

SISTEMAS DIGESTÓRIO, RESPIRATÓRIO E CIRCULATÓRIO HUMANOS EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DE ENSINO MÉDIO

Digestive, Respiratory and Circulatory Human Systems in High School Biology Text Books

Lílian Corrêa Costa Beber¹
 Maria Cristina Pansera-de-Araújo²
 Vidica Bianchi³

Fecha de recepción: 12 de agosto de 2016
 Fecha de aprobación: 14 de noviembre de 2016

Resumo

O livro didático é um instrumento muito utilizado em sala de aula, constituindo uma fonte de consulta para alunos e professores. Erros conceituais neles contidos podem comprometer uma cadeia de conhecimento culminando nas concepções equivocadas apresentadas por muitos alunos ao fim do Ensino Médio. Assim, torna-se necessário a análise de tais livros. O objetivo deste estudo é avaliar a abordagem do sistema digestório, respiratório e circulatório em livros didáticos de Ensino Médio. Para tal, foram analisados quatro livros dos anos 2013, 2010, 2009 e 2006, obtidos junto à biblioteca de uma escola particular de Ijuí (RS). De modo geral, todos apresentaram várias falhas ao trabalhar os conceitos, destacando Vitorino (2009) devido ao resumo exagerado das informações. Algumas obras apresentaram contradições e analogias que possibilitam concepções dúbias. Ao fim deste trabalho, destaca-se que é necessária que os professores façam uma análise prévia dos livros didáticos adotados, a fim de que possam fazer os arranjos, discussões e complementações necessárias para evitar a repetição de erros conceituais.

Palavras-chave: análise de livro didático; equívocos conceituais; formação docente; discussões em sala; aprendizagem discente.

Abstract

The textbook is one tool very used in classroom, acting like a font of information for students and teachers. Conceptual errors contained in these books may prejudice a chain of knowledge culminating in the misconceptions presented by many students in the end of high school. So, it is necessary to analyze such books. The aim of this study is to evaluate the approach of the digestive, respiratory and circulatory system in textbooks of high school. To this end, four books of 2013, 2010, 2009 and 2006 were analyzed, which were obtained from the library of a private school of Ijuí (RS). In general, all the books showed several fail on working with these concepts, emphasizing Vitorino (2009) that excessively summarized the information. Some books exhibit contradictions and analogies that enable dubious concepts. At the end of this work we emphasize that, it is necessary that teachers analyze the adopted books in order to make the necessary arrangements, discussions and additions to avoid repeating misconceptions.

Keywords: textbook analysis; conceptual errors; teacher training; classroom discussions; student learning.

- 1 Acadêmica de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijui) e integrante do Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF) – liliantutty@hotmail.com.
- 2 Docente do Departamento de Ciências da Vida da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijui) - pansera@unijui.edu.br.
- 3 Docente do Departamento de Ciências da Vida da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijui) - vidica.bianchi@unijui.edu.br.

Introdução

O ensino de Ciências começa nas séries iniciais e perpassa por toda a Educação Básica. Este período é entendido como uma forma de alfabetizar cientificamente os alunos (Lorenzetti & Delizoicov, 2001), de modo que possam construir conhecimentos suficientes para compreender muitos fenômenos do cotidiano.

Infelizmente, o ensino de Ciências não tem atendido aos seus objetivos, pois tem se constituído numa mera transmissão de conhecimentos descontextualizados (Freire, 1996). Além disso, mesmo que muitos conceitos sejam trabalhados repetitivamente durante a Educação Básica, percebe-se que as ideias apresentadas pelos alunos, ainda, são equivocadas sob o ponto de vista da Ciência (Ruppenthal & Schetinger, 2013).

Ideias referentes ao organismo humano extrapolam em muito o discurso científico, ganhando importância cada vez maior na mídia e na opinião pública. Frequentemente, são ouvidos discursos que trazem ideias equivocadas ou simplistas em relação a conteúdos de tamanha complexidade e importância no cotidiano, uma vez que fazem referência ao modo de funcionamento do nosso corpo. No entanto, a responsabilidade pela transmissão de ideias simplistas não deve recair apenas na mídia, mas também se expande a muitos livros didáticos de biologia de Ensino Médio (LDBEM) que trazem ideias errôneas ou que permitem uma compreensão dúbia (Pitombo et al., 2007). E, de fato, para um número expressivo de alunos brasileiros provenientes de família com poucos recursos financeiros, o LDBEM adotado pode ser o único texto ao qual terão acesso ao longo de suas vidas (Ferreira & Soares, 2008; Vidal & Porto, 2012) e, portanto, deve trazer informações claras, que possibilitem ao aluno conhecer o seu próprio corpo.

A morfofisiologia humana trazida durante a Educação Básica tem como principal intuito promover a construção de alguns conhecimentos sobre a estrutura e funcionamento do organismo humano, permitindo que os alunos possam entender alguns dos fenômenos ocorridos no seu próprio corpo, além de auxiliar na manutenção da sua saúde. Logo, uma aprendizagem equivocada compromete todo esse mecanismo de auto compreensão.

Esta forma de encarar o ensino do corpo humano concorda com as ideias trazidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Ministério da Educação, 2015) e Orientações Curriculares para Ensino Médio (Ministério da Educação, 2006), em que o aluno deve ser um sujeito crítico na construção de conhecimentos científicos que, por sua vez, devem estar inseridos na sua vida cotidiana. Considerando que o LDBEM é utilizado para pesquisa docente e discente,

quando apresenta conceitos equivocados ou simplistas, ele compromete toda a cadeia de conhecimento.

Tendo em vista a importância dos conceitos de anatomia e fisiologia humana, a análise de LDBEM visa corrigir possíveis equívocos conceituais, além de evitar que estes sejam continuamente reproduzidos em sala de aula por professor e alunos. Muitos estudos referentes à análise de LDBEM já foram realizados, mas não esgotaram o tema, como veremos a seguir.

Os livros didáticos

no âmbito federal, as discussões acerca da análise dos livros didáticos (LD) iniciaram com a implementação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em meados da década de 90. Trata-se de um programa de avaliação e classificação da qualidade linguística, social e científica dos LD, que pode ser acessado pelos professores. Anteriormente, o principal critério utilizado para escolha dos livros era o custo (Gioppo, 2012).

Hoje, muito mais importante que os custos dispendidos na compra e distribuição dos LD, é o questionamento de como auxiliarão na construção de concepções corretas por parte dos sujeitos. Mesmo com as análises realizadas pelo PNLD, muitos LDBEM chegam aos professores e alunos com erros conceituais que comprometem, se não corrigidos, as concepções científicas de muitos alunos ao final da Educação Básica (Ruppenthal & Schetinger, 2013). Através deste trabalho também será possível verificar se as avaliações desenvolvidas pelo PNLD, a cada três anos, têm proporcionado as mudanças necessárias, nas abordagens conceituais, além de alertar contra alguns erros passíveis de serem encontrados.

Neste contexto, cabe lembrar Gioppo (2012, p.123): “Todos somos responsáveis por essa avaliação e não apenas o MEC e seus avaliadores e a percepção de que por mais que possamos estabelecer critérios não haverá uma única verdade e resposta possível a eles”. A autora destaca que todos são responsáveis pela análise do LD que escolheram para usar e que, mesmo que sejam construídos protocolos de avaliação, a resposta a cada pergunta sempre é pessoal e depende de quem a formula.

Considerando que o LD é um dos instrumentos mais utilizados em sala de aula (Vidal & Porto, 2012), pode-se afirmar que eles apresentam deficiências na forma de expressar os conceitos, atividades práticas, imagens, culminando nas concepções incorretas apresentadas por muitos alunos ao final da Educação Básica. Assim, é preciso analisar os LDBEM quanto aos conteúdos de anatomia e fisiologia humana, com o intuito de evitar

divulgação de erros conceituais e a consequente formação de concepções equivocadas pelos alunos. Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo realizar uma análise de LDBEM, com as potencialidades e fragilidades destes livros, verificar se os conceitos apresentados são adequados e fornecer uma fonte de pesquisa aos professores que contribuam para evitar que os erros conceituais sejam repetidos indefinidamente.

Metodologia

A fim de alcançar os objetivos propostos para o trabalho, construiu-se o **corpus** da pesquisa com LDBEM dos anos 2013, 2010, 2009 e 2006, totalizando quatro livros obtidos na biblioteca de uma escola particular do município de Ijuí (RS). As informações dos livros estão contidas no quadro 1.

Livro	Título do livro	Autores	Editora	Ano
LDBEM1	Biologia em contexto	Amabis; Martho	Moderna	2013
LDBEM2	Biologia	Pezzi et al.	FTD	2010
LDBEM3	Biologia	Vitorino et al.	Alegre Poa	2009
LDBEM4	Fundamentos da Biologia Moderna	Amabis; Martho	Moderna	2006

Quadro 1: Informações básicas dos LDBEM constituintes do corpus da pesquisa.

Em cada LDBEM foi analisado o capítulo ou unidade dedicado ao desenvolvimento do sistema digestório, respiratório e circulatório quanto aos conceitos trabalhados. Foram avaliados possíveis vícios de linguagem, presença ou não de glossário com termos técnicos, clareza e correção de conceitos abordados, explicação de estruturas anatômicas por meio de analogias, relações com sites ou outras referências externas, adequação da linguagem aos alunos do Ensino Médio, conforme Orlandi (2011) e Rosa (2009). Além disso, foram montadas planilhas para cada livro englobando os conceitos mais importantes dentro dos sistemas digestório, respiratório e circulatório. Nestas planilhas, os conceitos foram assinalados com a letra X, indicando sua presença no livro, conforme os moldes trazidos por Ruppenthal e Schetinger (2013).

Foram construídas fichas para preenchimento manual, as quais foram completadas após duas leituras. Posteriormente, estas informações foram organizadas em planilhas no Microsoft Excel®, para auxiliar na comparação e discussão dos resultados. Também foi realizada uma revisão bibliográfica nos periódicos Contexto e Educação

(Unijui), Educação (UFSM), Ciência e Educação (UNESP) e Revista Ensaios, totalizando 40 trabalhos.

Resultados e discussão

todas as obras analisadas apresentaram algum problema quanto aos itens analisados e divergiram entre si. Nenhuma delas, contudo, apresentou vícios de linguagem nos capítulos observados.

A presença de um glossário com o significado de determinados conceitos foi avaliada. Somente LDBEM3 não contemplou termos técnicos no glossário, o que pode dificultar a aprendizagem dos alunos, uma vez que eles devem procurar em fontes externas o significado dos termos desconhecidos. Além de apresentar glossário, os LDBEM1 e LDBEM4 trouxeram textos de outras fontes para complementar os estudos, o que, indiretamente contribui para a atualização do aluno em relação à ciência.

Os conceitos a respeito do sistema digestório estão sistematizados no quadro 2:

Livro	Sistema digestório						
	I	D	VSM	AF	DDA	GpHO	GA
LDBEM1	X	X	x	X	X	X	x
LDBEM 2			x	x	X	X	X
LDBEM3				X	X	X	X
LDBEM4	X	X	x	X	X	X	X

Quadro 2: Conceitos referentes ao sistema digestório, abordados pelos autores dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. Legenda: I: importância; D: dieta; VSM: Vitamina e sais minerais; AF: Anatomia e fisiologia; DDA: Deglutição, digestão e absorção; GpHO: Glândulas e pHs ótimos; GA: Glândulas anexas.

A partir da análise do quadro 2, percebe-se que o LDBEM2 e o LDBEM3 são incompletos em relação aos demais, pois não apresentaram dois e três dos itens elencados, respectivamente. De modo geral, todas as obras analisadas apresentam algumas falhas na forma de trabalhar os conceitos, seja por ausência de clareza conceitual nas sentenças, seja por explicação incorreta, uso de analogias inadequadas ou por inadequação da linguagem ao Ensino Médio.

O LDBEM3 (Vitorino et al., 2009), ao trabalhar com o sistema digestório, traz que “a bile é fundamental no processo de digestão de gorduras, pois emulsiona essas substâncias, facilitando a ação da lipase” (p. 8). Considerando que o termo emulsão não foi previamente conceituado e trabalhado, afirmar que a bile é importante para a digestão, pois emulsiona as gorduras compromete a clareza da informação, uma vez que para os alunos é um termo desconhecido. Neste caso, faz-se necessária a interferência do professor para esclarecer conceitos não contemplados e erros conceituais encontrados nas obras.

Falando sobre o sistema digestório, o LDBEM2 utiliza uma analogia e salienta: “A bile, que vem do fígado, por sua vez, é lançada no duodeno. Ela possui uma mistura de sais que agem sobre as gorduras de maneira semelhante a de um detergente, facilitando a ação das lipases” (Pezzi et al., 2010, p. 429). A bile, de fato, tem ação de um detergente, mas é necessário explicar a ação de um detergente sobre as gorduras, para evitar que os alunos possivelmente entendam que a bile ‘limpa’ o duodeno e ‘retira’ as gorduras. E, segundo Silva et al. (2013, p. 612), é “exatamente aí que a metáfora pode começar a se tornar deficiente”.

Além de algumas analogias que induzem concepções dúbias e equivocadas, algumas obras chegam a trazer afirmações que, se analisadas calmamente, percebe-se que estão incorretas. Um bom exemplo disso é a citação extraída do LDBEM1, onde “A saliva contribui para manter o grau de acidez (pH) próximo do neutro” (Amabis & Martho, 2013, p. 577).” Esta informação, quando analisada sob a perspectiva química, está incorreta, uma vez que o pH, aqui referido equivocadamente como grau de acidez, corresponde à concentração de prótons de hidrogênio (H⁺) na substância, podendo variar numa escala de 1 a 14, ácido, neutro ou básico (Champe & Harvey, 1997).

Outra informação trazida por estes autores também permite uma compreensão dúbia, quando afirmam que “o epitélio do estômago apresenta glândulas estomacais, que secretam ácido clorídrico, enzimas e muco. Em conjunto, essas substâncias compõem suco gástrico” (Amabis & Martho, 2013, p. 580). O muco não participa do suco gástrico, mas sim protege as paredes do estômago contra a ação deste suco. O LDBEM2 também peca neste sentido.

Quanto aos hormônios contemplados no tratamento do sistema digestório, os LDBEM1, 3 e 4 trouxeram informações incompletas em relação à capacidade de secreção endócrina do pâncreas, como fica evidente no trecho: “Há dois tipos básicos de células secretoras no pâncreas: exócrinas, que secretam bicarbonato e enzimas digestivas, e endócrinas, que secretam os hormônios insulina e glucagon” (Amabis & Martho, 2006, p. 464). Esta informação trazida ignora a existência de um terceiro hormônio também sintetizado pelo pâncreas, a somatostatina, um potente regulador da glicemia e da homeostase, uma vez que pode inibir tanto a insulina quanto o glucagon, dependendo das necessidades fisiológicas (Guyton & Hall, 2006).

Dando continuidade ao sistema digestório, o LDBEM2 (Pezzi et al., 2010, p.p 428-429) traz que “parte das substâncias absorvidas (água, sais minerais, vitaminas, glicose e aminoácidos) segue por via sanguínea; os produtos resultantes da digestão das gorduras seguem por via linfática.” Esta sentença deixa margens para a construção de uma concepção equivocada. Com exceção das gorduras, todos os outros nutrientes absorvidos no intestino são metabolizados pelo fígado e, somente depois, seguem pela corrente sanguínea.

Ainda, o LDBEM4 (Amabis & Martho, 2006) se contradiz ao trabalhar os nutrientes que devem essencialmente provir da dieta (essenciais), uma vez que o organismo humano não consegue sintetizá-los. Como exemplo de nutrientes essenciais, os autores desta obra trazem TODAS as vitaminas, afirmando que “precisamos obtê-las na dieta, já que nosso organismo é incapaz de produzi-las” (p. 459). No entanto, ao longo do espaço destinado a este sistema, também fazem referência a microbiota simbiote, afirmando que “Além disso, a flora intestinal produz substâncias úteis para o nosso organismo, como as vitaminas K, B12, tiamina, riboflavina, entre outros” (p. 468).

Considerando que a flora intestinal é composta por bactérias simbiotes que habitam o nosso intestino, pode-se afirmar que o organismo humano é capaz de sintetizar pequenas quantidades destas vitaminas. Logo, estas duas afirmações são contrárias e podem acarretar numa compreensão dúbia. Aqui, novamente destaca-se a necessidade dos professores interferirem nas informações contidas nos LD em sala de aula, corrigindo erros conceituais como este. Cabe a eles adequarem e complementarem a primeira afirmação, salientando que a maioria das vitaminas são nutrientes essenciais, pois não podem ser sintetizadas pelo organismo humano, com exceção das vitaminas K, B12, tiamina e riboflavina que podem ser produzidas pela microbiota intestinal.

Além disso, a mesma obra traz que “dieta balanceada deve fornecer a uma pessoa adulta a quantidade de energia de que ela necessita (aproximadamente 3000 kcal/dia)” (p. 463), logo após terem dito que “para manter todas as atividades corporais, são necessários cerca de 2000 kcal por dia” (p. 462). Através destas duas sentenças, os autores novamente se contradizem. Esta frequência de incoerências encontrada nos LD acaba prejudicando a aprendizagem, mesmo que os outros quesitos estejam adequados. Esta característica compromete a credibilidade das informações lá contidas. Por isso, o professor deve criar momentos de discussão com seus alunos para que estas questões não passem despercebidas.

Três das quatro obras analisadas apresentaram explicações de conceitos referentes ao corpo humano por meio de analogias/metáforas, claramente, visando auxiliar na compreensão dos mesmos pelos alunos. Estas analogias, em alguns casos, auxiliam na resignificação de conceitos, fornecendo uma fonte de comparação, uma forma de partir de algo conhecido para construção de conhecimentos abstratos, de modo a ter uma continuidade no processo de ensino-aprendizagem (Dewey, 2013). Isto pode ser verificado nos trechos: “O sistema digestório humano, assim como o dos outros animais, é comparável a uma linha de ‘desmontagem’ dos alimentos, que permitem extrair deles seus diversos nutrientes” (Amabis & Martho,

2013, p. 579). Esta analogia segue os moldes de Bellini e Frasson (2006, p. 270), segundo os quais “são metáforas conceituais”, pois “conferem sentido aos argumentos científicos e proporcionam coesão e coerência à linguagem científica”.

Ainda neste sentido, os mesmos autores em sua outra obra cometem um deslize ao trabalhar uma parte do sistema digestório numa linguagem que não condiz com o Ensino Médio, quando afirmam: “O esfíncter anal mais externo, constituído por musculatura estriada, está sob o controle da vontade” (Amabis & Martho, 2006, p. 469). A afirmação está correta, porém, ao julgar que os alunos de Ensino Médio já necessitam ter um vocabulário mais rebuscado, acredita-se que deveria ser dito que ‘o esfíncter anal mais externo está sob controle voluntário’. Esta afirmação está em concordância com as ideias trazidas por Xavier et al. (2006, p. 287) ao discutir sobre a presença da biologia moderna e da genética em LDBEM, quando salientam “que não se tem a pretensão de formar cientistas ou biólogos moleculares, mas pessoas capazes de entender o constante avançar do conhecimento científico” e, para isso, devem compreender o vocabulário básico.

Do mesmo modo que o sistema digestório, os conceitos referentes ao sistema respiratório também foram organizados num quadro:

Sistema respiratório							
Livro	I	AF	TG	RC	RP	H	CAIE
LDBEM1	x	X	X	X	X	X	X
LDBEM2		X	X		X	X	
LDBEM3					X		
LDBEM4	x	X	X	X	X	X	X

Quadro 3: Conceitos referentes ao sistema respiratório, abordados pelos autores dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. Legenda: I: Importância; AF: Anatomia e fisiologia; TG: Trocas gasosas; RC: Respiração celular; RP: Respiração pulmonar; H: Hematose; CAIE: Composição do ar inspirado e expirado.

Novamente, destaca-se o LDBEM3 como uma obra bastante incompleta em relação às demais no que concerne ao tratamento do sistema respiratório, tendo ele apresentado apenas um dos itens elencados. O LDBEM2 também pecou por não contemplar aspectos indispensáveis para esclarecer o porquê de aprender tais conceitos, além de não trazer a respiração celular como indispensável para geração de energia que o corpo humano necessita e as diferenças básicas entre o ar inspirado e expirado.

Assim como no sistema digestório, as obras apresentaram algumas falhas ao trabalhar com os conceitos. Os autores dos livros, de modo geral, trataram os conceitos

de forma clara, o que é indispensável para a correta apropriação destes pelos alunos. No entanto, houve algumas exceções, como neste trecho do LDBEM1: “A energia que supre nossas necessidades metabólicas é obtida por meio da respiração celular, processo em que moléculas orgânicas são oxidadas, liberando grande parte da energia que contém” (Amabis & Martho, 2013, p. 577). O LDBEM4, nos mesmos moldes da obra mais recente (LDBEM1), também trazem um parágrafo referente às rotas metabólicas de produção e armazenamento de energia. Porém, fazem de forma complexa em que muitos conceitos e aspectos bioquímicos são trazidos simultaneamente. Entende-se a imprescindibilidade de trabalhar rotas bioquímicas e

a fisiologia humana simultaneamente, no entanto, considerando que são LDBEM, esta forma de trabalhar pode dificultar a apropriação por parte dos alunos.

Todas as informações trazidas nesta sentença estão corretas. Porém, são rotas metabólicas, conceitos fisiológicos e bioquímicos que necessitam ser trabalhados detalhadamente num espaço e tempo a parte. A forma com que são trazidos torna esta informação, que é de suma importância, algo muito complexo sob a perspectiva dos alunos de Ensino Médio e acaba comprometendo a clareza dos conteúdos.

No LDBEM3 (Vitorino et al, 2009) foi encontrado o maior número de falhas em relação à clareza das informações. Por exemplo, o conceito de hematose é negligenciado, como fica evidente nesta citação: “Brônquios, bronquíolos e alvéolos, que são pequenas bolsas que preenchem o pulmão e correspondem a superfície respiratória, local onde ocorre a hematose” (p. 5). A hematose não volta a ser trabalhada em nenhum momento e é, indubitavelmente, um dos processos básicos no que concerne ao sistema respiratório.

Do mesmo modo, o conceito de expiração também é negligenciado: “O ar preenche os pulmões por diferença de pressão” (p. 5). Esta passagem explica apenas o movimento de inspiração, subentendendo que o processo de expiração seja óbvio para os alunos. Outra questão bastante salientada neste livro ao trabalhar o sistema circulatório é que o sangue chega ao coração pela veia x proveniente dos pulmões e pela y proveniente do resto do corpo, dando a entender que é apenas uma veia que faz esse trabalho, enquanto são, respectivamente, quatro e duas (Netter, 2006).

Conforme foi discutido anteriormente, muitas analogias foram empregadas ao longo do desenvolvimento dos três sistemas nas quatro obras analisadas, provavelmente, visando auxiliar à aprendizagem. No entanto, algumas

analogias quando mal-empregadas ou quando não devidamente explicadas podem comprometer a compreensão dos conceitos pelos alunos, ou ainda direcioná-los a construção de uma concepção dúbia. Isto pode ser verificado no LDBEM1 (p. 583), segundo os quais “o conjunto altamente ramificado de bronquíolos forma a árvore respiratória”. Esta afirmação dá ideia de que apenas os brônquios e bronquíolos são responsáveis pela respiração, enquanto se sabe que a principal etapa envolvida neste processo ocorre a nível alveolar. Esta mesma obra traz também algumas ideias incompletas, como “os produtos da respiração aeróbia são a água e o gás carbônico” (Amabis & Martho, 2013, p. 582), onde os autores não citam as moléculas energéticas (ATP) como produtos desta via metabólica.

Do mesmo modo, a unidade funcional básica do corpo humano, a célula, também é trabalhada mediante analogias no LDBEM4 (Amabis & Martho, 2006, p. 458), segundo os quais “Nosso corpo é formado por cerca de dez trilhões de células vivas, que são, ao mesmo tempo, ‘tijolos’ constituintes e moradores do nosso ‘condomínio’ corporal”. As analogias são recursos muito utilizados no ensino de ciências, com o intuito de “entender novas situações, por comparação a situações já bem compreendidas” (Ribeiro & Martins, 2007). Estas, no entanto, são mal-empregadas de modo que permitem subentender que as células, como os tijolos, são estruturas não vivas. Esta concepção possibilitada por esta analogia, com certeza, compromete o entendimento da morfologia humana.

O LDBEM3 também dá uma ideia equivocada da estrutura da traqueia, trazendo-a como um “tubo cartilaginoso anelado que se bifurca indo um ramo para cada pulmão” (p. 5). Na verdade, a traqueia se bifurca, mas estas bifurcações constituem outras estruturas denominadas brônquios.

Nos mesmos moldes do sistema digestório e respiratório, os conceitos referentes ao sistema circulatório estão elencados no quadro a seguir:

Sistema circulatório											
Livro	I	AF	SD	AACVV	V	FC	PA	CS	CL	CI	IAP
LDBEM1	x	x	X	x	X	X	X	x	x	x	X
LDBEM2		x	X	x	X		x		x	x	
LDBEM3		x		x							
LDBEM4	x	x	X	x	X	X	x	x	x	x	X

Quadro 4: Conceitos referentes ao sistema circulatório, abordados pelos autores dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. Legenda: I: Importância; AF: Anatomia e fisiologia; SD: Sístole e diástole; AACVV: Artéria, arteríola, capilar, veia e vênula; V: Válvulas; FC: Frequência cardíaca; PA: Pressão arterial; CS: Composição sanguínea; CL: Composição linfática; CI: Células imunológicas; IAP: Imunização ativa e passiva.

Ao analisar o quadro construído para o sistema circulatório, novamente o LDBEM3 se destaca como incompleto em relação aos demais livros, pois, de 11 itens contemplou apenas um completamente e outro parcialmente. No item “artéria, arteríola, capilar, veia e vênula” referente às explicações sobre as diferenças funcionais e estruturais entre todos estes vasos, esta obra apenas destacou a existência de veias e artérias, negligenciando os demais e as diferenças existentes entre as duas. O LDBEM2 apresentou sete dos itens analisados.

Referindo sobre o resumo excessivo das informações em muitos dos LDBEM disponíveis, Cardoso-Silva e Oliveira (2013) destacam que “muitas das imprecisões e equívocos nos livros didáticos estão atrelados ao fato de os autores tentarem simplificar o assunto abordado, para facilitar a compreensão dos alunos (p. 170)”. Eles também salientam que isto se deve, em muitos casos, pela necessidade dos professores vencerem todos os conteúdos em um curto período de tempo, principalmente devido à iminência dos vestibulares.

Em relação ao trabalho do sistema circulatório, o LDBEM4 trouxe várias falhas. A função da hemoglobina enquanto molécula transportadora de gases respiratórios é, de certa forma, simplificada. A obra traz: “Esta é uma proteína de cor vermelha, rica em ferro, cuja função é capturar gás oxigênio nos pulmões e distribuí-lo a todas as células do corpo” (p. 469). Nesta sentença, os autores ignoram o papel da hemoglobina na captura de gás carbônico nos tecidos para eliminação nos pulmões através da hematose.

Ao longo da obra, retornam as discussões sobre o papel da hemoglobina no transporte de oxigênio e gás carbônico, destacando as formas com que isso ocorre. Trazem que:

A maior parte do gás carbônico reage com água no interior das hemácias e forma ácido carbônico (H_2CO_3), que rapidamente se dissocia em íons H^+ e íons bicarbonato (HCO_3^-). Os íons H^+ associam-se a moléculas de hemoglobina e os íons HCO_3^- saem para o plasma sanguíneo, onde contribuem para controlar o grau de acidez do sangue. (p. 482).

A afirmação trazida está parcialmente correta, porém incompleta, pois a saída dos íons HCO_3^- para o plasma sanguíneo é acompanhada da entrada de Cl^- para compensar a perda desta carga negativa. Aqui, novamente, os autores, porém em sua obra mais antiga, retratam incorretamente o pH como ‘grau de acidez’, conforme já foi discutido. Esta semelhança existente entre ambas as obras aponta para outro aspecto bastante observado nos LDBEM que é a contínua repetição de informações sem

que haja, de fato, uma avaliação e edição deste conteúdo (Xavier et al., 2006). Neste caso, uma informação incorreta foi reproduzida várias vezes, de modo que a obra publicada em 2013 apresenta o mesmo erro conceitual que a de 2006.

Ao analisar o excerto anterior, também aponta-se para os perigos da simplificação de conceitos com a finalidade de conseguir inseri-los num menor espaço. No sentido dos possíveis malefícios da simplificação de conceitos para livros do Ensino Médio, França et al. (2011, p. 633) salienta:

Percebe-se que os temas de saúde, ao serem inseridos nos livros de ciências, são tratados com menor rigor científico, de forma superficial, em menor espaço, e pouco auxiliam no processo de ensino-aprendizagem. Tais temas deveriam se destinar não apenas à aquisição de novos conhecimentos, mas à promoção da saúde dos estudantes.

O resumo dos conteúdos relacionados à saúde, dentre eles os conceitos de anatomia e fisiologia humana por ocupar o mínimo possível de espaço nos livros pode comprometer seriamente a compreensão dos alunos, uma vez que muitos conceitos não são suficientemente trabalhados. Assim, Werneck (1987) acrescenta:

Creio que ensinamos demais e os alunos aprendem de menos e cada vez menos! Aprendem menos porque os assuntos são a cada dia mais desinteressantes, mais desligados da realidade dos fatos e os objetivos mais distantes da realidade da vida dos adolescentes (p. 13).

Aqui destaca-se também a necessidade da mediação dos professores não somente para fazer as explicações que se fazem necessárias, mas também para corrigir possíveis falhas conceituais, como ficaram visíveis neste estudo.

Apenas o LDBEM3 não trabalhou conceitos imunológicos juntamente com o sistema circulatório, de modo que todos os demais trabalharam em maior ou menor destaque. O LDBEM1 (p. 589), inclusive, usou algumas analogias para explicar a função do sistema imunológico, como fica evidente “Felizmente, contamos com um eficaz sistema de defesa interno, comparável a um exército organizado e bem aparelhado: trata-se do sistema imunitário”. Neste caso, ao contrário de algumas citações trazidas neste estudo, estas analogias conseguiram atender seu objetivo de auxiliar na compreensão do aluno e concordam com as ideias de Bellini e Frasson (2006) trazidas anteriormente.

Considerações finais

Sem desmerecer as avaliações dos LDBEM realizadas pelo PNLD e os estudos já realizados, ainda são necessárias análises das potencialidades e limitações dos LD disponibilizados para o Ensino Médio. Neste caso, como foram avaliadas duas obras dos mesmos autores, pode-se perceber o quanto as informações e os equívocos se repetiram nas duas edições, destacando a carência de revisões anteriormente a reedição destas obras.

O resumo excessivo das informações apresentado por duas das obras avaliadas destaca a preocupação de que os professores devem dar conta de um vasto número de conceitos em um curto período de tempo. Esta simplificação, no entanto, compromete a compreensão dos alunos, pois muitos dos aspectos importantes na anatomia e fisiologia do sistema digestório, respiratório e circulatório são trabalhados de forma superficial e/ou equivocada. Todas as obras analisadas apresentaram falhas ao trabalhar com os conceitos, algumas maiores que as outras. A importância da realização de estudos como este, além da inegável importância dos conceitos do corpo humano para os alunos, é fornecer mais uma ferramenta de consulta para os professores, com o intuito de auxiliá-los na escolha dos livros com os quais vão trabalhar.

É nesse sentido que os LDBEM devem atuar, auxiliando na compreensão dos sujeitos sobre seu corpo, uma vez que pode ser o único texto científico que os alunos terão acesso ao longo de suas vidas. Assim, os conteúdos de anatomia e fisiologia humana devem promover, como defendem os PCNS e OCNEM, a alfabetização científica dos alunos.

Referências

- Amabis, J. M. & Martho, G. R. (2006) *Fundamentos da biologia moderna*. 4ª ed., vol. Único. São Paulo: Moderna.
- Amabis, J. M. & Martho, G. R. (2013) *Biologia em contexto*. 1ª ed., vol. único. São Paulo: Ed. Moderna.
- Bellini, M. & Frasson, P. C. (2006) Ciências e seu ensino: o que dizem os cientistas e os livros didáticos sobre o HIV/AIDS? *Ciência e Educação*, 12 (3), 261-274.
- Cardoso-Silva, C. B. & Oliveira, A. C. (2013) Como os livros didáticos de biologia abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade. *Ciência e Educação*, 19 (1), 169-180.
- Champe, P. & Harvey, R. (1997) *Bioquímica Ilustrada*. 2 Ed. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda.
- Dewey, J. *Democracia e educação: introdução à filosofia da educação*. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/hfe/dewey>>. Acesso em: 3 novembro de 2013.
- Ferreira, A. M. & Soares, C. A. A. A. (2008) Aracnídeos peçonhentos: análise das informações nos livros didáticos de ciências. *Ciência e Educação*, 14 (2), 307-314.
- França, V. H. et al. (2011) Análise de conteúdo das Leishmanioses em livros didáticos de ciências e biologia indicados pelo Programa Nacional de Livros Didáticos (2008/2009). *Ciências e Educação*, 17 (3), 624-644.
- Freire, P. (1996) *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 25ª Ed. São Paulo: Paz e Terra.
- Gioppo, C. (2012) Pollyana, tome a pílula vermelha! Mas, e depois?: revisando o preconceito de gênero nas avaliações dos livros didáticos de ciências. *Contexto e Educação*, Ed. Unijuí, 88, 103-125.
- Guyton, A. C.; Hall, J. E. (2006) *Tratado de fisiologia médica*. 11ª Ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan.
- Lorenzetti, L. & Delizoicov, D. (2001) Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, 3, (1), 1-17.
- Ministério da Educação; Secretaria de Educação Fundamental (2015) *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: Autores.
- Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica. (2006) *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Autores.
- Netter, F. (2006) *Atlas de anatomia humana*. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas.
- Orlandi, E. M. (2011) *Análise do conteúdo de parasitoses em livros didáticos do ensino fundamental*. 171 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- Pezzi, A. C. et al. (2010) *Biologia*. 1ª ed., vol. único. São Paulo: Ed. FTD.
- Pitombo, M. A. et al. (2007) Conceitos de gene e ideias sobre função gênica em livros didáticos de biologia celular e molecular do Ensino Superior. *Contexto e Educação*, Ed. Unijuí, 77, 81-110.

- Ribeiro, R. M. L & Martins, I. (2007) O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de física. *Ciência e Educação*, 13, (3), 293-309.
- Rosa, M. A. (2009) *Os fungos na escola: análise dos conteúdos de micologia em livros didáticos no ensino fundamental de Florianópolis*. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- Ruppenthal, R. & Schetinger, M. R. C. (2013) O sistema respiratório nos livros didáticos de Ciências das séries iniciais: uma análise do conteúdo, das imagens e atividades. *Ciência e Educação*, 19, (3), 617-632.
- Silva, M. R. et al. (2013) A história da dupla hélice do DNA nos livros didáticos: suas potencialidades e uma proposta de diálogo. *Ciências e Educação*, v. 19, n. 3, 599-616.
- Vidal, P. H. & Porto, P. A. A. (2012) A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. *Ciência e Educação*, 18 (2), 291-308.
- Vitorino, A. (2009) *Biologia*. 1ª ed, 2º vol. Porto Alegre: Ed. Alegre Poa.
- Werneck, H. (1987) *Ensinamos demais, aprendemos de menos*. Petrópolis: Vozes.
- Xavier, M. C. F. et al. (2006) A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia do Ensino Médio. *Ciências e Educação*, 12 (3), 275-289.