

# Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia

Viviane Barneche Fonseca  
Vera Lucia Bobrowski

## RESUMO

Um dos principais recursos didáticos utilizados por grande parte dos professores é o livro didático. Sabe-se da sua importância, pois auxilia o docente em sua prática pedagógica, além de ser considerado uma fonte de informação aos alunos. Com os avanços biotecnológicos, faz-se necessária a inserção de novos temas na sala de aula e a atualização desse material. Assim, o objetivo deste trabalho é investigar como a Biotecnologia é abordada nos livros didáticos. Para isto, iniciou-se um trabalho de pesquisa na forma de questionário semiaberto com dez professores de Biologia do Ensino Médio de escolas públicas de Pelotas/RS, através do qual se buscou verificar dentre os autores recomendados pelo PNLD 2012 quais eram considerados preferência entre os docentes, a fim de analisar posteriormente alguns aspectos das obras vinculados à Biotecnologia, como: temas, forma de abordagem, imagens, exercícios propostos, questões éticas e polêmicas, presença de glossário e textos paralelos, indicações de leituras complementares e bibliografia para estudo fora da escola. Foram destacados os autores Amabis e Martho, César, Sezar e Caldini e Gewandsznajder e Linhares, sendo então analisado o volume 3 de suas obras. Para cada elemento, verificaram-se similaridades e também diferenças, sendo que as lacunas encontradas em um livro não foram as mesmas nos outros, portanto existe um equilíbrio entre as obras e a escolha de um desses livros dependerá da proposta de ensino e aprendizagem, assim como das fragilidades de cada professor. Um aspecto a se ressaltar é o fato de que os temas desenvolvidos nos livros são também aqueles presentes na mídia, fazendo-se necessária uma conexão entre esses dois meios de divulgação, abordando questões científicas aliadas aos aspectos sociais. A Biotecnologia envolve diversas implicações e devem ser discutidos os prós e contras, veracidades, omissões e possíveis consequências das suas aplicações para a sociedade e o meio ambiente, a fim de que os alunos desenvolvam sua criticidade e estejam habilitados a participar de debates, argumentando e defendendo suas opiniões próprias.

**Palavras-chave:** Biotecnologia. Ensino e aprendizagem. Livro didático. Recursos didáticos.

---

**Viviane Barneche Fonseca** é Licenciada em Biologia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas – Fisiologia Animal Comparada na Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Endereço para correspondência: Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Biologia (IB), 96010-900 – Capão do Leão, RS – Brasil. E-mail: vivianebarneche@gmail.com

**Vera Lucia Bobrowski** é Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2002). Atualmente, é Professora Associada da Universidade Federal de Pelotas. Endereço para correspondência: Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia e Genética. 96010-900 Capão do Leão, RS – Brasil. E-mail: vera.bobrowski@gmail.com

Recebido para publicação em 23/10/2014. Aceito, após revisão, em 21/08/2015.

Acta Scientiae	Canoas	v.17	n.2	p.496-509	maio/ago. 2015
----------------	--------	------	-----	-----------	----------------

# Biotechnology in school: The inclusion of the topic in Biology textbooks

## ABSTRACT

The textbook is one of the main teaching resources used by most teachers. Its importance is known, as it assists teachers in their teaching and is a source of information to students. With biotechnology advances, it is necessary to insert new themes in the classroom and to update this material. Thus, this study aims to investigate how biotechnology is discussed in textbooks. For that, a research was carried out using a semi-open questionnaire applied to ten high-school Biology teachers from public schools in Pelotas/RS, Brazil. This questionnaire verified which of the authors recommended by the 2012 National Textbook Plan (PNLD 2012) were preferred by the teachers. With this information, other aspects of the textbooks – linked to Biotechnology – were analyzed later, such as: themes, types of approach, figures, proposed exercises, ethical and controversial issues, presence of glossary and parallel texts, indications for supplementary readings, and bibliography for studies outside the school. The preferred authors were Amabis and Martho; César, Sezar and Caldini; and Gewandsznajder and Linhares. Thus, volume three of each of their books were analyzed. For each element, similarities and differences were found. The gaps found in one book were not the same in others, so there is a balance between the works and the choice of one of those books depends on the teaching and learning methods, and on the weaknesses of each teacher. One aspect to be noted is the fact that the themes developed in the books are also present in the media. Thus, it is necessary to make a connection between these two means of communication, addressing scientific issues linked to social aspects. Biotechnology has several implications. It is important to discuss the pros and cons, the truthfulness, the omissions and the possible consequences of its application to society and the environment so that students develop critical reasoning and are able to participate in debates, arguing and defending their opinions.

**Keywords:** Biotechnology. Teaching and learning. Textbook. Teaching resources.

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, novos conhecimentos relacionados à Biotecnologia estão sendo inseridos nos conteúdos habituais de disciplinas escolares. Sendo assim, a Biologia tem se destacado em debates e pesquisas acerca do ensino da Biotecnologia por apresentar temáticas principalmente associadas à Genética e à Biologia Molecular.

De acordo com documento complementar aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), conhecido como PCN+, do ano de 2002, deve ser alcançada na escola a discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia, dentre os quais a Biotecnologia é citada (BRASIL, 2002). Nos PCNEM estão previstas inúmeras competências e habilidades a serem desenvolvidas na escola, sendo uma delas essencial no caso do ensino da Biotecnologia: entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na vida pessoal, nos processos de produção, no conhecimento e na vida social, permitindo assim um posicionamento crítico dos estudantes a partir da fundamentação teórica aliada à consistência de argumentos formulados sob diversos aspectos.

Sabe-se que é através da mídia que grande parte dos temas científicos chega ao público, sendo a televisão e a internet os meios de maior divulgação e, de acordo com Silva e Freitas (2006), a escola não pode deixar de oferecer espaços para divulgar, discutir e aprofundar questões trazidas pela mídia, oportunizando que se discutam as veridades, as omissões e os significados dos termos científicos usados nos textos. Contudo, conforme Pinheiro e Schiengold (2011), em muitos ambientes escolares o Livro Didático (LD) costuma ser o principal, quando não o único material de apoio ao professor, representando fonte quase exclusiva de informação também aos estudantes.

Segundo Freitag et al. (1989), a melhor definição para LD data de 1961, retirada de um texto de Renato Fleury, o qual considerou o LD como uma sugestão e não uma receita. Através dessa frase de Fleury pode-se dizer que o LD possui a função de auxiliar em sala de aula, mas nunca deve ser considerado como objeto de conhecimento absoluto e imutável ou como substituto do professor.

No entanto, com o passar do tempo, o LD foi consagrando-se um instrumento de grande papel nas escolas, tornando-se, cada vez mais, o elemento direcionador do processo de ensino e aprendizagem (SILVA, 2006). Em razão disso, é interessante conhecer a história da sua expansão no Brasil.

A trajetória do livro didático no Brasil teve início oficialmente em 1938, culminando com a aprovação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), pelo Decreto nº 91.542 (BRASIL, 1985), que está em vigor até hoje. O Decreto-lei nº 1.006, de 30/12/1938, surgiu como a primeira política de legislação do LD e também instituiu a Comissão Nacional do Livro Didático para controlar a produção e circulação do LD (FREITAG et al., 1989). Outros fatos decorrentes das décadas de 1950, 1960 e 1970 também foram essenciais para o aumento da legitimidade do LD nacional, com diversas mudanças, entre elas foi decretada a indicação das obras pelos professores, a reutilização dos LD e a distribuição às escolas da rede pública de ensino de 1º Grau.

Cabe salientar que essa distribuição não favoreceu todas as séries, muito menos todas as disciplinas escolares. O processo se deu gradual e progressivamente durante a década de 1990, começando pelas séries iniciais do Ensino Fundamental, ocorrendo o mesmo com o Ensino Médio (EM) a partir da instituição do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) pela Portaria nº 2.922 de 17/10/2003 (BRASIL, 2003).

Nos dias atuais, o LD é reconhecido e privilegiado na cultura escolar. As políticas governamentais situam o Brasil como o país que possui um dos maiores programas de distribuição de livros, junto ao seu papel na definição dos conteúdos a serem privilegiados nas escolas (TEIXEIRA, 2011). Barros et al. (2013) corroboram que os conteúdos geralmente são selecionados por meio do LD, o qual determina a sequência e o volume de informações, interferindo diretamente nas questões curriculares.

Pelo fato de ser uma ferramenta de ensino e aprendizagem, bem como suporte para a organização do currículo na maioria das instituições de ensino do país, o LD deve estar sempre atualizado para exercer seu papel junto à escola (XAVIER et al., 2006). O que se percebe hoje é a incorporação de temas contemporâneos nos LD de Biologia, mas

não sem haver uma alteração estrutural (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006), ou seja, em muitas obras, textos referentes à Biotecnologia ainda não aparecem com grande destaque, mas apenas como seções especiais entre poucos capítulos.

Conforme evidenciado por Fagundes et al. (2012), as metodologias de ensino relacionadas à temática têm apresentado problemas, principalmente pela fragmentação dos conceitos. Com isso, a partir da necessidade de integrar conceitos da Biologia envolvidos nas práticas biotecnológicas e o dia a dia dos alunos, o professor não pode se limitar ao uso restrito do LD.

Devido ao grande desenvolvimento da Biotecnologia e ao notável reflexo na sociedade e no meio ambiente, é indispensável a sua inserção no currículo escolar, principalmente na disciplina de Biologia. Como a maioria das escolas públicas do país ainda utiliza o LD como principal material nos estudos em sala de aula, é fundamental a constante atualização do mesmo e a reformulação em sua estrutura, de forma a contemplar esse novo conteúdo. Também é importante frisar que as propostas incluídas no LD devem desempenhar a função determinante de estimular o senso crítico do aluno e a sua capacidade de investigação e interpretação acerca do conhecimento científico (AZEVEDO; NETO, 2014). Com base na problemática apresentada, questiona-se como a Biotecnologia está incorporada e desenvolvida nos LD de Biologia para o EM. Tizioto e Araújo (2007) acreditam que a análise de LD utilizados nas escolas é uma boa alternativa para verificar se e como determinado assunto é trabalhado em sala de aula.

Na busca por respostas consistentes, o objetivo deste estudo é reconhecer a Biotecnologia nos LD de Biologia para o EM a partir da detecção dos temas recorrentes e, assim, caracterizar a forma de abordagem sob vários aspectos e até mesmo a identificação de possíveis erros e falhas nos textos ou nos livros em geral.

## **METODOLOGIA**

Os LD de Biologia para o EM utilizados na pesquisa estão recomendados no PNLD 2012 e foram selecionados a partir de um questionário aplicado a dez professores de Biologia do EM de escolas públicas da cidade de Pelotas/RS, estaduais e federais. Foi solicitado que os docentes numerassem em ordem de preferência as sete obras indicadas. As três mais citadas pelos docentes foram analisadas com o intuito de identificar os principais temas relacionados à Biotecnologia e à forma de abordagem proposta.

Os LD foram analisados qualitativamente utilizando critérios contidos na ficha de avaliação das obras pedagógicas apresentadas no PNLD 2012. Esses itens relevantes no processo de avaliação da qualidade de um livro para o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem em sala de aula foram a utilização de imagens, a discussão sobre a ética, a presença de exercícios com respostas, o glossário com conceituações corretas, assim como a sugestão de leituras complementares e a bibliografia para complemento do estudo fora da escola.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os LD selecionados são destinados ao 3º ano do EM. Logo, pertencem ao volume 3 da coleção dos autores e fazem parte do PNLD 2012, sendo utilizados em sala de aula no período de 2012 a 2014. As obras consideradas como preferência entre os docentes foram dos respectivos autores: Amabis e Martho, César, Sezar e Caldini e Gewandszajder e Linhares, todas conceituadas no âmbito da leitura escolar e estão representadas neste trabalho pelas letras A, B e C, respectivamente.

Os LD foram analisados a partir de elementos considerados importantes para o ensino e aprendizagem da Biotecnologia, os quais são: abordagem, temas, imagens, exercícios, ética e outras polêmicas, glossário, textos paralelos, textos complementares e bibliografia.

A partir da tabela 1, percebe-se que a obra B, além de abordar o tema em um maior número de páginas e de tratar dos assuntos relativos à Biotecnologia Moderna, também se preocupou em evidenciar que a Biotecnologia já havia surgido nos primórdios das civilizações, com os mesopotâmicos e egípcios, na produção de vinho, cerveja e pão através de microrganismos pela fermentação (VILLEN, 2002). Apesar do breve texto de introdução, o mesmo explica de forma simples e sucinta o histórico da Biotecnologia, ou seja, apresentou fatos importantes que marcaram o aperfeiçoamento das técnicas e sua modernização.

Carlan et al. (2013) lembram que inclusive nos Parâmetros Curriculares Nacionais é enfatizada a necessidade de se introduzir, com mais frequência, tópicos de História da Ciência, pois a valorização do conhecimento acumulado pela humanidade ao longo do tempo é um modo de desenvolver o exercício crítico da cidadania. Occelli et al. (2011) ressaltaram que os estudantes não vinculam os processos biotecnológicos tradicionais com o termo Biotecnologia. Portanto, é importante que no ambiente escolar isso seja esclarecido aos alunos e o LD, por se tratar de um material de grande acesso, deve fornecer informações acerca da historicidade da Biotecnologia.

TABELA 1 – Formas de abordagem da Biotecnologia nos livros didáticos analisados.

ABORDAGEM	
A	Seções: "Melhoramento genético" e "A Genética Molecular e suas aplicações", dentro de um capítulo sobre aplicações do conhecimento genético, com tópicos.
B	Capítulo "Biotecnologia", com breve texto introdutório da Biotecnologia e sua distinção em Clássica e Moderna. Inúmeras seções com diferentes tópicos.
C	Capítulo: "A tecnologia do DNA", com texto introdutório sobre Biotecnologia Moderna, seções sobre as aplicações biotecnológicas mais atuais, com pequeno texto à parte ao final do capítulo.

Fonte: elaborada pelas autoras.

Observou-se que a Biotecnologia foi abordada na forma de capítulo (Tabela 1), com diversos assuntos referentes à área divididos em seções, conforme a afinidade dos mesmos. A obra A foi uma exceção, pois foi inserida a temática na seção “A Genética Molecular e suas aplicações” em um capítulo. Tal observação vai de encontro ao considerado por Nascimento e Alvetti (2006), quando relataram que a Biotecnologia ainda não havia recebido destaque nos LD, sendo abordada apenas em pequenas seções dentro de algum capítulo.

Os docentes responsáveis pela escolha dos LD nesta pesquisa, conforme verificado no questionário aplicado, acreditam que a Biotecnologia deva estar inserida principalmente junto às temáticas clássicas da Genética e, devido a essa percepção, apenas o volume III foi analisado. No entanto, é indispensável que se tenha ciência de que a Biotecnologia permeia as mais diversas áreas da Biologia, servindo como uma ferramenta útil e eficaz em estudos, não apenas em Genética, mas também em Microbiologia, Zoologia e Biologia Celular, entre outras, porém percebe-se que essa dimensão é praticamente ausente nos outros volumes e na própria abordagem do professor. Barros et al. (2013) esclarecem que isso não quer dizer que se deva explorar todas as informações sobre cada tópico, mas sim informar o que há de mais relevante, ou seja, o que efetivamente contribuirá na formação, pois não é válido para o aluno assimilar conteúdos fragmentados ou vê-los apenas de forma superficial.

Pode-se verificar que os temas mais presentes nos LD também são aqueles de maior repercussão na mídia (Tabela 2) e que causam divergências entre a população, como transgenia, terapia gênica, clonagem e células-tronco. Xavier et al. (2006) explicam que o destaque que esses temas possuem se deve ao grande apelo social e pela influência direta na vida das pessoas. Logo, a sala de aula não pode ficar alheia a esses debates.

Também foi percebido que os LD apresentam as técnicas moleculares mais utilizadas nas pesquisas biotecnológicas da atualidade, como a eletroforese e a reação em cadeia da polimerase, mais conhecida por PCR (Tabela 2), sendo esta última, por exemplo, importante na análise de DNA em testes de paternidade e em investigações criminais.

TABELA 2 – Temas mais frequentes desenvolvidos nos livros didáticos.

TEMAS	
A	Melhoramento genético; Enzimas de restrição; Eletroforese; Clonagem do DNA; Transgênicos; Projeto Genoma Humano; Geneterapia.
B	Tecnologia do DNA recombinante; Animais e plantas transgênicos; Ferramentas da Biotecnologia (Enzimas, PCR e vetores); Terapia gênica; Eletroforese para identificação de DNA; Genomas; Clonagem; Células-tronco.
C	Enzimas de restrição; Clonagem do DNA; DNA recombinante; Análise do DNA – PCR; Terapia gênica; Projeto Genoma Humano; Animais e vegetais transgênicos.

Fonte: elaborada pelas autoras.

De acordo com Pierce (2011), a partir da eletroforese, fragmentos de DNA podem ser separados e seus tamanhos determinados com o uso de um gel, sendo vistos usando-se um corante específico para confirmar a presença ou não de ácidos nucleicos em determinada amostra. Já a PCR possibilita aumentar a quantidade de uma determinada molécula de DNA muitas vezes sem ser necessário clonar esse DNA (CAMPBELL; FARRELL, 2007), pois para a manipulação e análise de genes são requeridas muitas cópias das sequências de DNA usadas. As técnicas de biologia molecular forneceram muitas informações sobre a estrutura e função dos genes, visto que alteraram muito o modo pelo qual os genes são estudados e uma indústria completa, denominada Biotecnologia, cresceu em torno do uso dessas técnicas para desenvolver novos produtos, além de diagnosticar e tratar doenças (PIERCE, 2011).

Os recursos visuais nos LD, quando aliados aos conceitos informados por meio da linguagem verbal, atuam como elementos vitais na comunicação dos conhecimentos científicos (COUTINHO; SOARES, 2010), por isso outro elemento analisado nos LD foi a utilização de imagens (Tabela 3). Embora no livro C tenham sido inseridas muitas “fotos reais” de técnicas, não foram verificadas diferenças significativas entre as imagens dos livros, visto que em todos foram apresentadas, em maior número e de forma simples, ilustrações esquemáticas de alguns processos da Biotecnologia, ou seja, o passo a passo de técnicas.

Concorda-se com Silva (2006) de que as fotos, gráficos, esquemas e ilustrações presentes nos LD servem de apoio ao conteúdo didático, complementando-o. Portanto, quando se detecta que todas as obras possuem ilustrações em praticamente todas as páginas dedicadas ao tema Biotecnologia, e que estão vinculadas aos textos, percebe-se a preocupação em contribuir com a compreensão das aplicações biotecnológicas, visto que muitos educadores não tiveram essas práticas na sua formação.

TABELA 3 – A utilização de imagens ao longo dos capítulos sobre Biotecnologia.

IMAGENS	
A	Apresenta fotos e outros esquemas explicativos acerca de alguns processos. Todas as imagens possuem legenda clara e objetiva.
B	Quase todos os tópicos foram contemplados com imagens e boas legendas, mas apenas imagens esquemáticas sobre alguns processos foram priorizadas.
C	As ilustrações possuem boas legendas, facilitando a compreensão. Quase todos os temas abordados apresentam “fotos” dos procedimentos ou resultados finais.

Fonte: elaborada pelas autoras.

Com relação às semelhanças entre os LD, as mesmas não foram observadas no que tange aos exercícios. Embora as três obras didáticas apresentem exercícios sobre Biotecnologia, os quais estimulam a uma maior reflexão, a diferença está na forma como são disponibilizadas as respostas, conforme tabela 4.

O livro A propõe exercícios que abrangem desde questões objetivas e dissertativas até questões de vestibular e, ao final, todas as respostas são encontradas; enquanto o C apenas publicou as respostas objetivas e o livro B não disponibilizou nenhuma resposta aos exercícios propostos. Geralmente o que se verifica com relação a questões objetivas é a não problematização das mesmas e isso, de acordo com Azevedo e Neto (2012), pouco contribui para a ampliação sobre as ideias científicas, induzindo os alunos à mera transcrição de conhecimentos prontos e definidos. Nesses casos, o professor deve possuir um bom conhecimento a respeito do assunto para auxiliar seus alunos, de forma que conceitos preestabelecidos se tornem passíveis de discussão e investigação, tornando a aprendizagem mais interessante e de fato significativa.

TABELA 4 – Exercícios sobre temas biotecnológicos presentes nos livros didáticos.

EXERCÍCIOS	
A	O livro apresenta ao final do capítulo alguns exercícios que abordam questões da Biotecnologia e, ao final do livro, as respostas podem ser encontradas.
B	Ao final do capítulo e do livro estão presentes diversos exercícios relacionados à temática Biotecnologia, entretanto, não possuem respostas.
C	Ao final do capítulo estão presentes diversas questões para fixação e reflexão do conteúdo, e embora o final do livro contenha as respostas, estas são apenas para as perguntas objetivas.

Fonte: elaborada pelas autoras.

Quando se menciona a palavra Biotecnologia, sempre vêm à tona os transgênicos, a clonagem e o uso de células-tronco. Esses temas são polêmicos, pois suas aplicações são questionadas sob diversas vertentes.

A aceitabilidade flutua em virtude de aspectos geográficos, éticos, culturais, econômicos, sociais, políticos e religiosos, os quais se manifestam de forma variável no contexto de cada país (SOARES et al., 2005). Contudo, a população também demonstra receio aos avanços biotecnológicos por não possuir um conhecimento que forneça o suporte necessário para pensar, opinar e decidir sobre questões futuras.

Dessa forma, abordar a Biotecnologia evidenciando suas implicações é importante para a construção do pensamento crítico dos estudantes. Tizioto e Araújo (2007, p.9) fizeram considerações pertinentes sobre o enfoque ético nos LD:

[...] de modo geral, ele está presente nos livros didáticos, o que representa um aspecto positivo, porém, as considerações éticas presentes, na maioria dos casos, têm caráter informativo e não formativo, isto é, não há uma exposição dos diferentes pontos de vista e de modo geral, não suscitam uma reflexão por parte do leitor.



A partir da análise dos LD, verificou-se que a polemicidade de algumas aplicações está inserida (Tabela 5), ainda que de maneira sutil, mas já é uma forma de incentivar o pensamento questionador e crítico por parte dos alunos.

As obras A e C evidenciaram os prós e os contras do melhoramento genético, principalmente dos transgênicos, enquanto a obra B preferiu abordar o tema células-tronco embrionárias. Esses assuntos apresentam diferenças quanto à origem de seus impasses, então seria interessante que ambos fossem discutidos nos LD.

TABELA 5 – Abordagem da ética e outras polêmicas relacionadas aos assuntos da Biotecnologia nos livros didáticos.

<b>ÉTICA E OUTRAS POLÊMICAS</b>	
<b>A</b>	Apresenta prós e contras do melhoramento genético; apresenta as vantagens de alguns transgênicos e um breve comentário sobre o assunto ser polêmico, mas sem exemplificar possíveis problemas.  Apesar da geneterapia ainda não ser realidade, é alertado o fato de poder trazer problemas de natureza ética.
<b>B</b>	Enquanto a maioria dos livros aborda a questão dos prós e contras dos transgênicos, este livro apresentou um tópico interessante sobre a polêmica do uso de células-tronco embrionárias sob diversos aspectos. Também possui breve comentário acerca da clonagem reprodutora da espécie humana.
<b>C</b>	Apenas na seção sobre transgênicos são expostos prós e contras. Ao final do capítulo está presente um curto texto como curiosidade, denominado “Problemas legais e éticos nos testes genéticos”.

Fonte: elaborada pelas autoras.

A tabela 6 refere-se à presença de glossário nos LD. O glossário é uma lista de palavras importantes e que aparecem ao longo da obra, sendo que ao lado de cada palavra encontra-se uma breve definição. Em pesquisas com alunos de 3º ano do EM, Pedrancini et al. (2008) detectaram que, embora os alunos façam o emprego de termos amplamente divulgados pela mídia e em situações de ensino, a maioria demonstrou dificuldade em esclarecê-los, reduzindo o conceito à palavra ou à definição destituída de significado. Portanto, o glossário pode ser efetivo apenas no início da aprendizagem do conteúdo, quando os alunos estão começando do zero, sem nenhum domínio de base científica, mas após tais conceitos devem ser aprofundados de acordo com o contexto atual.

TABELA 6 – Presença de um glossário, contemplando termos biotecnológicos nos livros didáticos.

GLOSSÁRIO	
A	O livro não possui glossário, apenas um índice remissivo.
B	Possui glossário bastante completo para o ensino de Biotecnologia em nível médio, pois além dos termos básicos relativos ao DNA e importantes para introduzir o tema, também apresenta definições das principais técnicas utilizadas na Biotecnologia moderna. Algumas ainda possuem palavras-chave relacionadas ao tema, as quais estão negritadas na descrição e que também se encontram no glossário.
C	Apresenta glossário com os termos essenciais para iniciar os estudos da Biotecnologia, relacionados ao DNA. As definições para enzima de restrição e engenharia genética citaram "DNA recombinante", mas esse termo não se encontra presente no glossário.

Fonte: elaborada pelas autoras.

Nos LD analisados, apenas no livro A o glossário está ausente, sendo substituído por um índice remissivo, o qual caracteriza por uma lista de palavras. Contudo, não são descritos seus significados e sim as páginas em que podem ser encontradas no LD. Embora os exemplares B e C possuam glossário e contemplem termos da Biotecnologia, o livro B distingue-se do outro por apresentar três tipos de conceituações essenciais: termos básicos relativos ao DNA, definições das aplicações biotecnológicas modernas e, por fim, pequena explicação acerca das principais técnicas em uso na atualidade.

As últimas análises são similares, principalmente em razão de suas finalidades. Os LD de Biologia costumam apresentar pequenos textos paralelos ao longo dos capítulos, muitos deles são apenas informativos, e outros servem para reflexão ou aprofundamento de ideias já desenvolvidas anteriormente.

Assim, a tabela 7 expõe a presença ou não de textos paralelos referentes à Biotecnologia nas três obras analisadas. Esses textos geralmente são extraídos de fontes de fácil acessibilidade, como jornais e revistas conceituados, que situam o aluno na influência da Biotecnologia no dia a dia, de como e onde são desenvolvidas as pesquisas na área (SILVA, 2006). Pode-se detectar, então, que apenas o livro A não apresenta textos paralelos ao longo do conteúdo biotecnológico.

TABELA 7 – Apresentação de textos paralelos sobre assuntos da Biotecnologia ao longo de capítulos.

TEXTOS PARALELOS	
A	Sobre Biotecnologia, este livro não apresenta nenhum texto paralelo.
B	Apenas um breve tópico para aprofundamento e, ao final do capítulo, um texto maior com três questões para reflexão.
C	Dois pequenos textos podem ser considerados paralelos, sendo um deles com questões para refletir e responder.

Fonte: elaborada pelas autoras.

Já a tabela 8 apresenta os resultados referentes à presença de leituras complementares e a uma bibliografia que valorize e estimule o estudo da Biotecnologia. É importante que os alunos tenham outras alternativas de leitura para buscar maior conhecimento e esclarecimento acerca dos assuntos biotecnológicos, além do que é explorado no LD. Verceze e Silvino (2008) lembram que não somente os alunos devem fazer uso dessas leituras, pois o professor sempre precisará de textos adicionais, seja para estudar conteúdos, seja para suprir lacunas ou ampliar informações.

Verificou-se que, assim como para a presença de textos paralelos, o livro A também não apresenta sugestões de leituras complementares, assim como na bibliografia não foram encontradas fontes destinadas à Biotecnologia. Os outros exemplares, além de sugerirem textos de periódicos ou livros, contemplam os leitores com opções de links na internet (Tabela 8), meio de comunicação muito utilizado pela população nos dias de hoje. Para Silva e Freitas (2006), os textos de divulgação científica, além de implementarem, também exploram a leitura no sentido de capacitar os discentes a decodificarem a linguagem científica.

TABELA 8 – Indicação de leituras complementares ao estudo da Biotecnologia nos livros didáticos.

<b>LEITURAS COMPLEMENTARES E BIBLIOGRAFIA</b>	
<b>A</b>	Não apresenta obras específicas para os temas da Biotecnologia.
<b>B</b>	Sugestões de leitura e bibliografia ao final do livro, com obras que podem auxiliar no estudo da Biotecnologia. Apresenta alguns links da internet ao final do capítulo como complemento a quem se interessar.
<b>C</b>	Apresenta sugestões de leitura para o aluno, não somente de livros e artigos, mas também de sites. Essas sugestões encontram-se ao final do livro e antes das referências bibliográficas, as quais também apresentam obras específicas sobre Biotecnologia.

Fonte: elaborada pelas autoras.

O LD “C” soube explorar esse espaço, pois a sugestão de leituras complementares foi feita separadamente para cada capítulo, facilitando para os estudantes a busca de algum tema específico. Os autores utilizaram maior número de bibliografias a respeito da Biotecnologia do que no livro B, mas ambos fizeram apenas o uso de livros.

Em análise geral, as obras diferem em alguns pontos, e as lacunas e falhas encontradas em uma das obras para determinado elemento não foram as mesmas nos outros LD, portanto pode se dizer que há um equilíbrio entre os livros. Cada professor sabe quais são as suas maiores exigências e insuficiências, que não necessariamente são as mesmas para todos os profissionais. Assim, percebe-se o quão importante é a participação efetiva do docente no momento da escolha do LD a ser adotado na escola, analisando as obras recomendadas conforme as suas necessidades vivenciadas na sala de aula, tanto individuais quanto coletivas. Contudo, a imagem do LD como guardião do conhecimento em sala de aula, muitas vezes transmitida e reforçada pelos docentes, deve

ser desmistificada (BARROS et al., 2013), visto que ele representa apenas um dentre os vários recursos de apoio didático disponíveis.

Cabe ressaltar, ainda, que o professor deve ter consciência de seu papel na formação social dos seus alunos e, para isso, Pinheiro et al. (2007, p.80) recordam que devem ser levados em conta os conhecimentos prévios dos alunos, “o que pode ser feito mediante a contextualização dos temas sociais”, gerando opiniões antes da abordagem do conhecimento científico, como geralmente ocorre, e fica estagnado, sem atingir dimensões da sociedade.

## CONCLUSÕES

Atualmente, muito se fala em Biotecnologia. Logo, os temas relacionados devem ser levados para a sala de aula e quando são abordados ocorre da maneira proposta nos PCN, aliando o conteúdo às questões sociais. Como explicitado anteriormente, muitos assuntos biotecnológicos afetam ou ainda irão afetar, direta ou indiretamente, a vida da população e muitas pessoas não estão preparadas o suficiente para compreender os impactos da Biotecnologia. Sabe-se que grande parte dessa preparação deve ser efetivada na escola e a maneira pela qual os docentes irão apresentar as questões biotecnológicas faz toda a diferença.

Apesar de serem consideradas obras importantes e com grande contribuição na vida escolar, as lacunas verificadas nos LD analisados levaram a observações emergentes de que os educadores, os quais fazem uso contínuo do LD, devem ter a consciência de que o mesmo não deve ser responsável por conduzir os processos de ensino e aprendizagem, mas sim servir apenas como um apoio, uma ferramenta, como tantos outros recursos de fácil acesso nos dias de hoje e que podem e devem ser utilizados didaticamente, de forma a potencializar a construção de saberes. Ao abordar sobre Biotecnologia, os educadores ainda podem utilizar o LD, desde que também não seja esquecido o papel social que há por trás da temática na sociedade.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, T. M.; NETO, L. S. Bacteriologia na Educação Básica: como esse tema é abordado nos livros didáticos? *Acta Scientiae*, v.16, n.3, p.641-647, 2014.
- BARROS, M. F.; FARIAS, G. B.; SILVEIRA, E. S. M.; SANTIAGO, A. C. P. Análise da abordagem sobre pteridófitas em livros didáticos de ciências do Ensino Fundamental. *Acta Scientiae*, v.15, n.2, p.321-337, 2013.
- BRASIL. Decreto nº 91.542, de 19 de agosto de 1985. Institui o Programa Nacional do Livro Didático. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91542-19-agosto-1985-441959-publicacaooriginal-1-pe.html>> Acesso em: 11 out. 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) – PCN+ Ciências da Natureza*,

Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 27 jun. 2012.

BRASIL. Portaria MEC nº 2.922, de 17 de outubro de 2003. Aprova o Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio – PNLEM. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=184860>> Acesso em: 11 out. 2013.

CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. *Bioquímica: Volume 2 – Biologia Molecular*. São Paulo: Thomson Learning. Tradução da 5.ed. norte-americana, 2007.

CARLAN, F. A.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. Explorando diferentes recursos didáticos no Ensino Fundamental: uma proposta para o ensino de célula. *Acta Scientiae*, v.15, n.2, p.338-353, 2013.

COUTINHO, F. A.; SOARES, A. G. Restrições cognitivas no livro didático de Biologia: um estudo a partir do tema “ciclo do nitrogênio”. *Revista Ensaio*, v.12, n.2, p.137-150, 2010.

FAGUNDES, W. A.; SALOMÓN, G., R.; PEREIRA, C. M.; CRISOSTIMO, A. L. Metodologia de ensino de Biologia relacionada à temática Biotecnologia. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Anais...* Ponta Grossa, 2012. Disponível em: <[www.sinect.com.br/2012/down.php?id=2623&q=1](http://www.sinect.com.br/2012/down.php?id=2623&q=1)> Acesso em: 22 fev. 2013.

FREITAG, B; COSTA, W. F.; MOTTA, V. R. *O livro didático em questão*. São Paulo: Cortez, 159p., 1989.

NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. S. Temas científicos contemporâneos no ensino de Biologia e Física. *Ciência & Ensino*, vol. 1, n.1, p.29-39, dez. 2006.

OCCELLI, M.; VILAR, T. M.; VALEIRAS, N. Conocimientos y actitudes de estudiantes de la ciudad de Córdoba (Argentina) en relación a la Biotecnología. *Revista Electrónica de las Ciencias*, v.10, n.2, p.227-242, 2011.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; NUNES, W. M. C. Saber científico e conhecimento espontâneo: Opiniões de alunos do Ensino Médio sobre transgênicos. *Ciência & Educação*, v.14, n.1, p.135-146, 2008.

PIERCE, B. A. *Genética: Um enfoque conceitual*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 774p., 2011.

PINHEIRO, M. C.; SCHIENGOLD, M. Como são tratados importantes conceitos da área de genética nos livros didáticos do ensino médio. In: 57º CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA. *Resumos...* Águas de Lindóia – SP, 2011. Disponível em: <<http://web2.sbg.org.br/congress/sbg2008/pdfs2011/EN013.pdf>> Acesso em: 09 fev. 2012.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v.13, n.1, p.71-84, 2007.

SILVA, F. N. *Abordagem do Tema Biotecnologia em Livros Didáticos de Biologia*. 2006. 60f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.decb.uerj.br/adm/assets/pdf/monografias/monografiacomleta3.pdf>> Acesso em: 22 fev. 2013.

- SILVA, G. B.; FREITAS, D. S. Quando a genética vira notícia: o uso de textos de divulgação científica (TDC) em aulas de Biologia. *Revista Didática Sistêmica*, v.3, p.41-56, 2006.
- SOARES, B. E. C.; FERREIRA, A. P.; NAVARRO, M. B. M. de A. *Percepção pública da Biotecnologia: Informação-Ciência-Sociedade*. Rio de Janeiro: Papel Virtual, 2005. 135p.
- TEIXEIRA, R. F. B. Significados do livro didático na cultura escolar. In: X CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE, 2011, Curitiba. *Anais...* Curitiba: PUCPR, p.9416-9426, 2011. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/5550\\_3648.pdf](http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/5550_3648.pdf)> Acesso em: 12 out. 2013.
- TIZIOTO, P. C.; ARAÚJO, E. S. N. N. Biotecnologia e bioética nos livros didáticos. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. *Anais...* Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p665.pdf>> Acesso em: 09 fev. 2012.
- VERCEZE, R. M. A. N.; SILVINO, E. F. M. O livro didático e suas implicações na prática do professor nas escolas públicas de Guajará-Mirim. *Práxis Educacional*, v.4, n.4, p.83-102, 2008.
- VILLEN, R.A. Biotecnologia – História e Tendências. *Revista de Graduação da Engenharia Química*, ano V, n.5, 2002. Disponível em <[www.hottopos.com/regeq10/rafael.htm](http://www.hottopos.com/regeq10/rafael.htm)> Acesso em: 26 jun. 2012.
- XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. A nova (moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v.12, n.3, p.275-289, 2006.