato de os professores poderem pensar sobre as atividades nos livros didáticos possibilita refletir sobre suas próprias práticas e rotinas, orientados pelos livros diante dos quais deviam assumir uma postura mais crítica.

Quanto aos manuais destinados aos professores, três apresentavam textos com informações destinadas a auxiliar na compreensão do tema. Uma das coleções apresenta um pequeno texto complementar destinado ao professor explicando os princípios básicos da sistemática filogenética, sugerindo a obra “Sistemática Filogenética” de autoria de Amorim (2002), amplamente utilizada em cursos superiores de Ciências Biológicas. É fundamental que o livro didático traga uma bibliografia de referência para disponibilizar o apoio necessário em torno dos conceitos centrais abordados, evitando veiculação de afirmações duvidosas, principalmente no caso de conteúdos mais “recentes”, como a Filogenia. Não foram observadas sugestões de exercícios ou atividades complementares para serem apresentados pelo docente em sala de aula. A maioria dos manuais do professor limitava-se a apresentar as resoluções dos exercícios propostos no livro do aluno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa percebe-se que os autores de livros didáticos de Biologia, mesmo que timidamente, começam a inserir o conteúdo “Filogenia”, buscando apresentar ao aluno diferentes tendências de sistematização da biodiversidade. Apesar disso, à maioria das obras falta ousadia para trabalhar o conteúdo de forma a buscar a autonomia crítica do estudante. Com raras exceções, a sistemática filogenética, como tratada nos livros, parece tão imutável como as normatizações da classificação tradicional, lineana. A enorme contribuição da sistemática filogenética deriva também da liberdade de escolher diferentes

conjuntos de caracteres para estudar grupamentos de seres vivos com diversas possibilidades de arranjos.

As atividades propostas ao aluno e o manual do professor são particularmente críticos. A implementação dos princípios da Filogenia usualmente não se manifesta no texto do livro como um todo, nas atividades propostas, nem nas orientações metodológicas contidas na obra. Faltam recomendações de leitura complementar ao professor, o qual pode não ter recebido em sua formação conhecimento suficiente e atualizado sobre o tema, ou sobre avanços recentes em áreas como genética e biologia molecular, que complementam o entendimento do conteúdo. Por exemplo, com a popularização de ferramentas como o DNA *bar coding* (uma ferramenta que permite discriminar as espécies de seres vivos por meio de um pequeno segmento padronizado do ácido nucleico, o DNA), tornou-se possível confirmar a existência de novas espécies a partir de exemplares morfológicamente bastante semelhantes. Avanços nas áreas da paleontologia auxiliam a redefinir a linha do tempo do surgimento dos seres vivos, evidenciando o caráter temporal das relações - mais ou menos próximas - entre as linhagens. A impressionante velocidade com que esses avanços se incorporam às teorias científicas provoca uma reconsideração das antigas classificações, baseadas essencialmente em características morfológicas. Portanto, partindo de uma análise didática, adotar a Filogenia como uma forma concreta de abordar a biodiversidade implica que os grupos não sejam vistos isoladamente, ensinados sequencialmente, mostrando apenas como eles são, mas se ensina como os vários grupos foram surgindo e como eles foram se diferenciando (AMORIM, 2002).

Vale ressaltar também que se deve investir na formação inicial e continuada do professor, uma vez que este precisa apresentar conhecimento suficiente para refletir e discutir tais abordagens com segurança. Se o educador não apresenta esses conhecimentos agregados a sua estrutura cognitiva, tampouco será capaz de promover aprendizagem significativa em seus alunos. O professor que desconhece a sistemática filogenética e não sabe interpretar as informações contidas em um cladograma pode encontrar dois obstáculos: **(a)** não compreender o que é Filogenia e, portanto, não trabalhar o assunto com o aluno, omitindo-o; ou **(b)** interpretar erroneamente uma Filogenia e, conseqüentemente, trabalhar o assunto de forma equivocada com o aluno, podendo recair em erros conceituais.

Embora tradicionalmente encarada como um conteúdo complexo e complicado, endereçado somente a estudantes em níveis mais avançados de formação, a Filogenia pode, sim, ser trabalhada com alunos de Ensino Médio e, na nossa perspectiva, até mesmo com alunos de Ensino Fundamental. Não se trata de priorizar a apresentação de termos rebuscados como apomorfias, plesiomorfias, sinapomorfias, homoplasias, agrupamento monofilético, parafilético, entre tantos outros próprios da sistemática filogenética. Também não se propõe a diminuir a inestimável contribuição de Lineu e seus antecessores, que ajudaram a colocar “ordem” no caos de nomenclaturas e classificações sob as quais os seres vivos eram identificados.

A intenção aqui não é exigir que toda a complexidade dos conceitos e bases teóricas da sistemática filogenética seja ensinada no ensino médio e, portanto, contemplada nos livros didáticos de Biologia. Uma vez que os PCNs orientam que a evolução seja o eixo integralizador dos conteúdos em Biologia, usar a Filogenia como ferramenta na abordagem da biodiversidade seria, no mínimo, coerente com as bases teóricas vigentes, tornando o ensino mais dinâmico e significativo.

Utilizar os conhecimentos evolutivos para a classificação dos seres aplicando os princípios da sistemática filogenética poderia minimizar as noções errôneas que muitos professores e alunos possuem da ideia de evolução associada ao progresso, e de adaptação ligada à melhoria. Apesar dos equívocos registrados, é possível adotar uma atitude otimista. A indissociabilidade entre os conteúdos “Filogenia” e “Evolução” transparece na maioria das obras que abordam o tema. Uma das obras, inclusive, afirma categoricamente que “O sistema de maior aceitação hoje é a sistemática filogenética ou cladística.” (Livro Y). Mesmo que ainda de forma discreta, em algumas obras podemos notar um avanço em direção a um novo modelo de organização e de abordagem dos conteúdos relativos à sistemática. Faz-se necessária a elaboração de novas propostas que levem em conta o caráter interdisciplinar desse conteúdo, bem como a inclusão de atividades diferenciadas como a utilização de cladogramas, sua construção e interpretação.

O livro didático é o primeiro e provavelmente o mais acessível veículo de transformação. Uma de suas funções vitais é provocar professores e alunos para um debate das novas questões que a Biologia apresenta. Uma conscientização de professores e autores dos livros didáticos sobre a necessidade de inserir, questionar e exercitar os princípios da Filogenia nos materiais de apoio didático tem sido notada e permite inferir que as próximas edições abordarão o tema com mais fidedignidade e correção conceitual.

Agradecimentos. Aos Profs. Geraldo Barbosa Moura (UFRPE), Kênio Cavalcante Lima (UFPE) e Maria Nazaré Stevaux (ICB/UFMG) pela leitura crítica do manuscrito. Este artigo faz parte da dissertação de Mestrado em Biologia Animal (UFPE) do primeiro autor. SDV é bolsista de produtividade do CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTERS, B. J.; NELSON, C. E. Teaching evolution in higher education. *Evolution*, [s.l.], v. 56, n.10, p. 1891-1901, 2002.
- AMORIM, D. S. et al. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de Zoologia e Botânica no segundo grau. In: BARBIERI, M. R. et al. *A construção do conhecimento do professor*. Ribeirão Preto: Holos Editora/FAPESP, 2001. p. 41-49.
- AMORIM, D. S. *Fundamentos de Sistemática Filogenética*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2002.
- BELLINI, L. M. Avaliação do conceito de Evolução nos livros didáticos. *Estudos de Avaliação Educacional*, São Paulo, v. 17, n. 33, p. 7-27, 2006.
- BIZZO, N. M. V. *Ensino de Evolução e História do Darwinismo*. 1991. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Médio e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- CARNEIRO, A. P. N. *A evolução biológica aos olhos de professores não-licenciados*. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. P. *O que é vida? Para entender a biologia do Século XXI*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.
- EL-HANI, C. N. et al. Concepções epistemológicas de estudantes de Biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre História e Filosofia das Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.9, n.3, p. 1-27, 2004.
- FREITA, G. B.; MOTTA, V. R.; COSTA, W. R. *O Livro Didático em Questão*. São Paulo: Cortez, 1989.
- FUTUYMA, D. J. *Biologia Evolutiva*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/ CNPq, 1992.
- GOULD, S. J. *Lance de Dados: a idéia de Evolução de Platão a Darwin*. Rio de Janeiro: Record, 2001.
- GUIMARÃES, M. A. *Cladogramas e Evolução no Ensino de Biologia*. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2005.
- FREDENOZO, R. C. et al. Análise de livro didático de Biologia para o ensino médio: as abordagens e métodos aplicados ao ensino de botânica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5. 2005. Bauru, *Anais...*Bauru: ENPEC, 2005.
- LEMOES, M. P. F. O estudo do tratamento da informação nos livros didáticos das séries iniciais do ensino fundamental. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 12, n. 2, p. 171-184, 2006.
- MAYR, E. *O Desenvolvimento do Pensamento Biológico*. Brasília: Editora UnB, 1998.
- MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M. A.; BORTOLOZZI, J. Conotações de progresso na construção histórica do conceito de evolução biológica e nas concepções apresentadas por professores de Biologia. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia*, São Paulo, v.2, 2009, p.22-25.
- MEGID-NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de Ciências: Problemas e Soluções. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.
- NUÑEZ, I. B. et al. A seleção dos livros didáticos: Um saber necessário ao professor-O caso do ensino de ciências. *OEI- Revista Iberoamericana de Educación*, 2003.
- ROCHA, P. L. B. et al. Brazilian high school biology textbooks: main conceptual problems in evolution and biological diversity. In: *Proceedings of the IOSTE International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks*. Tunis: IOSTE, 2007. p. 893-907.
- ROSA, V. et al. O tema Evolução entre professores de Biologia não licenciados – Dificuldades e Perspectivas. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 8., 2002. São Paulo. *Anais...* São Paulo: EPEB, 2002.
- SANTOS, S. *Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula*. São Paulo: Annablume/ FAPESP, 2002.
- SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de Biologia Evolutiva Utilizando a Estrutura Conceitual da Sistemática Filogenética. *Ciência & Ensino*, Campinas, v. 1, n. 2, 2007
- SILVA, R. M.; TRIVELATO, S. L. F. Os livros didáticos de biologia do século XX. In: *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 2., 1999, Bauru. *Atas...* Bauru, 1999.
- SILVA, H. C. et al. Cautela ao Usar Imagens em Aulas de Ciências. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006.
- VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de Ciências no ensino fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.
- WAIZBORT, R. Teoria Social e Biologia: perspectivas e problemas da introdução do conceito de história nas ciências biológicas. *História, Ciência, Saúde*, Manquinhos, RJ, v. 8, n. 3, p. 633-653, 2001.

APÊNDICE 1. Critérios para análise do conteúdo teórico, recursos visuais, recursos complementares para o aluno e para o Professor, referentes ao tema “Filogenia” em livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio.

1. Critérios para análise do conteúdo teórico sobre Filogenia.

- A)** *O Conteúdo FILOGENIA é contemplado nesta coleção?*
 Sim Não
- B)** *O autor deixa claro que a proposta apresentada é uma entre as várias possíveis?*
 Sim Não
- C)** *Nível da abordagem do assunto*
 Superficial Regular Bom Muito bom
- D)** *Nível de clareza do texto*
 Insatisfatório Regular Bom Muito bom
- E)** *Grau de coerência entre as informações veiculadas*
 Insatisfatório Regular Bom Muito bom
- F)** *Apresenta o termo “Árvore” ou “Cladograma”?*
 Não Sim, mas com imprecisões/ incorreções Sim, corretamente
- G)** *Usa o termo “Sistemática Filogenética”?*
 Não Sim, mas com imprecisões/ incorreções Sim, corretamente

2. Distorções/Imprecisões conceituais sobre Filogenia nos livros de Biologia do Ensino Médio.

- A)** *Ideia de evolução como uma seqüência linear de eventos, manifestada em fenômenos que se sucedem ao longo do tempo, na qual os seres vivos são apresentados simplesmente “enfileirados” onde o antecessor “gera” o sucessor.*
- B)** *Analogia da escada ou “scala naturae” categorizando os seres vivos em grupos de seres “inferiores”, “intermediários” e “superiores”.*
- C)** *Taxonomia como sinônimo de Sistemática.*
- D)** *Evolução como um processo com finalidade específica, isto é, com objetivo determinado, de modo que cada novo caracter surja para “resolver” um problema.*
- E)** *Equivalência entre os termos “desenvolvimento” e “evolução”.*
- F)** *Equivalência entre os termos “evolução” e “progressão”, promovendo a ideia de que evolução biológica significa impreterivelmente melhoramento.*

3. Critérios para análise dos recursos visuais referentes ao tema Filogenia.

- A)** *Presença e qualidade das ilustrações (realismo, nitidez, escala)*
 Insatisfatório Regular Bom Muito bom
- B)** *Inserção das ilustrações ao longo do texto e o grau de relação entre imagem e o conteúdo abordado*
 Insatisfatório Regular Bom Muito bom
- C)** *Possibilidade de contextualização dos elementos visuais pelo aluno*
 Insatisfatório Regular Bom Muito bom
- D)** *Veracidade da informação veiculada na ilustração*
 Insatisfatório Regular Bom Muito bom

4. Critérios para análise dos recursos e atividades complementares para o aluno e professor referentes ao tema Filogenia.

Análise dos Recursos e Atividades complementares para o ALUNO

A) *Apresenta textos adicionais que auxiliam a entender o tópico “Filogenia” ?*

Sim Não

B) *Estimula o desenvolvimento de habilidades e atitudes científicas na resolução de exercícios ?*

Sim Não

C) *Propõe leituras complementares sobre o tema ?*

Sim Não

Análise dos Recursos e Atividades complementares para o PROFESSOR

D) *Fornece informações teóricas corretas e atualizadas?*

Sim Não

E) *Apresenta exemplos de atividades “práticas” a serem exploradas pelo professor ao abordar o assunto ?*

Sim Não

F) *Utiliza referências bibliográficas atualizadas ?*

Sim Não

G) *Sugere bibliografia complementar adequada e atualizada sobre o tema ?*

Sim Não

Data do Recebimento: 20/02/2011

Data de Aprovação: 26/10/2011

Data da Versão Final: 31/12/2011

