

Bacteriologia na Educação Básica: como esse tema é abordado nos livros didáticos?

Thamara de Medeiros Azevedo
Luiz Sodré Neto

RESUMO

A bacteriologia está entre diversas áreas das Ciências Biológicas que permitem inúmeras possibilidades de relação com aspectos comuns do cotidiano. No entanto, contraditoriamente ao interesse que possa despertar nos estudantes, o seu estudo continua sendo executado de maneira tradicional, utilizando-se o livro didático como principal ou único recurso disponível. Partindo desse pressuposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a forma com que a bacteriologia encontra-se inserida nos livros utilizados por quatro escolas do Município de Cuité, PB. Considerando que a temática é estudada no 7º Ano do Ensino Fundamental e 2º Ano do Ensino Médio, foram analisados onze livros didáticos entre obras de Ciências e Biologia, com base em aspectos qualitativos gerais e específicos acerca do tema. Verificou-se que a maioria dos livros didáticos analisados, apesar de não conterem erros conceituais graves, apresentam insuficiências e inadequações quanto à abordagem da temática, o que pode comprometer a aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de Ciências e Biologia. Material Didático. Dificuldades de Aprendizagem. Aprendizagem Significativa.

Bacteriology in Basic Education: How this theme is approached in the textbooks?

ABSTRACT

Bacteriology is among several areas of Biological Sciences that allow numerous possibilities for relations with common aspects of everyday. However, despite arousing students attention, the theme has been worked in the traditional way, and often using the textbook as the main or the only one resource to teach. Based on this assumption, this work aimed to analyze the way in which bacteriology is inserted in the books used by four schools in the Cuité City, State of Paraíba, Brazil. Given that the subject is studied in 7th year of elementary school and 2nd year of high school, eleven textbooks of science and biology were analyzed based on general and specific qualitative aspects of the topic. It was found that most of the textbooks examined, although not containing serious conceptual errors, have weaknesses and inadequacies regarding the approach to the subject, which may compromise student learning.

Keywords: Science and biology teaching. Teaching material. Learning difficulties. Meaningful learning.

Thamara de Medeiros Azevedo é Licenciada em Ciências Biológicas. Endereço para correspondência: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), 58175-000 Cuité/PB, Brasil. E-mail: thamarabio@outlook.com

Luiz Sodré Neto é Doutor em Ciências na área de Ecologia e Recursos Naturais – UFSCar – SP. Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Endereço para correspondência: Unidade Acadêmica de Educação, Centro de Educação e Saúde, Olho D'água da Bica S/N, 58175-000 Cuité/PB, Brasil. E-mail: luizsodre@ufcg.edu.br

Recebido para publicação em 17/3/2014. Aceito, após revisão, em 11/07/2014.

Acta Scientiae	Canoas	v.16	n.3	p.631-647	set./dez. 2014
----------------	--------	------	-----	-----------	----------------

INTRODUÇÃO

Atualmente, as Diretrizes Curriculares Nacionais preconizam que o ensino deve promover a formação de cidadãos críticos, capazes de atuar de maneira consciente na sociedade. Contudo, há um distanciamento entre o objetivo da educação e a realidade escolar, considerando-se o fato de que as instituições de ensino, muitas vezes, estão focadas em aprovar os estudantes apenas para as séries posteriores ou para exames vestibulares (ALVES; BUSARELLO; GIANNOTTI, 2006).

Nesse contexto de educação, vale mencionar que as Ciências Biológicas apresentam como objeto de estudo a vida e todas as suas manifestações, possibilitando, portanto, a relação de conteúdos com aspectos comuns ao cotidiano. Todavia, contraditoriamente ao interesse que possa despertar nos estudantes, o seu ensino continua sendo efetuado de maneira tradicional, contando com o auxílio do livro didático como principal fonte de apoio (BRASIL, 1998). Os livros didáticos tornaram-se aliados indispensáveis para muitos professores que os utilizam apenas como um guia de conteúdos, deixando de lado a relação direta que eles possuem com a qualidade de ensino (BARROS et al., 2013).

A história do livro começou a mudar no Brasil com a implementação do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) pelo MEC, em 1985, o qual passou a distribuir gratuitamente livros para as escolas da rede pública e garantiu aos professores a liberdade de escolha do material a ser utilizado durante três anos letivos. Em 2004, o PNLD expandiu sua oferta para o Ensino Médio com a criação do Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) (SANTOS; CARNEIRO, 2006). A partir dessa efetiva imersão em instituições escolares, o livro didático passou a desempenhar o papel indispensável de auxiliar a profissão docente. Não obstante, esse fato, aliado à capacitação ineficiente e precárias condições de trabalho dos professores, contribuiu para que sua maioria se restringisse unicamente ao conteúdo descrito nas obras didáticas (SILVA; ALVES; GIANNOTTI, 2006). Diante da empregabilidade atribuída ao livro didático, é crescente o número de trabalhos disponíveis em periódicos e apresentados em encontros científicos que objetivam analisar a qualidade e eficácia desse material para o processo de construção de conhecimentos pelos estudantes.

Considerando que as disciplinas de Ciências e Biologia possuem como objeto de estudo a vida em todos os níveis de complexidade, pesquisas com o intuito de analisar como estão sendo abordados nos livros didáticos alguns ramos específicos, considerados de difícil compreensão, possibilitam o conhecimento de limitações que podem comprometer a aprendizagem dos alunos.

No ensino de Ciências e Biologia, o livro assume uma função ainda mais determinante, haja vista que, muitas vezes, consiste no único material de referência disponível para alunos e professores (BATISTA; CUNHA; CÂNDIDO, 2010). Dentre as áreas do conhecimento abrangidas pelas Ciências Biológicas, a microbiologia está entre as que possibilitam inúmeras relações com o cotidiano, contudo, pela sua natureza microscópica, enfrenta algumas dificuldades tanto no ensino quanto na aprendizagem.

Pesquisas recentes indicam a prevalência de concepções alternativas em detrimento ao conhecimento científico, considerando o entendimento equivocado dos alunos ao relacionar microrganismos estritamente a doenças e efeitos negativos (ALBUQUERQUE; BRAGA; GOMES, 2012), assim como a importância de se estudar os microrganismos pela contribuição de informações sobre a prevenção de doenças (ANTUNES; PILEGGI; PAZDA, 2012).

É comum verificar que os estudantes tendem a reduzir microrganismos apenas a bactérias e algumas vezes a fungos (ALBUQUERQUE; BRAGA; GOMES, 2012). Contudo, apesar das pessoas geralmente relacionarem bactérias a doenças, a maioria desses microrganismos é indispensável para a manutenção da vida na Terra, sendo responsáveis pelo equilíbrio do ambiente por meio da reciclagem dos elementos químicos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012). Estes seres possuem um grande potencial econômico, com a produção de medicamentos e alimentos, além do seu emprego em técnicas de engenharia genética, possibilitando a fabricação de hormônios como a insulina, por exemplo. Adicionalmente, praticamente todos os seres vivos, incluindo os seres humanos, dependem de relações simbióticas estabelecidas com certas espécies de bactérias que contribuem tanto para a defesa do seu organismo, quanto para a produção de vitaminas e digestão dos alimentos (BRANDÃO, 2011).

O motivo para a permanência do pensamento equivocado pode ser justificado pelo fato de que as concepções alternativas trazidas pelos estudantes, por vezes, distanciam-se dos conhecimentos científicos, resultado da influência de outros veículos de informação. Considerando ainda que a maioria das escolas não dispõe de um laboratório de Ciências Biológicas, a microbiologia continua sendo abordada de maneira estritamente conceitual e teórica (ANTUNES; PILEGGI; PAZDA, 2012). Dessa forma, apesar das inúmeras possibilidades de relação com o cotidiano, o ensino restrito a aulas teóricas pode contribuir para um aparente distanciamento com as experiências cotidianas, dificultando conseqüentemente que a aprendizagem significativa seja efetivada. Aprendizagem esta que, segundo Ausubel (1980), é mais eficaz quanto maior for a relação entre o novo conceito ou conhecimento e os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Diante do fato de que o livro didático continua sendo a principal, quando não única fonte de referência para o ensino, é de suma importância que pesquisas sejam intensificadas no sentido de analisá-los quanto ao tema bacteriologia tanto nas obras didáticas destinadas ao Ensino Fundamental quanto nas dedicadas ao Ensino Médio, já que as dificuldades advindas da disciplina de Ciências podem ser reforçadas em Biologia. Os livros devem ser avaliados com ênfase em aspectos que influenciem na aprendizagem significativa do tema.

Nessa perspectiva, o presente estudo se justifica pela escassez de trabalhos dedicados à análise da abordagem da bacteriologia na Educação Básica, considerando sua relevância para a formação de cidadãos críticos e conscientes das contribuições exercidas pela maioria das bactérias para a manutenção e funcionamento dos ecossistemas.

METODOLOGIA

Considerando o universo de livros didáticos empregados na Educação Básica brasileira, foram selecionadas para análise as obras de Ciências e Biologia utilizadas em quatro escolas do município de Cuité, Paraíba, sendo duas da Rede Estadual e duas da Rede Particular de Ensino.

A seleção dos livros didáticos teve como premissa fundamental as etapas da Educação Básica em que a bacteriologia é tradicionalmente abordada, correspondendo ao 7º Ano do Ensino Fundamental e ao 2º Ano do Ensino Médio. Como último critério para a seleção, optou-se por analisar as obras didáticas que foram utilizadas por professores e alunos no ano letivo de 2013, bem como as edições anteriores que eventualmente se encontraram disponíveis para pesquisa nas bibliotecas das instituições de ensino selecionadas para o estudo. Com base nos critérios estabelecidos, foi escolhido para a análise um total de três livros de Ciências (Tabela 1) e oito de Biologia (Tabela 2). Cada uma das obras está referida ao longo trabalho por meio dos códigos estabelecidos de acordo com as tabelas 1 e 2.

TABELA 1 – Lista de livros de Ciências utilizados em escolas da rede Estadual e Particular de Ensino do município de Cuité, Paraíba (C= livro de Ciências).

Código	Obra	Autor	Editora	Ano de edição
C1	Ciências Naturais – Aprendendo com o Cotidiano	CANTO, E.	Moderna	2009
C2	Objetivo Júnior – Ciências	COSTA, L.	SOL Soft's	2013
C3	Ciências	GEWANDSZNAJDER, F.	Abril	2012

Fonte: dados da pesquisa

TABELA 2 – Lista de livros de Biologia utilizados em escolas da rede Estadual e Particular de Ensino do município de Cuité, Paraíba (B= livro de Biologia).

Código	Obra	Autor	Editora	Ano de edição
B1	Biologia vol. único	MARCOS, A. A.; CROZETTA, S. L.	IBEP	2005
B2	Biologia vol. único	LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.	Ática	2005
B3	Biologia vol. único	LAURENCE, J.	Nova Geração	2005
B4	Biologia vol. 2	SILVA, C. J.; SASSON, N.; JÚNIOR, C.	Saraiva	2010

Código	Obra	Autor	Editora	Ano de edição
B5	Biologia vol. 2	AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R.	Moderna	2004
B6	Biologia Hoje vol. 2	LINHARES, S. GEWANDSZNAJDER, F.	Ática	2010
B7	Objetivo - Biologia	MORANDINI, C.; BELLINELLO, L. C.	SOL Soft's	2013
B8	Biologia	PAULINO, W. R.	Abril	2013

Fonte: dados da pesquisa.

Os livros selecionados foram analisados individualmente com base em aspectos qualitativos gerais e específicos acerca do tema “bacteriologia”. Para isso foi utilizada, como auxílio, uma ficha para análise de livros didáticos adaptada de Bandeira, Stange e Santos (2012) – Tabela 3.

TABELA 3 – Ficha de avaliação para análise dos livros didáticos: adaptada de Bandeira, Stange e Santos (2012).

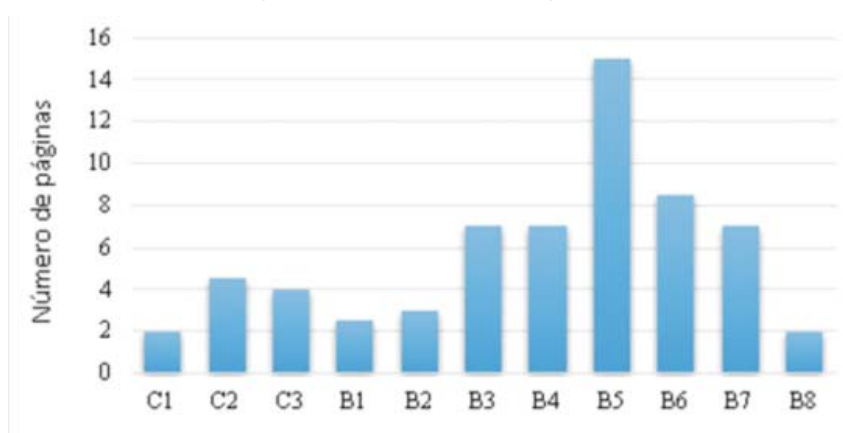
Categories	Criteria
Conteúdos – aspectos teórico-metodológicos	Presença do conteúdo
	Número de páginas dedicadas ao assunto
	Clareza conceitual
	Ausência de erros conceituais
	Contextualização
Recursos visuais	Adequação ao nível de ensino
	Imagens com legendas autoexplicativas
	Coerência de imagens com o texto
Análise específica	Tipo de imagens (fotos/desenhos/esquemas)
	Estrutura bacteriana
	Reprodução
	Nutrição
Atividades	Importância das bactérias
	Saúde humana (doenças bacterianas)
	Proposição de questões ao final do capítulo
	Proposição de questões que priorizam a problematização
	Proposição de experimentos simples

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conteúdos – aspectos teórico-metodológicos

O conteúdo referente à bacteriologia foi contemplado em todos os 11 livros didáticos analisados. A importância destinada a um determinado assunto nos livros didáticos pode ser estabelecida, por exemplo, por meio do número de páginas que o autor dedica a sua abordagem (CARLINI-COTRIM; ROSEMBERG, 1991 *apud* BATISTA; CUNHA; CÂNDIDO, 2010). Nesse sentido, enquanto em alguns livros o tema foi restrito a duas ou três páginas, outros abrangeram o conteúdo com sete a quinze páginas (Figura 1). Portanto, pôde-se constatar que alguns autores deram maior relevância ao estudo de bactérias.

FIGURA 1 – Número de páginas dedicadas ao tema bacteriologia nos livros didáticos analisados.



Os critérios de análise como clareza conceitual, ausência de erros conceituais e adequação ao nível de ensino, considerados aspectos relevantes para um livro didático eficiente, foram contemplados adequadamente em todas as obras. Contudo, os livros C1 e B1 apresentaram erros conceituais que podem influenciar na aprendizagem do tema. Em geral, esses conceitos estavam relacionados à descrição equivocada das bactérias como sendo as formas de vida mais simples, além da consideração da classificação filogenética desses seres em Reinos ao invés de Domínios, como no caso da introdução ao que os autores consideraram como “Reino Monera”, e como no que é demonstrado no trecho informado pela obra C1: “*As bactérias são os organismos mais simples conhecidos. São unicelulares procariotos e existem centenas de espécies diferentes já identificadas*”.

Como os autores apresentaram esse tipo de informação, seria fundamental deixar claro que as bactérias são as formas de vida mais simples sob o ponto de vista estrutural. Haja vista que essa aparente simplicidade pode acabar subestimando, por exemplo, a incrível capacidade de reprodução desses organismos em condições favoráveis e as

importantes funções desempenhadas por eles para a vida na Terra, podendo-se citar produção primária, fixação de nitrogênio atmosférico, decomposição e relações ecológicas. Portanto, sob a perspectiva funcional, as bactérias tornam-se mais eficientes do que outros seres considerados mais complexos.

Quanto à filogenia, a descoberta da existência de microrganismos e o avanço dos estudos sobre a evolução dos seres vivos conduziram estudiosos a propor novos sistemas de classificação. Nesse contexto, Robert Whittaker se destacou por propor em 1959 a classificação dos seres vivos em cinco reinos: Reino Monera, Reino Protista, Reino Fungi, Reino Animalia e Reino Plantae. Essa proposta predominou como preferência entre os autores até que em 1977 Carl Woese, um dos pioneiros nos estudos de filogenia molecular, fez diversas comparações entre as moléculas de RNA que formam os ribossomos e verificou que os eucariotos são muito similares entre si, em contrapartida os procariotos formam dois grupos distintos. A partir dessas constatações, Woese agrupou todos os eucariotos no Domínio Eucarya, enquanto que os procariotos foram reunidos em dois Domínios distintos: o Domínio Achaea e o Domínio Bacteria (LOPES; HO, 2014).

Com base na proposta de Woese, atualmente aceita para a classificação dos seres vivos, as bactérias foram agrupadas no Domínio Bacteria, e conseqüentemente o Reino Monera deixou de existir. A partir do exposto, sete entre as onze obras analisadas – C2, B1, B2, B3, B4, B7, B8 – apresentaram incoerência quanto à classificação das bactérias, levando-se em consideração que todas elas as definiram como representantes do Reino Monera. Apenas as obras C1, C3, B5 e B6 agruparam adequadamente as bactérias no Domínio Bacteria.

Para Ferreira e Aires (2010), a educação deve ser promovida de maneira contextualizada, possibilitando aos estudantes a compreensão dos conhecimentos científicos por meio de sua aplicação na realidade que os cerca. Partindo desse pressuposto, não é suficiente que o livro, principal elemento norteador do ensino, possua linguagem clara e ausência de erros conceituais se não tiver como prioridade o reconhecimento de mundo dos alunos (VASCONCELOS; SOUTO, 2003). Em todas as obras analisadas, o critério de contextualização foi contemplado, sendo mais representativo em algumas obras do que em outras.

Considerando que os livros de Ciências possuem como público-alvo estudantes mais jovens, prevaleceu a contextualização feita por meio de leituras complementares, de maneira a motivar o interesse e a aprendizagem dos alunos. O livro C2 apresentou uma leitura complementar descrevendo que o fenômeno conhecido como “cheiro de terra molhada” é causado pela ação de uma espécie inofensiva de bactérias (*Streptomyces coelicolor*). A obra C3, por outro lado, mencionou alguns alimentos, enfatizando que todos eles são feitos com o auxílio de bactérias. Portanto, ambas as contextualizações são facilmente reconhecidas pelos alunos, podendo contribuir para a desconstrução da ideia de que bactérias são sinônimos de efeitos negativos.

No livro C1, o autor apresentou um conceito amplamente conhecido e difundido no cotidiano, o fato de que alimentos contaminados por bactérias podem atuar na transmissão de doenças. Contudo, deve-se atentar para que essa forma de contextualização não

favoreça a perpetuação de um conceito equivocado, porque apesar de *a priori*, motivar o interesse dos estudantes para o conteúdo a ser estudado, em um segundo momento pode contribuir como reforço conceitual para a concepção equivocada de que bactérias são sinônimos de perigo.

Os livros de Biologia, no geral, apresentaram uma maior variação com relação ao número de contextualizações. Grande parte dos livros didáticos procuraram apresentar algumas importâncias das bactérias para contextualizar o conteúdo, como foi observado nas obras B1, B3, B6, B7, B8, enquanto que os livros B2 e B4 buscaram advertir os estudantes acerca da existência de bactérias patogênicas em alimentos e objetos utilizados frequentemente no cotidiano, como observa-se no fragmento retirado da obra B4: *“Basta teclar algumas poucas teclas para o usuário de computador ficar com os dedos cheios de fungos, bactérias e vírus. O teclado é um verdadeiro parque de diversão para esses inimigos invisíveis”*. Como já enfatizado anteriormente, apesar de contextualizações dessa natureza terem certa eficácia em atrair a atenção dos alunos, quando não trabalhadas adequadamente podem acabar reforçando a concepção de que bactérias são responsáveis unicamente por efeitos negativos. Sobretudo para o caso da terceira notícia apresentada, na qual além das bactérias serem referidas como “inimigos invisíveis”, posteriormente os autores utilizaram a expressão inadequada “bichinhos nada amigáveis” para nomeá-las, já que estas não deveriam ser consideradas como animais.

Em contrapartida, o livro B5 apresentou uma melhor adequação quanto à apresentação de contextualizações, considerando que, além de estarem presentes em leituras complementares, também foram inseridas no próprio texto do capítulo intitulado “Bactérias” no qual estes seres foram considerados adequadamente pertencentes ao Domínio Bactéria. A forma de abordagem buscou facilitar a compreensão de determinados conceitos. Esse aspecto consistiu em uma excelente estratégia dos autores, tendo em vista que conforme Araújo e Porpino (2010), os textos complementares, no geral, não são tão bem explorados em sala de aula como o texto do capítulo propriamente dito. Nessa perspectiva, contextualizações inseridas unicamente em leituras complementares podem acabar sendo desconsideradas por alunos e professores, e assim não contribuirão adequadamente para a aplicação do conhecimento.

Recursos visuais

Os recursos visuais nos livros didáticos quando aliados aos conceitos informados por meio da linguagem verbal atuam como elementos vitais na comunicação dos conhecimentos científicos (COUTINHO; SOARES, 2010). Quando o tema a ser abordado trata-se de natureza microscópica, como a bacteriologia, por exemplo, as imagens assumem uma função ainda mais determinante, possibilitando a representação visual de conceitos que exigem um nível de abstração relativamente alto. No entanto, as relações imagem-texto nem sempre possuem a mesma eficiência como subsídio na construção do conhecimento. Para Vasconcelos e Souto (2003), uma figura eficiente deve apresentar

três requisitos básicos: ter legenda autoexplicativa, apresentar coerência com o texto e ser inserida logo após a descrição contida no texto.

Partindo desse pressuposto, todos os livros analisados apresentaram uma quantidade significativa de imagens intercaladas ao texto escrito. No entanto, quanto ao critério de legendas autoexplicativas, as imagens em duas obras não se encontraram adequadas. No livro B1 todas as figuras presentes no capítulo “Reino Monera” não continham legendas, o que pode acabar comprometendo o entendimento das figuras.

A obra C2, por outro lado, apesar de ter representado todas suas imagens com legendas, a maioria delas não estava adequada para o esclarecimento das figuras. Especialmente nas fotos provenientes de microscopia eletrônica, nas quais o autor apenas citou qual a espécie representada, sem, no entanto, descrever a ampliação da imagem e deixar claro que as cores ilustradas são artificiais. De acordo com Vasconcelos e Souto (2003), os autores devem atentar para o cuidado em não permitir que as imagens levem o aluno a uma concepção errônea da realidade. No caso das imagens de microscopia, imprecisões nas legendas como a ausência dos respectivos aumentos podem contribuir para que os estudantes não tenham ideia das proporções dos organismos representados.

A coerência de imagens com o texto verbal apresentou-se inadequada em seis dos onze livros analisados. Conforme Coutinho e Soares (2010), existem dois princípios quanto ao critério de interesse: o primeiro definido como “complementaridade texto/imagem”, no qual as informações descritas no texto devem estar contempladas na imagem, e o segundo, como “complementaridade imagem/texto”, no qual elementos inseridos na imagem devem ser mencionados no texto. Segundo os autores, a harmonia entre os dois princípios pode evitar que o estudante perca tempo na busca de um conceito não contemplado ou até mesmo desconsidere uma informação citada no texto e não na figura ou vice-versa.

As obras que não contemplaram os critérios acima apresentaram inadequações marcadamente no desenho esquemático da estrutura bacteriana. Os livros C2, B1, B3 e B7 não atentaram ao critério complementaridade imagem/texto, considerando que ilustraram no esquema da estrutura bacteriana elementos não descritos no texto verbal, a exemplo de: parede celular, cápsula, plasmídeos, fímbrias, *pili*, flagelos e ribossomos. Como afirmam Batista, Cunha e Cândido (2010), a presença de estruturas apenas na imagem pode levar os estudantes à interpretação errônea de que elas não são relevantes e que estão representadas meramente por caráter ilustrativo. Em contrapartida, os livros B1, B4, B6 e B8 não satisfizeram o critério de complementaridade texto/imagem, haja vista que referenciaram no texto verbal as estruturas conhecidas como plasmídeos, as quais não foram sinalizadas na figura.

A obra C1 apresentou uma insuficiência mais grave com relação ao critério complementaridade imagem/texto, considerando que o autor inseriu o desenho esquemático da estrutura bacteriana sem mencionar qualquer aspecto acerca do mesmo no texto verbal. Portanto, a menos que a imagem seja trabalhada pelo professor em sala de aula, ela poderá ser desconsiderada pelos estudantes, não contribuindo assim para que a aprendizagem sobre a anatomia funcional das bactérias seja concretizada.

Segundo Martins et al., (2003), o fornecimento de uma maior diversidade de representações visuais nos livros didáticos contribui para uma melhor inter-relação conceitual com a realidade. Quanto a esse aspecto, recursos como fotos, desenhos ilustrativos e esquemas encontraram-se contemplados de maneira semelhante em todas as obras analisadas, contando com um predomínio de fotografias provenientes de microscopia eletrônica, seguidas por desenhos esquemáticos, fornecendo assim subsídios para uma melhor visualização do universo microscópico no qual se encontram incluídas as bactérias.

Análise específica

Estrutura bacteriana – Apesar da diversidade de células existentes, todas elas podem ser classificadas em dois grandes grupos, procarióticas e eucarióticas, com base em características morfológicas e funcionais. Estruturalmente mais simples que os eucariotos, os procariotos incluem as bactérias e arqueias. As células procarióticas são desprovidas de organelas envolvidas por membranas e sua estrutura básica é composta por citoplasma, ribossomos, membrana plasmática e nucleóide. A parede celular está presente na maioria das bactérias, e exteriormente a ela podem ser encontradas as estruturas conhecidas como glicocálice, flagelos, fímbrias e *pili* (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

A maioria dos livros analisados descreveu a estrutura bacteriana de maneira superficial, especialmente pela omissão de informações relevantes para a aprendizagem. Nesse contexto, as obras C3, B1 e B2 apresentaram de forma insuficiente o conteúdo acerca da estrutura bacteriana, ressaltando apenas seus componentes básicos, sem mencionar quaisquer outras estruturas que podem estar presentes. Cabe ressaltar ainda que as estruturas foram citadas sem a devida ênfase nas funções por elas desempenhadas.

O livro B4 apresentou a estrutura bacteriana de maneira mais abrangente. Nesse, todas as estruturas que compõem as bactérias encontraram-se mencionadas; no entanto, o autor priorizou caracterizá-las quanto à composição, em detrimento de suas funcionalidades. O fato de não haver informações acerca das funções desempenhadas pela maioria das estruturas citadas pode acabar comprometendo a compreensão dos alunos sobre a relevância de se estudar a estrutura bacteriana.

Em contrapartida, apesar de nas obras C2, B3, B6, B7 e B8 as estruturas terem sido vinculadas às suas respectivas funções, todas elas omitiram pelo menos uma das estruturas que esses organismos podem possuir, consistindo, portanto, em uma deficiência considerável quanto à abordagem da estrutura bacteriana.

A única obra considerada como totalmente insatisfatória na apresentação do conteúdo em questão foi o livro C1. Nesse, o autor apenas relatou que as bactérias são organismos unicelulares procariotos, sem fazer qualquer menção às estruturas que podem constituí-las. Por outro lado, a obra B5 se destacou como totalmente satisfatória, considerando que apresentou todas as estruturas que as bactérias podem possuir, adequando ainda as funções desempenhadas por cada uma delas.

Nutrição – Com relação aos padrões nutricionais, as bactérias podem ser classificadas em dois grandes grupos a partir de sua fonte de carbono: as autotróficas (fototróficas e quimiotróficas), que utilizam dióxido de carbono, e as heterotróficas (fotoheterotróficas e quimioheterotróficas), que dependem de uma fonte de carbono orgânica. Conhecer as exigências nutricionais das bactérias é um pré-requisito fundamental para a compreensão de como as bactérias podem habitar ambientes distintos.

Cinco das obras analisadas (C1, B1, B2, B3 e B7) definiram a nutrição bacteriana de forma superficial, sem ressaltar as diferenças existentes entre as bactérias autotróficas e heterotróficas. No geral, essas obras apenas citaram os termos resumidamente, induzindo dessa forma os alunos à mera reprodução de um conceito estabelecido, como demonstra o seguinte trecho do livro B2: “A maioria é heterotrófica, mas algumas realizam fotossíntese ou quimiossíntese (autotróficas). Podem obter energia por processos aeróbios ou anaeróbios”.

Os demais livros abrangeram a nutrição bacteriana de forma satisfatória, distinguindo adequadamente as bactérias autótrofas de heterótrofas, assim como as suas subdivisões, contribuindo, dessa forma, para que os alunos possam compreender melhor os padrões nutricionais desses microrganismos.

Reprodução – As bactérias normalmente se reproduzem assexuadamente por fissão binária ou cissiparidade. E apesar de não apresentarem reprodução sexuada, esses microrganismos podem realizar recombinação genética por meio de processos conhecidos como transformação, transdução e conjugação. Conforme Tortora, Funke e Case (2012), entender o mecanismo de reprodução bacteriana e as condições necessárias para que ele ocorra é essencial para controlar ou inibir o crescimento de bactérias patogênicas e causadoras de deterioração de alimentos, assim como, saber como estimular o crescimento de bactérias benéficas e de interesse para estudos.

Todos os livros, com exceção de B1 e C2, descreveram a reprodução bacteriana. Entretanto, alguns livros dedicaram uma abordagem insuficiente para a temática, apenas descrevendo brevemente como as bactérias se reproduzem assexuadamente, omitindo as formas pelas quais pode ocorrer a recombinação genética: é o que se observa nos livros C1 e C3. A importância dos livros didáticos contemplarem os processos que as bactérias utilizam para realizar recombinação genética se justifica pelo fato de que esse mecanismo é responsável, por exemplo, pela proliferação de bactérias resistentes a antibióticos, assim como pela produção de substâncias de interesse comercial, como a insulina.

Nesse sentido, o livro B2 definiu brevemente a reprodução assexuada e afirmou ainda que as bactérias podem apresentar uma forma de reprodução sexuada chamada de conjugação. No entanto, essa obra apresentou um erro conceitual ao afirmar que as bactérias podem se reproduzir assexuadamente por esporos, uma vez que segundo Tortora, Funke e Case (2012), os endósporos são células especializadas de “repouso”, formadas sob condições desfavoráveis – não correspondendo, portanto, a uma forma de reprodução.

Os livros B4, B6 e B8 apresentaram a reprodução assexuada, denominada como divisão simples ou cissiparidade, como sendo a principal forma de reprodução em bactérias. E apesar dos seus autores terem enfatizado corretamente que a recombinação genética pode ocorrer em algumas espécies, usando a conjugação como exemplo, os processos de transdução e tradução não foram mencionados. Apenas as obras B3 e B5 descreveram a reprodução de forma minuciosa, explicando além da divisão binária, os processos de transformação, transdução e conjugação, agrupando-os corretamente em um tópico denominado “Recombinação genética em bactérias”.

Importância das bactérias – Grande parte da população tende a conceituar equivocadamente os microrganismos como sendo essencialmente perigosos para a vida humana, em função de serem os agentes responsáveis por causar doenças graves como AIDS, meningite e tuberculose (KIMURA, et al. 2013). Contudo, esses organismos microscópicos de maneira geral desempenham um papel fundamental para a manutenção do equilíbrio biológico entre os seres vivos e as substâncias do ambiente, além de possuírem aplicações comerciais na produção de fármacos e alimentos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012). Nesta perspectiva, é indispensável que o livro didático enfoque a importância do estudo de bactérias, contribuindo para um melhor estabelecimento da relação existente entre o conteúdo e o cotidiano dos alunos, auxiliando conjuntamente na desconstrução de concepções alternativas influenciadas pelo senso comum.

Todos os livros analisados abrangeram a importância das bactérias para a vida na Terra. Contudo, em algumas das obras esse tópico foi descrito de forma superficial. Os livros C1, C2, C3, B1 e B3, por exemplo, relatam apenas algumas importâncias das bactérias, sem aprofundamento, mencionando de forma sucinta que algumas bactérias atuam decompondo restos orgânicos, na produção de alimentos e na fabricação de vitaminas no intestino humano.

Em contrapartida, o livro B6 descreveu a importância das bactérias de forma mais abrangente. Nessa obra, foram explicitadas a ação decompositora, a capacidade de fixação de nitrogênio apresentada por algumas espécies, além da utilização desses microrganismos na produção de alimentos, na biorremediação e como bioindicadores. Vale ressaltar ainda que os autores apresentaram essas informações no texto introdutório, podendo contribuir para a desconstrução precoce de possíveis concepções alternativas equivocadas.

A obra B4 contemplou a importância das bactérias em uma leitura complementar intitulada “A utilização das bactérias pelo ser humano”. Apesar de a leitura ter focado de maneira minuciosa diversas aplicações de extrema importância desempenhadas por esses organismos, a mesma encontra-se localizada no final do capítulo dedicado ao “Reino Monera”, logo após a lista de exercícios. Como já explicitado anteriormente, as leituras complementares frequentemente não são bem trabalhadas em sala de aula quanto o texto propriamente dito – portanto, esse fato, aliado à localização da leitura, pode acabar contribuindo para que o tópico seja negligenciado por alunos e professores.

As obras C3, B1, B5, B7 e B8 se assemelharam por destacar a importância das bactérias em um tópico exclusivo, no qual se encontraram contempladas diversas importâncias das bactérias, como: as ações ecológicas desempenhadas pelas

decompositoras e pelas fixadoras de nitrogênio, a aplicação de certas espécies na indústria alimentícia e farmacêutica, na engenharia genética, na utilização como bioindicadores e na biorremediação.

Saúde humana (doenças bacterianas) – Apesar de a minoria de todas as espécies de bactérias conhecidas serem de fato patogênica, o conhecimento acerca das principais doenças bacterianas é essencial para os estudantes da Educação Básica, podendo contribuir para a prevenção daquelas comuns ao cotidiano. Todavia, contrariamente à apresentação da importância das bactérias, alguns dos livros didáticos dedicam grande espaço do capítulo destinado ao “Reino Monera”, para o enfoque excessivo de doenças bacterianas – resultado semelhante ao encontrado por Beneti, Pereira e Gioppo (2009), em sua pesquisa sobre o “Reino Monera” em livros de 7º Ano do Ensino Fundamental.

Nesse contexto, as obras B2, B4 e B6 foram as que mais se destacaram quanto à abordagem excessiva de doenças bacterianas. Encontraram-se descritos nesses livros diversos exemplos de doenças causadas por bactérias, cada uma caracterizada quanto a aspectos relevantes para o seu estudo, como etiologia, sintomas, prevenção e tratamento. Contudo, pode-se afirmar que pelo espaço ocupado e a quantidade de imagens ilustrando os agentes etiológicos, ficou evidente a intenção dos autores em destinar maior enfoque para as doenças bacterianas em detrimento da importância desses microrganismos, contribuindo dessa forma como um reforço para a concepção equivocada de que bactérias estão predominantemente relacionadas com doenças.

As obras C1, C2, B1, B3 e B7, por outro lado, apresentaram uma abordagem superficial com relação às doenças bacterianas, considerando que todas elas mencionaram apenas alguns exemplos de doenças causadas por bactérias, sem fazer qualquer caracterização das mesmas.

Apenas as obras C3, B5 e B8 equilibraram adequadamente a apresentação de doenças bacterianas com a importância das bactérias. Todas essas obras descreveram as principais doenças causadas por bactérias em um tópico exclusivo, caracterizando-as quanto aos seus sintomas característicos, causa, prevenção e tratamento. Contudo, os autores foram cautelosos em não destinar um enfoque excessivo a este tópico para não reforçar a possível ideia de que bactérias são sinônimos de doenças.

Atividades

Os conceitos definidos nos livros didáticos não devem ser apenas memorizados pelos estudantes, é necessário que eles sejam reconstruídos de maneira a propiciar o desenvolvimento de sua estrutura cognitiva (VASCONCELOS; SOUTO, 2003). Nesse aspecto, as atividades propostas pelo livro didático devem desempenhar a função determinante de estimular o senso crítico do aluno e a sua capacidade de investigação e interpretação acerca do conhecimento científico.

Todos os livros analisados apresentaram exercícios propostos, geralmente situados ao final do capítulo. Contudo, houve uma divergência considerável quanto à procedência,

nível de complexidade e quantidade de questões. As obras C2, B1 e B7 foram classificadas como insatisfatórias, considerando que além de estarem limitadas em até sete questões, as respostas para solucioná-las podem ser facilmente encontradas no texto informativo. Exercícios não problematizados pouco contribuem para a ampliação acerca das ideias científicas, induzindo os alunos à mera transcrição de um conhecimento pronto e definido.

Os livros C1 e C3 propuseram até dez questões; contudo, em contraste com os livros anteriores, as perguntas foram relativamente problematizadas, exigindo dos alunos uma reflexão um pouco mais profunda para a sua resolução. Nessas obras, os autores demonstraram a preocupação em instigar o pensamento dos alunos, objetivando que os mesmos interpretassem o conhecimento científico, no lugar de apenas transcrevê-lo.

As obras B2, B3, B4, B5, B6 e B8 se assemelharam tanto por propor um número considerável de exercícios, quanto pela ordenação de questões segundo um nível de complexidade crescente: as primeiras questões discursivas foram seguidas por questões objetivas e também discursivas extraídas de exames vestibulares e do ENEM. Conforme Santos et al., (2007), a apresentação de exercícios organizados de tal maneira demonstra a intenção dos autores em motivar a capacidade interpretativa do aluno, direcionando-o à construção de um conhecimento mais elaborado, partindo de um raciocínio mais simples para o mais complexo. Por outro lado, Alves, Busarello e Giannotti (2006) afirmam que o grande espaço destinado para questões provenientes de exames vestibulares nos livros didáticos apenas reforça a ideia de que o objetivo atual do Ensino Médio é preparar os estudantes unicamente para o vestibular. Os autores justificam a sua crítica ao relatar que esses exercícios não priorizam o conhecimento de fato relevante para tornar o aluno crítico, mas aquele conhecimento vinculado exclusivamente aos exames vestibulares.

No ensino de Ciências e Biologia, a proposição de experimentos consiste em uma estratégia fundamental para instigar a capacidade investigativa dos alunos acerca do conhecimento científico. Por meio do desenvolvimento de uma situação prática, o estudante pode se aproximar do método científico, desenvolvendo coleta e interpretação de dados para formular suas próprias conclusões (VASCONCELOS; SOUTO, 2003). Considerando que o livro didático consiste no único recurso disponível para a maioria das escolas brasileiras, a presença de atividades experimentais nele incluídas pode contribuir para que o professor complemente o conteúdo teórico aplicado em sala de aula, adequando às propostas experimentais ao público e aos recursos da escola (LIMA, 2011). Entretanto, existe uma carência considerável de sugestões de experimentos na maioria dos livros didáticos analisados. Apenas a obra B1 propôs o desenvolvimento de uma atividade prática. A proposta experimental sugeriu para os estudantes utilizarem dois copos com leite, onde um deles deverá ficar dentro da geladeira e o outro em temperatura ambiente por dois dias. Em seguida, os autores questionam os alunos a refletir sobre o motivo responsável pela diferença evidente entre os dois copos após o período de dois dias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo atual de ensino preconiza a formação de cidadãos críticos e atuantes na sociedade, capazes de compreender os debates atuais que envolvem os avanços da Ciência. Contudo, essa é uma meta difícil de ser alcançada quando levamos em consideração que nos livros didáticos, principal ferramenta de apoio para a profissão docente, ainda persistem estímulos à memorização, seja na linearidade com que o conteúdo é descrito, ou nas atividades propostas que priorizam a mera transcrição de informações. Os resultados obtidos a partir da análise apontam que a bacteriologia encontra-se explanada, na maioria dos livros, de maneira superficial, denotando pouca ênfase à importância das bactérias e contando com limitadas possibilidades de relação do conteúdo com temas atuais, tornando o seu estudo menos atrativo para os alunos.

A análise descrita nesse estudo teve como ênfase apenas a bacteriologia – portanto, não é possível afirmar que esses livros encontram-se inadequados para instituições de ensino. Contudo, partindo da importante função desempenhada pelo livro para a Educação Básica, é necessário que haja algumas reformulações para que o estudo de bactérias assuma o destaque necessário. Considerando que apesar de sua natureza microscópica, a bacteriologia é um dos conteúdos das Ciências Biológicas mais relacionados ao cotidiano, os autores devem destinar uma maior relevância em aspectos que realmente contribuam para a relação do conteúdo com as experiências dos alunos, assim como os professores não devem desconsiderar aquelas concepções que os estudantes possuem, mas aproveitá-las como ponto de partida para a construção de um conhecimento mais elaborado. Cabe ao docente assumir ainda um olhar crítico quanto ao livro didático, mesclando as suas informações com outras atividades que possam estimular o senso crítico e investigativo do estudante, além da superação de concepções equivocadas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. G.; BRAGA, R. P. S.; GOMES, V. Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, Rio de Janeiro, v.2, n.1, p.58-64, 2012.
- ALVES, L. F. A.; BUSARELLO, G. D.; GIANNOTTI, S. M. Os artrópodes nos materiais didáticos utilizados em escolas da rede Particular do Ensino Médio em Cascavel, PR. *Revista Varia Scientia*, Paraná, v.6, n.12, p.107-120, 2006.
- ANTUNES, C. H.; PILEGGI, M.; PAZDA, A. K. Por que a visão científica da microbiologia não tem o mesmo foco na percepção da microbiologia no ensino médio? In.: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 3., *Atas...* 2012, Ponta Grossa.
- ARAÚJO, H. I. J.; PORPINO, K. O. Análise da abordagem do tema paleontologia nos livros didáticos de Biologia. *Anuário do Instituto de Geociências*, Rio de Janeiro, v.33, n.1, p.63-72, 2010.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

- BANDEIRA, A.; STANGE, C. E. B.; SANTOS, J. M. T. Uma proposta de critérios para análise de livros didáticos de ciências naturais na educação básica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 3., Atas..., 2012, Ponta Grossa.
- BARROS, M. F. et al. Análise da abordagem sobre pteridófitas em livros didáticos de ciências do Ensino Fundamental. *Acta Scientiae*, Rio Grande do Sul, v.15, n.2, p.321-337, 2013.
- BATISTA, M. V. A.; CUNHA, M. M. S.; CÂNDIDO, A. L. Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Rev. Ensaio*, Belo Horizonte, v.12, n.1, p.145-158, 2010.
- BENETI, J. S.; PEREIRA, S. I. R.; GIOPPPO, C. 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., Paraná, 2009. *Resumos...* Paraná, 2009.
- BRANDÃO, A. Bactérias, essas velhas, perigosas e benéficas conhecidas. *Pharmacia Brasileira*, Brasília, n.83, p.17-21, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais/ Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- COUTINHO, F. A.; SOARES, A. G. Restrições cognitivas no livro didático de biologia: um estudo a partir do tema “ciclo do nitrogênio”. *Rev. Ensaio*, Belo Horizonte, v.12, n.2, p.137-150, 2010.
- FERREIRA, V. R.; AIRES, J. A. Contextualização nos livros didáticos de Química: uma análise do PNLEM/2008. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília. *Resumos...* Brasília, UnB, 2010.
- KIMURA, A. H. et al. Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. *Revista Conexão UEPG*, Paraná, v.9, n.2, p.254-267.
- LIMA, T. M. F. *Propostas de atividades experimentais em livros didáticos de Biologia*. 2011. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2011.
- LOPES, S. G. B. C.; HO, F. F. C. Panorama histórico da classificação dos seres vivos e os grandes grupos dentro da proposta atual de classificação. *Módulo 3: Diversidade Biológica e Filogenia*. São Paulo: USP/UNIVESP, 2014.
- MARTINS, I. et al. Uma análise das imagens nos livros didáticos de ciências para o Ensino Fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. *Orais...* Bauru, 2003.
- SANTOS, J. C. et al. Análise comparativa do conteúdo *filo mollusca* em livro didático e apostilas do ensino médio de Cascavel, Paraná. *Ciência & Educação*, São Paulo, v.13, n.3, p.311-322, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; CARNEIRO, M. H. S. Livro Didático de ciências: fonte de informação ou apostila de exercícios? *Revista Contexto e Educação*, Rio Grande do Sul, v.21, n.76, p.201-222, 2006.

SILVA, E. R. L.; ALVES, L. F. A.; GIANNOTTI, S. M. Análise do conteúdo de Artrópodes em livros didáticos de biologia do ensino médio e o perfil do professor: estudo de caso. *Revista Varia Scientia*, Paraná, v.6, n.11, p.83-98, 2006.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, L. C. *Microbiologia*. Porto Alegre: Artmed, 2012.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, São Paulo, v.9, n.1, p.93-104, 2003.