



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE BIOLOGIA ROBERTO ALCANTARA GOMES

DEPARTAMENTO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Abordagem do Tema Biotecnologia em
Livros Didáticos de Biologia

Fernanda Nascimento Silva

Rio de Janeiro

2006



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE BIOLOGIA ROBERTO ALCANTARA GOMES

DEPARTAMENTO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Abordagem do Tema Biotecnologia em
Livros Didáticos de Biologia

Fernanda Nascimento Silva

Trabalho Final apresentado ao Departamento de Ensino de Ciências e Biologia, do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no Ensino de Ciências.

Rio de Janeiro

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Fernanda Nascimento

Abordagem do tema Biotecnologia em Livros Didáticos de Biologia / Fernanda Nascimento Silva – 2006

2006, 60p. : il

Orientador: Solange Castellano Fernandes Monteiro

Monografia (Especialização) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Biotecnologia. 2. Livro Didático. 3. Análise. 4. Teses. I. Monteiro, Solange Castellano Fernandes. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA ROBERTO ALCÂNTARA GOMES
DEPARTAMENTO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Abordagem do Tema Biotecnologia em
Livros Didáticos de Biologia

Fernanda Nascimento Silva

Orientador: Solange Castellano Fernandes Monteiro

Aprovada em ____ de _____ de ano

.Prof: _____

.Prof: _____

Rio de Janeiro

2006

SUMÁRIO

1. Introdução.....	6
1.1 A Biotecnologia.....	11
1.2 A Biotecnologia e a Engenharia genética.....	12
1.2.1 Os Organismos Geneticamente Modificados (OGM)....	13
1.2.2 Análise de Genomas.....	15
1.2.3 Terapia Gênica.....	16
1.2.4 Clonagem.....	16
1.2.5 As Células-Tronco.....	17
1.3 Melhoramento Genético.....	18
1.4 Utilização de microorganismos para fabricação de alimentos e bebida.....	18
1.5 A Legislação para a Biotecnologia no Brasil.....	19
2. A Biotecnologia e o Livro Didático no Brasil.....	21
2.1 Breve histórico do Livro didático no Brasil.....	21
2.2. O Livro Didático de Biologia e a Biotecnologia.....	28
3. Metodologia Utilizada na pesquisa.....	32
4. Resultados da Pesquisa.....	37
4.1. Conteúdo do livro relacionado à Biotecnologia.....	37
4.2 Textos paralelos como auxílio a abordagem da biotecnologia.....	39
4.3 A abordagem de questões éticas referentes à biotecnologia.....	45
4.4 A importância da abordagem histórica sobre Biotecnologia.....	52

4.5 Abordagem da Biotecnologia no Manual do professor.....	52
4.6 A preocupação com a legislação que regulamenta a Biotecnologia.	54
4.7 Estímulo à pesquisa em outras fontes.....	55
4.8 Análises de fotos, gráficos, esquemas e ilustrações.....	56
4.9 Análise dos exercícios.....	56
4.10 Análise temporal dos dados.....	57
4.11 Caráter tendencioso dos conteúdos.....	57
5. Conclusão.....	58

1. Introdução

A biotecnologia é uma das palavras mais utilizadas na biologia moderna (BROWN, 1987). Ela tem sido vista como uma forma de aplicar ciência em benefício do homem e da sociedade (RATLEDJE, 1992).

De fato, são inúmeras as potencialidades de aplicações da biotecnologia nas diversas áreas (Ferreira, 2001), como agricultura, saúde, engenharia, informática, indústria, entre outros.

Segundo Brown (1987, p. 64) “está claro que as necessidades econômicas e “estratégicas” tão bem quanto as pesquisas de biólogos, químicos e engenheiros, tem dado um estímulo fundamental aos avanços da biotecnologia.”

Apesar do termo biotecnologia ter sido utilizado pela primeira vez em 1919, na Hungria, as primeiras aplicações nesta área datam de 1.800 a.C, com o uso de leveduras para fermentar pães e vinhos. A partir daí, a biotecnologia vêm sofrendo poucas alterações. Até o século XVIII ainda se baseava na tradicional fermentação para fabricação de pães e vinhos, cervejas, bolos, queijos, vinagre, entre outros. No século XIX, obteve consideráveis avanços com os trabalhos de Pasteur sobre microorganismos, que foi determinante para reconhecimento do papel das bactérias nas doenças humanas, o início do conhecimento do sistema imune e as aplicações das vacinas. No século XX, a ocorrência das duas Guerras Mundiais estimulou avanços na área biotecnológica, como o desenvolvimento da penicilina (*Op.cit*, 1987). Em meados desse século, surgiram novos horizontes com o advento da Biologia Molecular e da Informática. Mesmo assim, a biotecnologia só teve um crescimento acelerado a partir da década de setenta, com o desenvolvimento da

engenharia genética, ramo da ciência que implica na modificação do material genético (ALMEIDA,1984).

Entre a biotecnologia tradicional e a as inovações biotecnológicas, existe toda uma história de estudos e desenvolvimento com um relevante número de realizações. As atuais aplicações biotecnológicas envolvem principalmente o sequenciamento de genomas de diversas espécies, inclusive a humana, as pesquisas com células tronco para uso terapêutico e os alimentos transgênicos, mais conhecidos como Organismos Geneticamente Modificados - O.G.M. (SILVA, 2005).

Acrescente-se a isso que indústrias de países desenvolvidos têm reconhecido a biotecnologia como uma atividade de geração de riqueza, e de grandes oportunidades para o futuro (RATLEDJE, 1992).

No Brasil, o uso da biotecnologia foi aprovado em 1995 por uma Lei regularmente votada no Congresso - Lei nº 8.974 de 5.1.1995, conhecida como a “Lei de Biossegurança”. Essa lei tem a pretensão de regular o tema biotecnologia, cobrindo a construção, experimentação cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação no meio ambiente e descarte de organismos geneticamente modificados (OGM) e derivados.

A Lei de Biossegurança não só pretende regular toda a atividade relacionada á biotecnologia, como também tem o objetivo de valorizar a tarefa de proteger o meio ambiente em geral, a vida e a saúde do homem, dos animais e das plantas. Para isso, essa lei também favoreceu a criação de um órgão vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, chamado Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, que apresenta uma composição diversificada, reunindo

representantes dos Ministérios da Agricultura; Saúde; Meio Ambiente; Relações Exteriores; Educação; Ciência e Tecnologia; da comunidade científica; do setor industrial; órgãos de defesa do consumidor e da saúde do trabalhador.

No entanto, as inovações e aplicações biotecnológicas têm provocado muitos debates e controvérsias, e esbarram em princípios morais e religiosos tão enredados à cultura local. No Brasil, por exemplo, apesar das pesquisas na área terem sido aprovadas regularmente por lei desde 1995, ainda existe uma forte resistência e apreensão por parte da população, principalmente no que se refere às questões éticas.

Assim, a polêmica ao redor de certos temas da biotecnologia é enorme, em boa parte alimentada por organizações não governamentais, que têm forte tradição na interação com a mídia (MENOSSI, 2004) e com interesses os mais diversos.

Toda a polêmica em torno desse tema provoca discussão, possíveis resistências e apreensão inicial por se tratar de algo relativamente novo e desconhecido. Assim, o desafio para pesquisadores e empresas que atuam na área é ressaltar os ganhos e vantagens da biotecnologia e destacar que vários testes são realizados e há órgãos reguladores que permitem ou impedem a comercialização de novos produtos desenvolvidos por técnicas biotecnológicas. Nesse sentido, diversas pesquisas mostram que a maioria da população ainda não se sente adequadamente informada sobre os avanços da biotecnologia moderna (MENOSSI, 2004).

Segundo Favaretto (2003, p.301) “o domínio da ciência não é privilégio de especialistas, mas um instrumento para o exercício pleno da cidadania.” Portanto, para fornecer e possibilitar o acesso de toda a população às informações dessa

área científica, destacamos a importância dos meios de comunicação e também a da escola.

Na escola de educação básica, entre os recursos didáticos para exploração do tema, pode-se destacar o livro didático de biologia. Esse recurso didático-pedagógico pode fornecer subsídios necessários para o esclarecimento de técnicas e conceitos utilizados na biotecnologia, e que se constitui, também, como um instrumento que possivelmente se torna o elemento direcionador do processo de ensino-aprendizagem e, ainda, contínua sendo um dos recursos básicos de acesso ao saber historicamente acumulado das/nas escolas (FILHO, 2005). Além disso, “o livro didático de Biologia deve ficar atento às conquistas tecnológicas e às perspectivas a elas vinculadas, com enfoque de temas ligados à (...) biotecnologia (...)” (PAULINO, 2004, p.6).

Nesse contexto, promove-se nesse estudo uma análise em livros didáticos de Biologia com o objetivo de avaliar a abordagem do tema Biotecnologia nesses livros, baseada em parâmetros de avaliação de livros didáticos utilizados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), programa desenvolvido pelo governo federal, que avalia e distribuí gratuitamente livros didáticos de todas as disciplinas do ensino fundamental, e também de algumas disciplinas do ensino médio para diversas escolas públicas do país. Para a análise de cada conteúdo em cada livro, será preenchido um questionário que reúne diversos parâmetros para auxiliar na coleta de dados relacionados ao tema.

Desse modo, a presente pesquisa pretende realizar uma análise de caráter qualitativo, através do levantamento de dados de questões semi-estruturadas

acerca da relevância da abordagem do tema biotecnologia nos livros didáticos de biologia da educação básica.

1.1 A Biotecnologia

A Biotecnologia é um conjunto de técnicas que envolvem a manipulação e otimização de seres vivos e partes funcionais, como células, organelas e moléculas para fins industriais ou medicinais. Envolve conhecimentos de diversas áreas, como a biologia, a química, a microbiologia, a engenharia, a medicina e a informática. (SILVA, 1990)

Tendo como agentes biológicos microorganismos, células e moléculas - enzimas, anticorpos e DNA, diversos animais e plantas, e até o próprio homem, a biotecnologia permite implantar processos nas indústrias química, farmacêutica e alimentícia, na agricultura, no cultivo de mudas, no tratamento de doenças, no tratamento e na biodegradação de resíduos e de fossas sépticas, etc.¹

Para Lopes e Carneiro (2005) os avanços da Biotecnologia estão transformando os mercados e ampliando o leque de oportunidades em diversos campos do conhecimento e da indústria, possibilitando o desenvolvimento de novos produtos e processos, que têm significativa influência nos rumos da economia mundial, criando uma nova indústria que promete ser a maior do planeta: A Bioindústria.

As pesquisas na área biotecnológica, portanto têm participado efetivamente da economia de vários países, inclusive através de investimentos de empresas públicas e privadas. “A enorme participação de investimentos privados na pesquisa de biotecnologia é devida, principalmente ao enorme potencial de mercado dessa área, com forte atuação de empresas multinacionais” (ALMEIDA,

¹ www.ambientebrasil.com.br

1984, p.1 81).

Peres (2001) afirma que no setor agrícola, o emprego da biotecnologia para o desenvolvimento de novos produtos e processos é de importância estratégica para o agronegócio brasileiro e mundial. Produtos modificados geneticamente podem ajudar significativamente na redução das perdas, diminuindo custos de produção.

Normalmente, nas discussões sobre impactos da biotecnologia nos diversos setores da sociedade, são observados apenas os impactos para o setor agrícola, e deixam de ser analisados, os impactos em todo o sistema industrial, inclusive até os consumidores finais.

No Brasil, o desenvolvimento dessa área poderá ter impacto decisivo na intensificação e diversificação de processos produtivos, por intermédio de determinadas inovações que garantam a sustentabilidade do agronegócio frente ao mercado global.

Sendo assim, a biotecnologia não é apenas uma ciência, mas uma forma de aplicar ciência em benefício do homem e da sociedade (RATLEDGE, 1992), já que pode gerar lucros e diversas vantagens para muitos setores econômicos e sociais.

1.2 A Biotecnologia e a Engenharia Genética

A Biotecnologia está associada principalmente às atividades da Engenharia Genética, ou Tecnologia do DNA Recombinante, como também é conhecida. Esta tecnologia implica na modificação direta do genoma de um organismo “alvo” pela introdução de um fragmento de DNA exógeno.

O DNA exógeno é identificado e isolado do genoma de um doador. A partir

daí, a seqüência de bases nitrogenadas que fazem parte do fragmento de DNA obtido é amplificado através de uma técnica conhecida como PCR (Polymerase Chain Reaction) ou Reação em Cadeia da Polimerase. Para a transferência desse trecho de DNA para o organismo alvo geralmente são utilizadas moléculas transportadoras (como vírus e plasmídeos bacterianos) que são então inoculados no genoma do organismo alvo (RAVEN, 2001)

Portanto, a Engenharia Genética permite a troca de segmentos de material genético entre grupos de seres diferentes, e o organismo que recebe o “novo” fragmento de DNA terá uma nova característica determinada pelo novo segmento de DNA.

Em 1982 foi transferida uma seqüência de DNA humano que codificava a produção do hormônio insulina (utilizados pelos diabéticos) para a bactéria *Escheríchia coli*, fazendo com que a bactéria passasse então a produzir o hormônio. Foi a primeira grande realização da Engenharia Genética, que obteve consideráveis avanços desde então (MANSUR, 2003).

Uma outra consequência da engenharia genética é a possibilidade de utilização de plantas como “fábricas” para a produção de substâncias farmacêuticas (SANTARÉM, 2005) e como alimentos com maior fonte nutricional. Na agricultura plantas são modificadas geneticamente para otimizar a produção.

1.2.1 Os Organismos Geneticamente Modificados (OGM)

Os organismos que apresentarem um ou mais genes exógenos integrado ao seu material genético de forma estável são denominados OGM — Organismos Geneticamente Modificados — ou Transgênicos. Estes constituem, sem dúvida, um

dos grandes temas da Engenharia Genética na atualidade. Existem diferentes tipos de OGM, cada um com riscos e/ou benefícios específicos, dependendo da espécie e do gene que foi introduzido, mas criando novas perspectivas para diversas áreas, em particular a área biomédica e a agrícola (MANSUR, 2003).

Segundo Rangel (2005, p.28), a transferência de genes para formar um OGM pode ser realizada basicamente de duas formas: uma mecânica e outra biológica. Em animais, a transferência biológica geralmente é realizada através de retrovírus modificados, como portadores do trecho de DNA que se deseja transferir, e a mecânica utiliza uma micropipeta para introduzir o material genético no interior de um zigoto. Em vegetais, a transferência biológica ocorre através de um plasmídeo de bactérias do gênero *Agrobacterium*, que contém o gene a ser transferido, e a mecânica emprega uma espécie de arma que dispara minúsculos “projéteis” de material genético contra células em cultivo.

A principal preocupação em relação aos transgênicos refere-se à possibilidade de que o gene introduzido cause riscos à saúde humana, e também à introdução do ser modificado no meio, podendo provocar um desequilíbrio ecológico. Esses fatores têm promovido uma série de discussões éticas que reforçam a idéia de sempre divulgar as informações à população, para que ela possa participar ativamente das discussões.

Atualmente no Brasil, depois de muitos impasses em relação a legislação norteadora das atividades biotecnológicas - principalmente as atividades na área da Engenharia Genética - a Lei nº 11.105/05 regula o controle dos OGM através da nova Comissão Nacional de Biossegurança que tem como função avaliar e aprovar o uso comercial de transgênicos (MONTEIRO, 2003).

1.2.2 Análise de Genomas

Outro grande tema da área é o da análise de genomas, como o Projeto Genoma Humano (PGH). Em 2001, foi anunciado o sequenciamento do genoma nuclear humano completo, com seus três bilhões de bases. A ciência ainda está desvendando quantos genes essas bases correspondem, que papel desempenha cada gene e em que cromossomo e posição se localizam. Apesar de muitas interrogações, diversas respostas já foram obtidas, como a identificação e a localização de vários genes mutantes e responsáveis por anomalias. (CARVALHO, 2002)

As aplicações do Projeto Genoma Humano são muitas, entre elas a identificação dos genes que causam ou contribuem para doenças genéticas ou para o câncer; auxiliar no aconselhamento genético, que analisa as chances de um casal transmitir doenças hereditárias para o filho; descobrir mais sobre o funcionamento de genes, para compreender melhor as causas do envelhecimento, da obesidade e de outras doenças; analisar o grau de parentesco evolutivo entre as espécies; facilitar o desenvolvimento de plantas e animais transgênicos, entre outros.

1.2.3 Terapia Gênica

As técnicas em Engenharia Genética podem ser usadas para o diagnóstico e principalmente no tratamento de doenças genéticas. Com o advento do PGH é possível identificar genes responsáveis por doenças e a partir deles pode-se filamentos complementares de acusar sua presença quando inseridos em células

que apresentem tais genes. Já a Terapia Gênica consiste em um tratamento para doenças hereditárias, que se caracteriza pela introdução de um gene funcional dentro da célula humana a fim de conferir uma nova função ou melhorar os efeitos de um gene anormal. Ainda é pouco difundida, já que o procedimento é muito complexo e ainda está em fases experimentais. Além disso, essa nova tecnologia tem muitas implicações éticas, já que as pesquisas utilizam embriões que são depois descartados (ZILI, 2004).

1.2.4 Clonagem

O termo clone foi proposto pela 1ª vez em 1903 pelo botânico Herbert J. Webber, que pesquisava hibridização de plantas. O significado do termo, segundo o próprio Webber, é uma colônia de organismos que de forma assexuada deriva de um único progenitor. A partir daí, o termo tem agradado cientistas e têm sido usados até os dias atuais (RUMJANEK, 2001)

Até a década de setenta, a clonagem só era promovida em plantas e protozoários, quando teve início então, as pesquisas para clonagem de mamíferos. Porém, somente em 1987, foi divulgada a primeira clonagem bem sucedida em animais: o nascimento da ovelha Dolly.

As técnicas atuais de clonagem consistem basicamente na transferência de material genético de uma célula de um indivíduo (A) para uma outra célula - óvulo, sem o material genético original, de um indivíduo (B), através de correntes elétricas. A célula do indivíduo (B) será, então implantada no útero de um indivíduo (C). Se a célula de (B) conseguir se desenvolver e “nascer”, constituirá então um clone do indivíduo (A) (PAULINO, 2004).

Ainda é um tema extremamente polêmico, principalmente quando se refere à possibilidade de se clonar um ser humano.

1.2.5 As Células-Tronco

Utilizadas há décadas no transplante de medula óssea, a aplicação de células-tronco consiste em uma área promissora da Biotecnologia apontada como soluções para diversos males. Essas células possuem uma capacidade especial: podem se diferenciar e constituir diferentes tecidos no organismo. Alguns tipos de células-tronco são encontradas apenas nos embriões, outros tipos no organismo adulto, em determinados locais do corpo, como no tecido cerebral, na próstata e na medula óssea. São utilizadas para o tratamento de doenças cardíacas, lesões na coluna e diabetes: As pesquisas com células tronco embrionárias — as mais promissoras - enfrentam grandes impasses de grupos e entidades que tentam impedir que embriões sejam utilizados e descartados (COOKSON, 2005).

Apesar dos resultados fantásticos e promissores, as pesquisas, ainda em fase experimental, enfrentam grandes barreiras jurídicas e éticas. Mas prometem revolucionar a medicina, constituindo tratamento e até a cura para diversos males.

1.3 Melhoramento Genético

Diversas espécies de microorganismos, plantas e vegetais que constituem alimentos básicos da humanidade foram domesticados e melhorados através de determinados cruzamentos. Essa técnica, já existente há milhares de anos, é realizada através da seleção e aprimoramento de várias qualidades de espécies.

Inicialmente, o melhoramento genético era praticado de forma intuitiva. Por exemplo, para que nascessem bezerros mais fortes, escolhiam como reprodutor o touro também mais forte para cruzar com uma vaca de aparência bem sadia e que produzisse bastante leite. Atualmente, são pesquisadas a fundo diversas espécies, e muitas vezes são analisados seus genomas, para gerar, através de cruzamentos pré-determinados, espécies que possam cada vez mais atuar em benefício do homem, principalmente como fonte de alimento (BROWN, 1987).

1.4 Utilização de microorganismos para fabricação de alimentos e bebidas.

Há séculos o homem utiliza, mesmo sem conhecer todas as partes envolvidas na técnica, microorganismos para fabricação de alimentos como diversos tipos queijos pães e iogurtes, e também bebidas como vinhos e cervejas, que eram produzidos a partir de bactérias e fungos.

Mesmo sem conhecer a fundo esses microorganismos, a humanidade foi aprimorando as técnicas de produção desses alimentos, que geralmente eram produzidos através de fermentações (BROWN,1987).

Atualmente, essas técnicas são totalmente controladas, e consideradas baratas e fáceis de manipular, se comparadas com as técnicas da biotecnologia “moderna”, como a engenharia genética.

1.5 A Legislação para a Biotecnologia no Brasil

O uso da biotecnologia no Brasil foi aprovado em 1995 por uma Lei regularmente votada no Congresso — Lei n^o 8.974, conhecida como a Lei de Biossegurança. Essa lei tem a pretensão de regular por inteiro o tema

biotecnologia, cobrindo a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação no meio ambiente e descarte de organismos geneticamente modificados (OGM) e derivados.

O então presidente da República, Fernando Henrique Cardoso, se posicionou como favorável e entusiasta da utilização da Engenharia Genética, como uma forma de melhorar a qualidade, aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção (MONTEIRO, 2000).

A Lei de Biossegurança não só pretende regular toda as atividades relacionadas à biotecnologia assumindo a tarefa de proteger o meio ambiente em geral, a vida e a saúde do homem, dos animais e das plantas.

Para essa tarefa centralizadora a lei criou, no mesmo ano, um órgão vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, chamado Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio. E com esse diversificado campo de atuação é natural que a CTNBio também tenha uma composição diversificada, reunindo representantes dos Ministérios da Agricultura; Saúde; Meio Ambiente; Relações Exteriores; Educação; Ciência e Tecnologia; da comunidade científica; do setor industrial; órgãos de defesa do consumidor e da saúde do trabalhador (SAMPAIO, 2005).

Como órgão executor de uma lei que pretende regular por inteiro o tema biotecnologia, a CTNBio foi devidamente dotada de autoridade. A CTNBio profere pareceres conclusivos e vinculantes acerca da segurança de determinado OGM, como condição à sua liberação no meio ambiente, ou sementeira, multiplicação e cultivo, ou ainda à utilização do OGM na produção de alimentos para consumo

humano.

O Decreto que regulamentou a Lei de Biossegurança - Decreto nº 1752 de 20 de dezembro de 1995, explicitamente conferiu à CTNBio a prerrogativa de exigir, se entender necessário, Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto no Meio Ambiente - RIMA de qualquer OGM ou atividade submetida à sua análise.

No entanto, alguns setores da sociedade, como políticos, investidores e Organizações Não Governamentais, como o Greenpeace, incomodados com algumas lacunas na legislação, recorreram a justiça e durante muitos anos vários produtos transgênicos e pesquisas na área foram prejudicadas e até embargados, gerando ainda mais polêmica sobre o assunto. Esse movimento contrário poderia acarretar ao país um atraso na utilização da biotecnologia para setores da economia, como o setor agrícola (MONTEIRO, 2000). A responsabilidade em avaliar e aprovar os novos produtos gerados a partir dessa nova tecnologia era passada ora para a CTNBio, ora para outros órgãos da área de meio ambiente.

Finalmente, depois de muitos impasses em relação a legislação norteadora das atividades biotecnológicas - principalmente as atividades na área da Engenharia Genética - a Lei de Biossegurança, nº 11.105/05, criada no ano passado regula o controle dos OGM através da novo Conselho Nacional de Biossegurança, que tem como função avaliar e liberar a comercialização produção, armazenamento, cultivo e consumo de transgênicos no Brasil, além de autorizar a utilização de embriões humanos para pesquisas com células-tronco (RANGEL, 2005).

2. A Biotecnologia e o Livro Didático no Brasil

2.1 Breve histórico do Livro didático no Brasil

Denomina-se Livro Didático uma obra escrita ou organizada com a finalidade específica de ser utilizada para o ensino formal escolar (SOARES, 2002). Constitui um instrumento que tem desempenhado um importante papel nas escolas, já que vem se tornando, cada vez mais, o elemento direcionador do processo ensino-aprendizagem.

O livro didático surgiu como um complemento dos grandes livros clássicos. De uso restrito ao âmbito escolar, ele reproduziu valores da sociedade, reforçando a aprendizagem centrada em mecanismos de memorização e informação. Com a democratização do ensino e com a realidade que ela produziu, os conceitos escolares, assim como os princípios metodológicos, passaram a ser veiculadas também pelos livros didáticos.

A partir da década de 1920, os renovadores da “Educação Nova” - Anísio Teixeira, Fernando de Azevedo, entre outros - buscaram discutir uma política educacional sistêmica para o país (MATE, 2005). Nesse contexto, o livro didático foi inserido como um instrumento pedagógico essencial no processo de organização do conhecimento. Para aqueles educadores, que desejavam organizar uma nova cultura social, o livro didático deveria ser objeto de reflexão para uma “Educação Nova”. A movimentação em torno da educação nesse período fez surgir muitos debates através de seminários e congressos, resultando na produção de diversos livros e trabalhos relacionados à educação. Assim, surgiram novas editoras, que continuaram se proliferando nas décadas posteriores, investindo cada vez mais na produção de livros didáticos. Projetos políticos educacionais incluíam o

livro como ferramenta do trabalho de professores em sala de aula. Mesmo com a multiplicação dos instrumentos pedagógicos de aprendizagem escolar e o surgimento de novas linguagens como forma pedagógica de conhecimento, “o livro didático ainda continua sendo um dos instrumentos pedagógicos básicos de acesso ao conhecimento para a maioria das escolas brasileiras” (FILHO 2005, p.17).

Historicamente, portanto, o livro didático têm sido considerado como agente determinante de currículos, limitando a inserção de novas abordagens e possibilidades de contextualização do conhecimento (SOUTO E VASCONCELOS, 2003).

Para a confecção de um livro didático são necessários anos de estudo e pesquisa. Depois de pronto, pode servir como uma preciosa ferramenta que complementa o conhecimento do professor, expande sua cultura e funciona como instrumento de atualização, já que, periodicamente, são introduzidos novos dados aos conteúdos das obras, o que possibilita acompanhar a evolução das idéias e dos conceitos (SOARES, 2002).

O livro didático pode assumir diferentes funções, dependendo das condições do lugar e do momento em que é produzido e utilizado nas diferentes situações escolares (BITTENCOURT, 2004). Em alguns casos, segundo Bizzo (2000), “o livro é concebido na presença principal de aliviar o trabalho do professor, priorizando suas necessidades”. Em outros ele também pode estar engessando a criatividade e a liberdade do professor em possibilitar novas alternativas curriculares no cotidiano das salas de aula.

Segundo Neto e Fracalanza (2003) os professores utilizam o livro didático

com alguns objetivos específicos: para elaborar planejamento e preparação de aulas; como apoio às atividades de ensino-aprendizagem (aproveitando textos, imagens, exercícios) e como fonte bibliográfica, complementando seus próprios conhecimentos.

No entanto, os mesmos autores afirmam que uma parcela considerável de professores ainda considera os livros didáticos como inflexíveis manuais norteadores dos programas.

Atualmente o livro didático ampliou sua função: além de transferir conhecimentos orais para a linguagem escrita, tornou-se também um instrumento que possibilita e facilita o processo de aprendizagem, organiza o trabalho do aluno, contribuindo para a formação social e política do indivíduo.

Para Soares (2002, p.1), “o livro didático informa, diverte, mas acima de tudo, prepara para a liberdade.” Já Romanatto (2002, p. 1) acredita que “nada é menos parecido com um livro do que um livro didático”. E afirma também que este nem sempre cumpre seu papel de apoio ao processo educacional.

De fato, muitos livros didáticos diluem fontes de conhecimento, simplificando-as para torná-las mais acessíveis à compreensão do aluno. Pesquisas têm demonstrado que muitos livros são de qualidade duvidosa, e nem sempre cumprem seu papel de apoio ao processo educacional. Alguns chegam a ser autoritários e fechados, com propostas e exercícios que pedem respostas padronizadas (ROMANATTO, 2002).

Acrescente-se a isso que muitas tarefas propostas seguem linhas pedagógicas completamente diferenciadas das opções epistemológicas dos professores e das escolas.

Essa antiga polêmica em relação à qualidade dos livros didático, com críticas e defesas de diferentes profissionais da área, têm impulsionado uma ampla área de pesquisa visando análise e avaliação de livros didáticos.

A qualidade do livro didático provoca debates em vários setores da sociedade, desde a escola — considerando alunos, famílias, professores, coordenadores e diretores — até autores e editores de livros, passando por outros profissionais, como intelectuais de diversas procedências e autoridades políticas. As discussões em torno do livro didático estão vinculadas, ainda, à sua importância econômica para um vasto setor ligado à produção de livros e também ao papel do Estado como agente de controle dessa produção. No caso do Brasil, os investimentos realizados pelas políticas públicas nos últimos anos transformaram o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) no maior programa de avaliação e distribuição de livros didáticos do mundo. Hoffling (1993, p.54) afirma que:

“Programas de melhoria de qualidade do livro didático brasileiro e de distribuição ampla para os estudantes de escolas públicas tem sido uma das principais ações do governo federal e seu Ministério da Educação desde a década de trinta do século passado”.

Ao mesmo tempo, pesquisadores acadêmicos vêm se dedicando há pelo menos duas décadas em avaliar livros didáticos, denunciando suas deficiências e apontando soluções para melhoria de sua qualidade (ROMANATTO, 2002).

Muitos dos problemas relacionados ao conteúdo ou ao processo de produção e uso do livro didático por professores e alunos passaram a ser analisados em uma perspectiva histórica, constituindo tais análises em uma das

vertentes mais importantes desse campo de investigação. Os principais objetivos desse tipo de análise são o de situar o processo de modificação e permanência do livro didático, como objeto cultural e também pelo conteúdo e práticas pedagógicas considerando sua presença entre as novas tecnologias atuais (BITTENCOURT, 2004).

A implementação do PNLD pelo Ministério da Educação em 1985 constitui um importante passo na direção de uma avaliação criteriosa do livro didático. O programa visa coordenar a aquisição e distribuição gratuita de livros didáticos aos alunos das escolas públicas brasileiras. A partir de 1995 o PNLD passou a realizar também a análise e avaliação pedagógica dos livros a serem adquiridos e distribuídos pelo Ministério, excluindo aqueles que não atendessem aos objetivos educacionais propostos (BIZZO, 2000). Uma equipe composta por representantes de escolas, universidades e do governo federal analisam e aprovam alguns livros e os classificam em três categorias: “recomendados, recomendados com ressalvas” e “recomendados com distinção” (VASCONCELOS e SOUTO, 2003).

Segundo Bittencourt (2004, p. 1):

..... nos últimos anos há mudanças de abordagens, que integram reflexões de caráter epistemológico, essenciais para a compreensão da constituição das disciplinas e saberes escolares. Paralelamente às análises sobre os conteúdos, foram sendo acrescentadas outras temáticas, notada mente entre as políticas públicas e a produção didática, evidenciando o papel do papel do Estado nas normatizações e controle da produção”.

Para o Ensino Médio foi desenvolvido e implantado, em 2004, o Programa

Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio — PNLDEM, que prevê a distribuição de livros didáticos para os alunos do Ensino Médio público de todo o país. A princípio foram analisados e distribuídos apenas livros de Português e Matemática, e nesse mesmo ano, de Espanhol. Mas em 2007, pela primeira vez, será distribuído também livros de Biologia aos alunos e professores do primeiro ano do ensino médio em escolas das regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste (MEC).

Os livros já foram avaliados e os títulos recomendados estão discriminados na portaria 501, publicada em 15 de fevereiro de 2006, conforme anexo 2.

Para Bizzo (2000) o PNLD aproximou a comunidade acadêmica dos autores e das editoras, e estabeleceu normas e diretrizes para a elaboração e avaliação de material didático. Nos últimos anos, o programa vem produzindo visíveis avanços, tais como correção de erros conceituais e a reestruturação dos livros com atualização dos conteúdos. Porém, os consumidores finais dos livros são apenas espectadores do processo.

Os editores, por outro lado, nunca foram responsáveis pela má qualidade dos livros didáticos produzidos no país. Eles apenas oferecem ao mercado o produto solicitado, dentro de realidades com propostas de ensino massificadora, alunos com lacunas de conhecimento, além de professores com uma inadequada formação, somada a precárias condições de trabalho docente (ROMANATTO, 2002).

Considerando o quadro a seguir, elaborado por Fracalanza (*In* Neto e Fracalanza, 2003, p.1 52,) pode-se evidenciar, de forma resumida, as diversas esferas e suas diferentes formas de influência exercidas sobre o livro didático no

Brasil.

Instituições	Segmentos	Ações
INSTITUIÇÕES PÚBLICAS (Executivo-Legislativo)	Políticos-Governantes Membros de Equipes Técnicas	ELABORAM E/OU EXECUTAM NORMAS E POLÍTICAS PÚBLICAS DE: <ul style="list-style-type: none">• Seleção de Títulos e Censura• Padronização editorial• Financiamento à produção / distribuição das obras• Financiamento de estudos e pesquisas
EDITORAS	Editores e Autores	EXECUTAM AÇÕES DE: <ul style="list-style-type: none">• Produção Editorial• “marketing”• Pressão para a definição de normas, políticas e ações públicas
ESCOLAS	Técnicos Professores Alunos e Pais	EXECUTAM AÇÕES DE: <ul style="list-style-type: none">• Seleção/avaliação• Utilização• Produção de propostas alternativas ao LD ou ao seu uso no ensino
GRUPOS / IES OU INSTITUIÇÕES DE PESQUISA	Pesquisadores	EXECUTAM AÇÕES DE: <ul style="list-style-type: none">• Produção de Propostas Metodológicas e/ou de material alternativo• Assessoria à elaboração de propostas curriculares• Atualização de professores em conteúdos e metodologias EXECUTAM TAMBEM AÇÕES DE: <ul style="list-style-type: none">• Análise e divulgação de diversos aspectos relacionados ao LD

Fonte: Fracalanza, H. O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil - 1993

2.2. O Livro Didático de Biologia e a Biotecnologia

Vasconcelos e Souto (2003) acreditam que a discussão sobre o conteúdo dos livros didáticos de ensino médio ainda não tem recebido a devida atenção pela comunidade científica, principalmente pelos profissionais de Biologia e suas necessidades representativas. O professor nem sempre dispõe de oportunidades para exercitar a crítica do material a ser utilizado em suas aulas.

É evidente que a maior parte das pesquisas de avaliação de livros

didáticos disponíveis hoje, aborda principalmente os livros da Educação Fundamental, mesmo depois da (recente) criação do PNLDEM.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) destacam a presença da tecnologia em cada uma das áreas delimitadas, inclusive na de “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”, onde se insere a disciplina Biologia. Destacam a tecnologia como um tema que permite contextualizar os conhecimentos de todas as áreas e disciplinas no mundo do trabalho. Na educação contemporânea do jovem, a tecnologia deverá ser contemplada como processo. Logo, não se trata apenas de apreciar ou dar significado ao uso da tecnologia, mas de conectar os inúmeros conhecimentos com suas aplicações tecnológicas.

Nas recomendações específicas para biologia, o educando deverá ser capaz de identificar relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, das condições de vida e concepções de desenvolvimento sustentável (PCNEM). Um livro didático de biologia deve, portanto, conter conteúdos contextualizados e relacionados ao desenvolvimento tecnológico. No caso especial da biotecnologia por constituir um dos grandes temas da atualidade, e fazer, cada vez mais, parte do cotidiano e da vida do aluno e do professor.

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, conhecidas como PCN+, elaboradas pelo ministérios da Educação, apresentam uma abordagem significativa sobre Biotecnologia. Trata-se de sugestões de uma possível correspondência entre as competências gerais estabelecidas pelos PCNEM, e as competências específicas

em cada área e disciplina, onde destaco a Biologia.

Para a competência de “análise, argumentação e posicionamento crítico em relação a temas de ciência e tecnologia” na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias presente nos PCNEM, os PCN+ sugerem a seguinte correspondência (dentro do tema biotecnologia) em biologia:

“Comparar diferentes posicionamentos de cientistas, ambientalistas, jornalistas, sobre assuntos ligados á biotecnologia (produção de alimento transgênico, terapia gênica, clonagem) avaliando a consistência dos argumentos e a fundamentação teórica.” (p. 37).

Outras sugestões acerca do caráter ético do conhecimento científico e tecnológico também merecem considerável destaque, como:

“Reconhecer a importância dos procedimentos éticos na aplicação das novas tecnologias para o diagnóstico precoce de doenças e do uso dessa informação para promover a saúde do ser humano sem ferir a sua privacidade e dignidade. (...) avaliar a importância do aspecto econômico envolvido na utilização da manipulação genética em saúde: o problema das patentes biológicas e a exploração comercial das descobertas das tecnologias de DNA” (p. 40).

Os PCNs+ ainda propõem uma possível organização das competências em torno dos seguintes temas estruturadores: Interação entre os seres vivos; Qualidade de vida das populações humanas, Identidade dos seres vivos; Diversidade da vida, Transmissão da vida, ética e manipulação gênica; e Origem e

evolução da vida (p. 41). Dentro do tema transmissão da vida, ética e manipulação genética (p. 50) encontra-se uma unidade sobre as aplicações da Engenharia genética, com orientações para que o aluno identifique as técnicas moleculares de detecção precoce de doenças, identifique o papel da terapia gênica e compreensão da natureza do projeto genoma. Aborda também os benefícios e perigos da manipulação genética, propondo temas para um debate ético. Todas as orientações anteriores podem ser encontradas em conteúdos no livro didático de biologia, considerando que esse objeto, têm sido, muitas vezes o único e também melhor material didático disponível para o aluno. Sendo assim, destaca-se, nesse trabalho, a importância da qualidade do tema biotecnologia em conteúdos no livro didático.

No tema Identidade dos seres vivos (p. 47), encontra-se uma unidade temática sobre tecnologias de manipulação do DNA com orientações para que o aluno identifique, em textos de divulgação científica, as tecnologias utilizadas na transferência de um DNA de um organismo para outro (Técnica do DNA Recombinante); faça um levantamento de informações sobre a participação da engenharia genética na produção de alimentos transgênicos, vacinas, hormônios e medicamentos para avaliar sua importância e também para identificar alguns produtos originários de manipulação genética que já estejam circulando no mercado brasileiro; e que relacione, entre os organismos manipulados geneticamente aqueles que são considerados benéficos e os que representam riscos para a população humana.

Novamente, ressalta-se que, dependendo das características regionais, a busca pelas informações sugerida para o trabalho pedagógico pode ser de difícil

acesso para o aluno. Portanto, os conhecimentos sobre a biotecnologia quando presentes no livro didático auxiliam o trabalho docente e, principalmente, permitem ao aluno ser introduzido no debate das implicações éticas, morais, políticas e econômicas da biotecnologia, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a sociedade.

Nesse contexto, a presente pesquisa tem por objetivo fazer um levantamento de como é a abordagem do tema Biotecnologia nos livros didáticos de Biologia.

3. Metodologia Utilizada na pesquisa:

Desenvolveu-se um roteiro orientador em forma de questionário para a pesquisa, de conteúdo simples e direto, que foi preenchido pela pesquisadora. Esse roteiro/questionário foi baseado em critérios encontrados nos parâmetros para avaliação de livros didáticos do PNLD, para a abordagem do tema cada livro. O questionário, presente no anexo 1 deste trabalho, tem como objetivo apurar dados de natureza qualitativa, observando as categorias de análises adotadas pelo PNLD em alguns livros didáticos de Biologia.

O questionário foi dividido em duas partes principais: uma de análise geral, que auxilia na apuração do tipo de conteúdo sobre o tema em cada livro selecionado, e outra de análise específica, que analisa individualmente cada tipo de conteúdo referente à biotecnologia nesses livros.

Na análise geral, os critérios utilizados foram:

- a presença ou ausência de um capítulo, de textos paralelos, trechos de outros capítulos e citação no Manual do Professor, sobre o tema biotecnologia.

- em que áreas (capítulos) e quantas vezes esses conteúdos estão presentes no livro

Na análise específica, que analisa individualmente o capítulo, o texto ou o trecho sobre biotecnologia, os critérios utilizados foram:

- O(s) assunto(s) abordado(s): engenharia genética/técnica do DNA recombinante, transgênicos (OGMs), terapia gênica, clonagem, testes de análises de DNA, análises de genomas, incluindo o Projeto Genoma Humano (PGH), utilização de células-tronco, melhoramento genético, utilização de microorganismos para produção de alimentos e bebidas, fertilização *in vitro*, e outros a considerar;
- Abordagem histórica, considerada importante para a compreensão da evolução das técnicas e processos envolvidos com o tema;
- O Conteúdo (capítulo, assunto) em que está inserido; Capítulo introdutório á biologia, composição química da célula, citologia, histologia, embriologia, reinos (à discriminar: Monera, Protista, Fungi, Animal ou Vegetal), reprodução, fisiologia vegetal, fisiologia animal, genética, reprodução, evolução e ecologia.
- Abordagem de questões éticas, essenciais para o estímulo ao questionamento de algumas técnicas biotecnológicas;
- Presença ou ausência de fotos, gráficos, esquemas e ilustrações, além da análise das legendas, da coerência, da relevância e da fonte desses recursos de auxílio didático;
- Análise da valorização e demonstração de técnicas envolvidas com o tema;
- Análise temporal das informações (atuais ou antigas)
- Presença ou ausência de exercícios relativos ao tema, além da coerência e relevância destes exercícios

- Estímulo/incentivo de pesquisa em outras fontes sobre Biotecnologia
- Apresentação de dados sobre a legislação que regula o assunto, quando este precisar de aprovação jurídica

É importante salientar que a aplicação dos questionários tem como função analisar os dados segundo parâmetros, porém a interpretação desses dados será evidenciada no decorrer dos resultados deste trabalho.

Os livros analisados foram escolhidos conforme a recente avaliação do MEC, pelo PNLDEM, através da portaria (no anexo II), e segundo abordagem do nível de preferência e escolha de professores de biologia de algumas escolas da rede pública e particular da cidade do Rio de Janeiro. No total, foram analisadas doze obras didáticas, entre livros de volumes senados e de volume único. Relação dos livros analisados, contendo nomes dos autores, editora e ano de publicação.

1) Fundamentos da Biologia Moderna — Volume Único

Amabis, J. M. e Martho, J.

Editora Moderna, 2004

2) Conceitos de Biologia - Volumes 1, 2 e 3

José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho

Editora Moderna, 2003

3) Biologia Essencial — Volume Único

Sônia Lopes

Editora Saraiva, 2004

- 4) Biologia. Série Brasil - Volume Único
Sérgio Linhares e Fernando Gewandsznajder
Editora Ática, 2004

- 5) Biologia Hoje — Volumes 1, 2 e 3
Sérgio Linhares e Fernando Gewandsznajder
Editora Ática, 2003

- 6) Biologia. Série Novo Ensino Médio — Volume Único
Wilson Roberto Paulino
Editora Ática, 2004

- 7) Os caminhos da vida — Volumes 1,2 e 3
Oswaldo Frota-Pessoa
Editora Scipione, 2002

- 8) Biologia — Volume Único
Armênio Uzínian e Ernesto Birnier
Editora Harbra, 2004

- 9) Biologia Integrada. Coleção Deita — Volume Único
Luiz Carlos Cheida
Editora FTD, 2003

10) Biologia. Coleção Base — Volume único
José Arnaldo Favaretto e Clarinda Mercadante
Editora Moderna, 2003

11) Biologia em foco — Volume Único
Wanderley Carvalho
Editora FTD, 2002

12) Biologia. Série de olho no mundo do trabalho — Volume Único
Sídio Machado
Editora Scipione, 2004

4. Resultados da Pesquisa

De uma forma geral, a abordagem do tema nos livros didáticos analisados foi considerada como “boa”, já que com exceção de apenas um livro, todos os outros apresentam um capítulo específico para o tema. E o único livro que não abordou a biotecnologia através de um capítulo específico, abordou-a diversas vezes através de textos paralelos e trechos espalhados pelo livro. Porém, alguns fatores e parâmetros importantes como, por exemplo, a abordagem ética e histórica do tema, foram identificados como deficiente ou até ausente em certos livros.

4.1. Conteúdo do livro relacionado à Biotecnologia

Os capítulos do livro em que é abordado o tema foram considerados de grande importância nesta pesquisa, já que a Biotecnologia é uma área extremamente ampla, que aborda diferentes assuntos e formas de conhecimentos dentro da biologia. Sendo assim, é relevante que se encontre, em um único livro de biologia, o tema associado a vários assuntos, já que se trata de um tema interdisciplinar e esse conceito deve ser repassado ao aluno.

Como era esperado, os assuntos Citologia, Genética e Embriologia foram os que mais apresentaram abordagens sobre o tema, o que é explicado pela semelhança de conteúdo entre o tema e esses assuntos.

No entanto, três livros entre os analisados: “Biologia Essencial” por Sônia Lopes; “Biologia Integrada”, por Luiz Carlos Cheida e “Biologia em Foco” por Wanderley Carvalho, apresentam abordagens apenas em um capítulo, associado a um único assunto do livro para abordar o tema, deixando a “falsa” impressão de que a biotecnologia está restrita a este único assunto do livro. Todos esses livros apresentaram tal capítulo associado à Genética, e, portanto, deram mais ênfase a Engenharia Genética e suas técnicas. Além desses quatro livros, a coleção “Os caminhos da vida”, por Frota-Pessoa, com três volumes didáticos, apresenta dois capítulos exclusivos para o tema, ambos também associados à Genética, e o livro “Fundamentos da Biologia Moderna” por Amabis e Martho aborda o tema em um capítulo de genética, e apresenta também, além disso, apenas um pequeno trecho, intitulado “Bactérias e Biotecnologia” no capítulo do Reino Monera. Já o livro de Favaretto e Mercadante foi o único entre os livros analisados a abordar o tema apenas na forma de textos paralelos ao longo do livro.

A tabela abaixo mostra quais assuntos da biotecnologia foram abordados e quantas vezes isso ocorreu em cada livro.

Tabela: Frequência dos assuntos referentes ao tema biotecnologia em cada livro didático analisado.

Livros (por Autor)	EG	OGMs	PG	CI	C-T	TG	TDNA	Ferm	MeG	Ferti
Wilson Paulino	1	1	1	3	1		1		1	
Amabis e Martho (VU)	1	1					1			
Luiz Carlos Cheida	1	1	1	1	1	1				
Sergio Linhares	2	2	2	2	1	2	1			
Sídio Machado	2	3	1	2		1	1	2		1
Favaretto e Mercadante	2	2	1	1	1	1				
Uzinian e Birnier	1	1	1	1		1				
Sonia Lopes	1	1	1	1	1	1	1			
Amabis e Martho (3V)	2	3	5	2			1	3	1	1
Wanderley Carvalho	1	1	1				1			
Frota-Pessoa (3V)	2	2	2	1	2		1		1	
Sergio Linhares e G. (3V)	1	1	1	2	1	1				
Frequência dos temas	17	19	17	16	8	8	9	5	3	2

Nº de vezes que o tema foi encontrado

Legenda da tabela:

EG — Engenharia Genética / Técnica do DNA Recombinante

OGMs — Organismos Geneticamente Modificados ou Transgênicos

PG — Projetos de Análise de Genomas, como o Projeto Genoma Humano

CI — Técnicas de Clonagem

C-T — Utilização de células-tronco

TG — Terapia Gênica

TDNA — Testes de Análise de DNA

Ferm — Técnicas de Fermentação na fabricação de alimentos e bebidas

MeG — Melhoramento Genético

Ferti — Fertilização *in vitro*

4.2 Textos paralelos como auxílio à abordagem da biotecnologia

Destacamos, também, a importância dos “textos paralelos” ao assunto para abordagem da biotecnologia nos livros didáticos de biologia. Estes textos, geralmente extraídos de jornais, revistas, periódicos, artigos, sites ou livros situam o aluno na influência da biotecnologia no dia-a-dia, de como e onde são desenvolvidas as pesquisas na área e de informações e notícias mais atuais do que as presentes no conteúdo do livro didático. O maior número de textos paralelos sobre o tema foi encontrado no livro “Os Caminhos da Vida”, de Oswaldo Frotta-Pessoa que apresenta dez textos, todos com fonte e data (recente), porém, todos são localizados dentro dos dois capítulos sobre o tema, e inseridos em um único assunto - genética. Exercícios discursivos, que estimulam o raciocínio, incluindo exercícios de vestibular, acompanham os textos, para complementar o conteúdo dos textos e do capítulo.

Foi observado, durante a análise dos textos presentes nos livros da pesquisa, que muitos não apresentavam fonte e data, deixando lacunas em seus conteúdos. O aluno deve saber, sempre, o tipo de fonte de onde foi extraído o texto que está sendo trabalhado. Foram encontrados e analisados quarenta e sete textos em apenas sete coleções didáticas, pois cinco coleções desta pesquisa não apresentaram textos relacionados à Biotecnologia. Entre os textos analisados, apenas vinte e três possuíam fontes e datas. Portanto, aproximadamente metade

dos textos não continham informações relativas à procedência e período, o que consideramos prejudicial, como foi explicado no início desse parágrafo, para o desenvolvimento do trabalho do professor.

Nenhum dos textos encontrados nos livros de Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder — tanto na coleção, com três volumes, quanto na edição volume único, continham qualquer informação referente à fonte e data. Já a coleção de Frota-Pessoa, como já foi dito anteriormente, identificava a data e procedência de todos os textos relativos a Biotecnologia. Mas a coleção de Amabis e Martho, e os livros de Paulino Favaretto e Marcadante, e Sídio Machado apresentaram alguns textos com fonte e data, e outros textos sem esses elementos identificadores.

A maior parte desses textos identificados — doze textos - são provenientes de jornais (O Globo, Folha de São Paulo) e revistas (Veja, Science, Ciência Hoje).

Os assuntos abordados nos textos geralmente reforçam as idéias propostas nos capítulos e nos trechos referentes ao tema. Porém, alguns textos fazem uma abordagem “inérita” de determinado(s) assunto(s) referente(s) à Biotecnologia.

Na tabela abaixo relacionamos alguns desses textos, seguidos dos assuntos que eles abordam e sua localização.

Tabela 2: Principais textos presentes nos livros analisados e seus respectivos assuntos.

Título do texto	Assunto(s) abordados	Localização (Livro, autor e página)
DNA, Paternidade e Criminologia	Testes de DNA e suas aplicações na resolução de crimes e casos	Biologia Hoje, Paulino Pag. 46

Genomas decifrados	Pesquisas que decifram genomas de diferentes espécies	Biologia Hoje, Paulino Pag. 86-87
Trasgênicos nos Alimentos	Sobre a produção de transgênicos no Brasil	Biologia Hoje, Paulino Pag. 106-107
A biotecnologia de tecidos vegetais	Sobre o desenvolvimento de mudas (clones) em laboratório através de células meristemáticas	Biologia Hoje, Paulino Pag. 142
Clone de clone	Primeiro mamífero clonado no Brasil: a bezerra Vitória, 2001 e seu clone, a bezerra Vitoriosa, em 2004	Biologia Hoje, Paulino Pag. 304
Melhoramento Genético de Plantas	Abordagem histórica com exemplos de aplicações do melhoramento genético em plantas cultivadas	Biologia Hoje, Paulino Pag. 326
A soja em debate	Texto de abordagem histórica sobre transgênicos no Brasil	Os caminhos da Vida, Frota-Pessoa Pag. 52
Quarenta anos de DNA	Descoberta do DNA, o que isso representou para a humanidade	Os caminhos da vida, Frota-Pessoa Pag. 53
Domesticando células-tronco adultas	Pesquisas referentes ao controle da diferenciação de células para substituição em tecidos humanos com células defeituosas	Os caminhos da vida, Frota-Pessoa Pag. 136
O maior estudo genético já feito no Brasil	Decifrando o genoma Xylella fastidiosa (bactéria que ataca culturas de laranja)	Os caminhos da vida, Frota-Pessoa Pag. 136-137
Problemas com a clonagem	Levantamento de questões éticas referentes a clonagem	Biologia Hoje, Linhares e Gewandzsnajder (vol. 1) Pag. 214
A engenharia genética na trilha da cura de doenças humanas	Pesquisas sobre as aplicações da engenharia genética para benefício da saúde humana	Biologia, Favaretto Pag. 99
Título do texto	Assunto(s) abordados	Localização (Livro, autor e página)
Projeto Genoma Humano, a revolução do século XXI	Abordagem histórica e ética sobre as revelações do projeto genoma	Biologia, Favaretto Pag. 145
Clones e Barriga de Aluguel: Avanço científico e dilema ético	Abordagem ética sobre a clonagem e a barriga de aluguel	Biologia, Favaretto Pag. 303
Biotecnologia abre novas fronteiras agrícolas	Produtos agrícolas transgênicos	Biologia, Favaretto Pag. 58
Bebês de proveta e a clonagem humana	Abordagem ética sobre dois temas	Conceitos de Biologia , Amabis e Martho

		Pag. 174-175 (vol 1)
Fermentação láctica e produção industrial de bebidas fermentadas	A utilização e manipulação da fermentação láctica na produção de bebidas fermentadas	Biologia para o Ensino Médio, Sídio Machado Pag. 90-91

Destacamos também, conforme apresentado na tabela 2, o caráter de “divulgação científica” de alguns destes textos. Muitos deles divulgam diversas pesquisas na área, o que pode ser um atrativo para o educando, além da possibilidade de incentivá-lo a buscar mais informações referentes aqueles assuntos, e criar no aluno o gosto pela leitura de textos de divulgação científica.

O caráter de divulgação científica informando sobre diversas pesquisas, referentes à biotecnologia, que estão ocorrendo ou ocorreram no Brasil e no mundo foi identificado em diversos textos analisados. Consideramos este caráter um fator positivo para que o aluno comece a compreender o universo da produção científica, com pesquisas de diversas áreas (entre elas a biologia), a importância delas e como elas influenciam nossas vidas. Destacamos, a seguir, alguns trechos que citam algum tipo de pesquisa científica, ou falam, de uma forma geral, das pesquisas que ocorrem no Brasil e no mundo:

- *“além de identificar grande número de genes humanos e outros organismos, os cientistas brasileiros desenvolveram uma nova estratégia de sequenciamento. O país está muito adiantado na identificação de genes que atuam no câncer, o que permitirá diagnósticos cada vez mais precoces e melhor escolha de terapia.”*

Texto “O Brasil e o Projeto Genoma Humano”, do livro Biologia —Série Brasil, de Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder. Pág. 98.

- *“Também estão sendo realizados estudos para o tratamento de diabetes,*

câncer, mal de Parkinson, doença de Alzheimer, etc. O objetivo é transplantar células-tronco para se reproduzirem e regenerarem as áreas afetadas.”

Texto “Clonagem: Aplicações e problemas, do livro *Biologia — Série Brasil*, de Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder. Pág. 87

- *“Laboratórios europeus, em colaboração, sequenciaram totalmente o DNA do organismo responsável por um dos maiores flagelos do mundo, a tuberculose.”*

Texto: “Decifrado o genoma do bacilo da tuberculose” do livro *Os caminhos da vida III*, de Oswaldo Frota-Pessoa. Fonte: *Science*, 2 jan. 1998.

- *“O primeiro mamífero clonado no Brasil foi a bezerra Vitória, desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa),”*

“Em 19 de fevereiro de 2004, o Ministério da Agricultura anunciou o nascimento da bezerra Vitoriosa, desenvolvida também pela Embrapa, Vitoriosa foi um clone da vaca Vitória — clonada em 2001. (...) Vitoriosa surgiu a partir de células isoladas de um pedaço de pele retirado da vaca Vitória. Nesse experimento foram produzidos 35 embriões, que foram transferidos para 17 vacas receptoras. (...)”

Texto: “Clone de clone: Vitória e Vitoriosa” adaptado do livro *Biologia — Série Novo Ensino Médio*, de Wilson Roberto Paulino. Pág. 304 Fonte: Embrapa Obtém bezerra clonada de Clone, Folha de São Paulo, 20/02/2004.

- *“Em 11 de janeiro de 2001, cientistas norte-americanos do centro Regional de Pesquisa sobre Primatas de Oregon, nos Estados Unidos, anunciaram ao mundo a produção do primeiro primata trans gênico, um robusto e brincalhão filhote de macaco Rhesus, que recebeu o nome de AND!”*

“Muitos animais trans gênicos foram até agora produzidos, incluindo roedores,

porcos, cabras e o velhas, (...)“

Texto: “ANDI: o primeiro primata transgênico” do livro *Biologia — Série Novo Ensino Médio*, de Wilson Roberto Paulino. Pág. 104

- *No processo de obtenção de plantas trans gênicas, o transplante de genes é normalmente realizado utilizando-se urna suspensão de células meristemáticas, portadoras de parede celular de pequena espessura. Assim, a cultura de tecidos contribuí para o melhoramento genético(..)”*

Texto: “Cultura de Tecidos: a biotecnologia dos meristemas” do livro *Biologia —Série Novo Ensino Médio*, de Wilson Roberto Paulino. Pág. 286

4.3 A abordagem de questões éticas referentes à biotecnologia

Entre os problemas de maior relevância detectados na pesquisa chamamos a atenção para o problema de se discutir ou ao menos levantar argumentos para a ética na biotecnologia. Consideramos apenas assuntos referentes à engenharia genética —transgênicos, clonagem, testes análise de DNA e terapia gênica —, células-tronco, bebê de proveta e barriga de aluguel e fizemos uma análise desses assuntos e da forma como eles abordavam a ética, quando a abordavam.

O que nos surpreendeu foi a abordagem de três livros: o livro “Fundamentos da Biologia Moderna”, de Amabis e Martho, o livro “Biologia em Foco” de Wanderley Carvalho, e “Biologia” de Armênio Uzunian e Ernesto Birnier, que abordaram o assunto na forma de capítulos, mas não fazem, em momento algum, o levantamento de questões e argumentos éticos referentes ao tema.

O primeiro livro citado anteriormente apresenta um tópico especial dentro do capítulo de genética sobre a engenharia genética, e um pequeno trecho sobre

“Bactérias e Biotecnologia”. Na parte de engenharia genética, os autores valorizam as técnicas do DNA recombinante e as técnicas de identificação de DNA, sem citar qualquer fator ético. Fala das aplicações do conhecimento genético, e entre elas aborda os transgênicos, citando apenas este trecho relacionado à ética: “(...) a soja transgênica, que tem sido motivo de grande polêmicas em diversos países, incluindo o Brasil (p. 449)” Como podemos perceber, o livro não levanta argumentos que permitam ao aluno a realização de debates e discussões éticas para esses assuntos. Além disso, também não se refere a postura ou a legislação do Brasil ou de outros países sobre os transgênicos.

O segundo livro citado aborda o tema apenas em um capítulo exclusivo para ele, porém também não levanta questões éticas sobre nenhum dos assuntos discriminados em tal capítulo. O autor explica técnicas de criação de transgênicos, de testes de análise de DNA e terapia gênica, sem sequer levantar o caráter polêmico desses assuntos.

Já o terceiro livro, contém todos os grandes temas da Biotecnologia atual, com exceção do assunto células-tronco, mas explica e trabalha as técnicas modernas sem fazer qualquer tipo de comentário relacionado a argumentos e questões éticas.

Um dos livros que mais se destacou no levantamento de questões éticas referentes ao tema foi o livro de Wilson Roberto Paulino. No capítulo intitulado “Biotecnologia do DNA — A engenharia Genética”, o tópico que trabalha o assunto transgênicos, já no título anuncia que o tema é polêmico: “Seres transgênicos: um tema polêmico”, No desenvolvimento desse assunto, o autor menciona:

“Na avaliação de muitos pesquisadores, o cultivo e a

comercialização de plantas trans gênicas podem proporcionar grandes vantagens(...) Por outro lado, colocações sobre desvantagens do uso de seres transgênicos ganharam, nos últimos anos, grande espaço tanto na mídia internacional quanto no meio científico. (...) Muitas pessoas vêem com preocupação as conseqüências potenciais dos seres transgênicos tanto para nossa saúde, como em relação a impactos ambientais, já que ainda não há estudos conclusivos sobre essas conseqüências. A possibilidade de reações alérgicas às novas substâncias de alimento transgênico e a transmissão acidental de genes não desejáveis de uma espécie de ser vivo para outra, podendo gerar, por exemplo, novas pragas agrícolas, constituem exemplos do que os seres transgênicos podem causar.” (p. 102-103)

Em um texto adaptado da Revista Veja (2004), no capítulo de Embriologia sobre células tronco e clonagens terapêuticas, o autor faz novamente uma abordagem ética:

“Mas para obter células-tronco embrionárias o embrião será necessariamente destruído. Daí a clonagem terapêutica constituir um dos temas mais polêmicos na atualidade. Para muitas pessoas, o embrião é considerado uma vida e sua destruição é inaceitável” (p.307).

Porém, os temas “testes de DNA” e “terapia gênica”, também abordados nesse livro, ficam alheios aos debates e argumentos éticos apresentados pelo

autor.

O livro de Frota-Pessoa (volume 3) faz uma abordagem “razoável” na questão relativa aos dilemas éticos dos diversos assuntos da biotecnologia. No texto *A soja em debate*, retirado do periódico “Revista do Incor” (1999), percebe-se claramente a argumentação em relação às vantagens e desvantagens em relação aos OGM. Demonstra também motivos da oposição ao tema: “*A principal oposição aos transgênicos no Brasil considera que ainda não se dispõe de suficiente certeza da sua segurança* (p. 52)”. Já no capítulo sobre a Engenharia Genética há um tópico intitulado *A engenharia genética pode produzir benefícios acompanhados de pequenos inconvenientes*, onde o autor expõe alguns problemas da genética molecular no meio ambiente e na agricultura. Ao final desse capítulo faz alguns questionamentos para gerar reflexão sobre o tema:

“As plantas transgênicas produzem mais por terem recebido genes que não eram delas. Devem ser patenteáveis? Se forem, só as companhias donas da patente podem usá-las. Por outro lado, sem patentes, as empresas, particulares não se interessarão em fazer pesquisas dispendiosas para produzi-las. Você se posiciona a favor ou contra o patenteamento das plantas modificadas? Por que?” (p. 135)

Também há, na mesma sessão ao final do capítulo, outro questionamento, dessa vez sobre clonagem: “*(...) Deve ser proibida ou permitida a produção de clones de pessoas adultas, quando isso puder ser feito sem risco para o clonante ou clonado?*” (p. 135)

No entanto, mais uma vez os mesmos temas da biotecnologia — testes de análise de DNA e terapia gênica ficaram fora das discussões éticas.

O livro “Biologia Essencial” de Sônia Lopes aborda praticamente todos os grandes temas da biotecnologia atual porém todos em um único capítulo, inserido em genética. No entanto, o questionamento éticos desses temas também deixa a desejar. Há apenas um trecho, muito simples, para tratar da polêmica acerca dos transgênicos, e de forma superficial: “*O uso de plantas transgênicas na agricultura tem sido objeto de intensos debates, pois ainda existem questionamentos se elas fazem ou não mal à saúde humana e ao meio ambiente.* (p. 328)” Sobre as células-tronco o autor é um pouco mais específico:

“Um dos grande problemas do uso dessas células é que elas são derivadas de embriões excedentes de processo de fertilização in vitro. (...) Para muitas pessoas isso é inaceitável, pois uma vida estaria sendo destruída.(. .)mas por outro lado envolve aspectos morais, culturais e religiosos” (p. 331).

Mais uma vez, então, apesar de ter uma abordagem muito completa do tema, apenas dois assuntos apresentam questões éticas, e essas questões são levantadas de forma simples e superficial, com poucos argumentos sendo expostos ao leitor.

O livro de Luiz Carlos Cheida apresenta um trecho que nenhum outro livro analisado apresentava, a Bioética. Apesar desse livro abordar a biotecnologia considerando todos os grandes assuntos atuais, mas em um único capítulo sobre genética, o tópico sobre a bioética trabalhou perfeitamente argumentos éticos prós

e contra dos diversos assuntos, explicando também o conceito e a importância da bioética nos dias atuais, através de trechos como *“Alguns dilemas da Bioética”* e *“Por que a bioética é importante”*. Trecho que merece destaque: *“Se por um lado essas conquistas fazem renascer a importância de uma vida melhor, por outro criam dilemas que precisam ser respondidos sob ameaça irremediável do bem-estar e do equilíbrio da própria vida na Terra.”* (p. 346)

Alguns textos paralelos do livro *“Conceitos de Biologia”* Volume 1, de Amabis e Martho mostraram uma abordagem ampla da questão ética, capaz de instigar o leitor a desenvolver um pensamento reflexivo sobre a ética do assunto tratado e ainda relacioná-lo a diferentes contextos atuais. No texto *“Bebês de proveta e a clonagem humana”* (p. 174-175) destacamos:

“O que podemos fazer com embriões não utilizados? Eles devem permanecer congelados indefinidamente ou podem ser descartados? Podem ser doados ou vendidos a outra pessoa? Afinal de contas, todos os embriões criados em um processo de fertilização in vitro são irmãos do que se desenvolvem. Descartá-los não seria equivalente a um aborto?(...) Alguns alegam que a clonagem tiraria a liberdade de uma pessoa (o clone,) ter uma identidade genética única e original (...) outros alegam para a possibilidade de se clonar um número ilimitado de cópias de pessoas escolhidas, criando assim exércitos de operárias, soldados, artistas, professores, etc.”

Em outro texto com título “Clonagem de mamíferos” (p. 193-194) temos “Os biólogos querem ter certeza de que o público realmente compreende que um clone não seria uma cópia exata da pessoa que foi clonada.”

Nos textos do livro de Favaretto e Mercadante, outra surpresa: não houve nenhum tipo de discussão ética referente aos OGM, e mais uma vez, também à terapia gênica ficou alheia a esse tipo de discussão. O livro, apesar de apresentar abordagem relacionada à biotecnologia apenas através de textos paralelos, consegue, ao longo de vários capítulos do livro, trabalhar vários aspectos e todos os grandes assuntos dessa nova tecnologia. Porém, no que se refere a abordagem ética, o livro deixa de fora justamente os temas mais polêmicos da área: A terapia gênica e os OGM. Mesmo assim, vale destacar os argumentos éticos de um trecho do texto “Projeto Genoma Humano, a revolução do séc XXI” sobre a Medicina Preditiva: “Essa forma de medicina acarreta dilemas éticos que deverão ser discutidos por toda a sociedade. (...) É possível que as empresas exijam testes genéticos dos candidatos(...) Os planos de saúde poderão solicitar, previamente, testes genéticos dos indivíduos(...)” (p. 145).

4.4 A importância da abordagem histórica sobre Biotecnologia

A importância de se ter uma abordagem histórica nos conteúdos referentes a biotecnologia é que o leitor pode se tornar capaz de compreender o contexto em que ela surgiu e como tem ocorrido o processo de evolução dessa forma de tecnologia, desde o seu surgimento até os dias atuais, associando-a então ao nosso cotidiano.

A maioria dos autores teve o cuidado de realizar uma contextualização histórica do tema de uma forma geral, deixando clara a distinção entre a antiga

biotecnologia e a atual. Apenas alguns autores não fizeram qualquer tipo de abordagem histórica do tema: Amabis e Martho (no livro volume único), Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder (no livro da série Brasil, volume único) e Arménio Uzunian e Ernesto Birnier.

Porém, o que foi observado é que, entre os autores que mencionaram aspectos históricos, a maioria se preocupou em abordar a parte histórica da Engenharia Genética, ou seja, da manipulação de genes, principalmente no que se refere aos organismos geneticamente modificados. Não se preocuparam, portanto, em descrever como a biotecnologia surgiu, pois esta sim, deu origem a engenharia genética e a qualquer outro assunto na área.

4.5 A abordagem da Biotecnologia no Manual do Professor

Não foi possível avaliar o Manual do Professor de alguns livros (o de Arménio Uzunian e Ernesto Birnier, o de Luíz Carlos Cheida, e o de José Arnaldo Favaretto e Clarinda Mercadante), já que esses exemplares utilizados na pesquisa não eram “livros do professor”. Entre os analisados, destacamos os livros de Sídio Machado, de Wilson Roberto Paulino, e Amabis o Martho (Volume único), que deram mais ênfase ao tema com diversas orientações pedagógicas para trabalhar o tema em sala de aula e sugestões de leitura para o professor, como o trecho abaixo, extraído do manual do professor do livro de Amabis e Martho:

“O acúmulo de conhecimentos sobre os genes e as inúmeras possibilidades de utilizar esses conhecimentos têm gerado situações polêmicas, para as quais ainda não se tem respostas claras. Devemos

ou não cultivar plantas trans gênicas, que podem aliviar a fome em certas regiões, mas também podem trazer futuros problemas ecológicos? Devemos ou não revisar a legislação sobre o aborto tendo em vista que já é possível diagnosticar doenças hereditárias gravíssimas no início do desenvolvimento embrionário? (:::)Devemos ou não permitir que companhias de seguro exijam a apresentação de exames de DNA, que poderiam indicar tendências de a pessoa ter uma enfermidade grave no futuro? (...)Essas e outras questões precisam ser amplamente discutidas pelos cidadãos(...) Os estudantes devem perceber que o aprendizado escolar tem muito a ver com a sua vida(..)” (p. 28 do Manual do Professor).

4.6 A preocupação com a Legislação que regulamenta a Biotecnologia

Apenas alguns autores se preocuparam em descrever como governos de vários países, principalmente o Brasil, lidam com os problemas gerados pela biotecnologia. Apesar dos problemas e da polêmica do tema, muitos países ainda enfrentam impasses jurídicos para permitir ou proibir as pesquisas da área biotecnológica, assim como os produtos, medicamentos, alimentos e procedimentos gerados a partir dessas pesquisas. No entanto, muitos autores pareceram assumir uma postura alheia aos fatores jurídicos de regulamentação da

biotecnologia, como se esses fatores não fosse relevantes para abordar o tema.

A legislação brasileira, apesar de “confusa”, estabelece parâmetros para a regulamentação de produtos e pesquisas na área. Nesse contexto, seria importante fazer a devida colocação dessa legislação, assim como seus parâmetros e a sua importância para os avanços da biotecnologia.

Apenas os autores Frota-Pessoa, Paulino, e Sérgio Linhares e Fernando Gewandsnajder abordaram a legislação brasileira para regulamentação da biotecnologia. Porém os três autores a mencionaram apenas para os organismos geneticamente modificados, deixando de lado a regulamentação de outros temas, como a clonagem e as células-tronco, amparadas pela mesma lei que ampara os OGM.

4.7 Estimulo à pesquisa em outras fontes:

Além de um conteúdo de qualidade, a abordagem do tema biotecnologia deve, em algum momento, incentivar e estimular o educando na busca de mais informações ou a realização de atividades referentes ao tema. A tabela abaixo demonstra quais livros incentivaram, de alguma forma, essa busca:

Livros (por Autor)	Há incentivo à pesquisa?
Wilson Paulino	Não
Amabis e Martho (VU)	Sim
Luiz Carlos Cheida	Não
Sergio Linhares	Sim
Sidio Machado	Sim
Favaretto e Mercadante	Não
Uzinian e Birnier	Não
Sonia Lopes	Não

Amabis e Martho (3V)	Sim
Wanderley Carvalho	Não
Frota-Pessoa (3V)	Sim
Sergio Linhares e G. (3V)	Não

Pela análise da tabela podemos perceber que a maioria dos autores não prioriza o incentivo ao aluno pela busca de mais informações sobre o tema, como se o livro fornecesse todas as informações necessárias para adquirir aquele conhecimento. É necessário reforçar que nenhuma fonte de conhecimento sozinha é capaz de fornecer todas as informações necessárias para a total compreensão do assunto. Portanto, o próprio livro didático pode também assumir esse papel de estimulador na busca de novas informações, principalmente se tratando de uma área tão presente no nosso cotidiano e tão necessária para o desenvolvimento da sociedade moderna.

4.8 Análises de Fotos, Gráficos, Esquemas e Ilustrações

As fotos, gráficos, esquemas e ilustrações presentes nos livros didáticos servem de apoio ao conteúdo didático, complementando-o. A análise desses elementos não demonstrou nenhum dado relevante, já que todos os livros os apresentaram de uma forma, em geral, simples e como testemunhos oculares em coerência com o texto e auxiliando na compreensão do conteúdo referente ao tema. No entanto, praticamente nenhum livro apresentou a fonte desses elementos ou mesmo evidenciou a importância de cada uma das imagens registradas.

4.9 Análise dos Exercícios

Todos os livros analisados apresentaram exercícios relacionados, pelo menos, a algum assunto referente à biotecnologia. A maioria desses exercícios eram coerentes com o tema e estimulavam, ou ainda ampliavam, a informação ou conhecimento do aluno sobre o tema ao realizar o exercício. No entanto, o assunto “célula-tronco” não foi citado em nenhum exercício dos livros analisados.

4.10 Análise Temporal dos dados:

De uma forma geral, todos os livros didáticos analisados apresentavam dados atualizados, principalmente os conteúdos presentes nos textos paralelos. Percebe-se, portanto, a preocupação dos autores em trabalhar com dados recentes para manter o leitor atualizado. No entanto, cada um dos conteúdos é apresentado de forma sucinta, sem aprofundamento do tema.

4.11 Caráter tendencioso dos conteúdos

Considerando que boa parte dos assuntos referentes à biotecnologia (transgênicos, terapia gênica, utilização de análises de genomas, clonagem, fertilização in vitro e célula-tronco) levantam questões polêmicas, tentamos analisar, nesta pesquisa, se os autores apresentaram argumentos tendenciosos, ou seja, argumentos que tratassem de um único posicionamento em relação a determinado assunto. No entanto, nenhum dos livros analisados apresentou qualquer conteúdo de caráter tendencioso, evidenciando o cuidado dos autores ao descrever argumentos éticos em relação ao tema.

5. Conclusão

A biotecnologia é uma ciência que atualmente está presente em muitos setores da nossa sociedade. Desde que a humanidade descobriu a importância da manipulação e utilização de seres vivos para seu benefício, a ciência não se cansa de pesquisar novas formas de utilizar esses seres.

Nesse sentido, é importante que o livro didático de biologia, como ferramenta de “fácil” acesso para professores e alunos, aborde o tema de forma clara e objetiva, expondo todos os argumentos, técnicas e conteúdos necessários para a compreensão do tema. Assim, o aluno terá em mãos uma ferramenta como fonte de dados que pode permitir que ele reflita e participe, ativamente, das discussões éticas de determinados assuntos relacionados à biotecnologia. O aluno também estará a par dos resultados de indicadores científicos de pesquisas

recentes na área, sendo capaz de compreender a importância desses resultados para a sua vida, de acordo com o seu contexto social, e para a humanidade.

A abordagem do tema foi, em geral, considerada abrangente e significativa, já que praticamente todos os livros analisados mostraram a biotecnologia de forma clara e objetiva, com exceção da abordagem ética sobre o tema, que foi valorizada por poucos livros utilizados na pesquisa.

É importante reforçar que o tema também deve ser sempre atualizado e revisado nos livros didáticos, já que muitas informações são obtidas e modificadas a cada ano através de inúmeras pesquisas realizadas no mundo. Além disso, o Manual do Professor deve conter sempre muitas informações a respeito do tema, como forma de auxílio ao Professor.

O livro didático não é capaz de transmitir, sozinho, o conteúdo ao aluno. Portanto, para que o educando seja capaz de construir o conhecimento associando à sua realidade, é imprescindível a presença do professor-mediador, que deverá orientá-lo no processo de aprendizagem e na utilização dos conteúdos registrados nos livros didáticos. Além disso, a utilização de um bom livro faz a diferença na educação escolar na medida em que ele se torna um instrumento de acesso aos conhecimentos historicamente acumulados. No entanto, ele sozinho, como já sinalizamos, não é o suficiente para fechar as lacunas existentes no sistema educacional brasileiro. Afinal, como se pode observar nessa pesquisa, o livro didático não está acompanhando, de forma suficiente e necessária, a aceleração e dinâmica como que o conhecimento vêm sendo produzido pela humanidade na contemporaneidade.

Referências Bibliográficas:

AMABIS, J. M. e MARTHO, J. **Fundamentos da Biologia Moderna**. 3.ed. São Paulo: Moderna, 2004. 550 p.

AMABIS, J. M. e MARTHO, J. **Conceitos de Biologia**. 3ed. São Paulo: Moderna, 2004, 3 volumes.

ALMEIDA, A. L. O. de. (Coord.). **Biotecnologia e Agricultura: Perspectivas para o caso brasileiro**. Petrópolis: Vozes/Biomatrix, 1984. Disponível em <http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/cct/v02/cc02n_1_09.pdf>

ABRIL, Almanaque: **Enciclopédia em fascículos. Biotecnologia**. São Paulo, n. 2, ed. 2004.

BIZZO, N. **A avaliação oficial de materiais didáticos de ciências para o ensino fundamental no Brasil**. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 7 Anais... São Paulo, 2000, p. 54-58

BITTENCOURT, O. M. F. **História, produção e memória do livro didático. Educação e Pesquisa**. Vol. 30, n. 3 , São Paulo Sept./dec. 2004. Disponível em: <http://www.fapesp.br/materia.php?data%5Bid_materia%5D=1292>

BRASIL, MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=407&Itemid=393>

BRASIL, MEC. **National Curriculum Parameters — Secondary Education**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/pcning.pdf>>

BRASIL, MEC. **PCN+: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>

BRASIL. **Lei nº 11.105/05** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil.underline03/underlineato2004_2006/200511ei/l11105.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/underline03/underlineato2004_2006/200511ei/l11105.htm)

BRASIL. **Lei nº 8.974/95**. Disponível em: http://www.lei.adv.br.8974_95.htm

BRASILIA. **Decreto n. 1.752 de 20 de dezembro de 1995**. Disponível em:
<<http://www.planalto.gov.br/decreto/dl1752.htm>>

BROWN, CM. **Introduction to biotechnology**. 10.ed. California: Cataloguing in Publication Data, 1987. 660 p.

CARVALHO, W. **Biologia em Foco – Volume Único**. São Paulo, FTD, 2002

CASSIANO, O. O. F. **Mercado de livro didático no Brasil**. In 1 SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE LIVRO E HISTÓRIA EDITORIAL. 2004, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: 2004. Disponível em:www.1ivroehistoriaeditorial.pro.br/pdf/celiacristinacassiano.pdf

CHEIDA, L. C. **Biologia Integrada – Coleção Delta. Volume único**. São Paulo. FTD, 2003.

COOKSON, C. **Células tronco: mãe de todas as células**. Scientific American Brasil, São Paulo, ano 4, n. 39, p. 62-98, ago. 2005

CONCEIÇÃO, A. **Transgênicos: plantio aumentou 88% no país**. Estadão. São Paulo, 11 jan. 2006.

FERREIRA, H. R. **Reflexões sobre a escolha do livro didático**. Revista de Ciências da Educação, n.3, p.187-199. 2000

FERREIRA, L. T. **Os OGMs como biofábricas de medicamentos**. Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento, Brasília, ano IV, n. 20, p. 4-7, mai. 2002

FILHO, O. J. A. **O livro didático em sala de aula e as novas linguagens em educação:** ABC Education. São Paulo, v 46 p. 16-18

HOFFLING, E. M. **Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: em foco o programa Nacional do Livro Didático.** Educação e sociedade, São Paulo,v.21, n70, p.159-170, abr. 2000

LINHARES S. E GEWANDSNAJDER F. **Biologia. Série Brasil – Volume único.** 2ed. São Paulo, Ática, 2004.

LOPES, S. **Biologia Essencial.** 1ed. São Paulo, Saraiva, 2004. 398 p

MANSUR, E. **Alimentos transgênicos: Euforia, alarmismo e responsabilidade social.** ADVIR, Rio de Janeiro, n. 13, p.29-39, 2005

MARTINE, G. & CASTRO, C.M. **Biotecnologia e sociedade; o caso brasileiro.** In SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE ASPECTOS SOCIAIS E LEGAIS DA BIOTECNOLOGIA, em Campinas, ALMED, 189p. 1984

MASSABNI,V.G; ARRUDA,M.S.P. **Considerações sobre o conteúdo do livro didático de biologia.** ENCONTRO PERSPECTIVA DO ENSINO DE BIOLOGIA, 7. Anais... São Paulo, 2000, p.43-47

MATE, O. H. **Programas Curriculares e o livro didático.** In I SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE LIVRO E HISTÓRIA EDITORIAL. 2004, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: 2004.Disponível em: www.livroehistoriaeditorial.pro.br/pdf/ceciliahannamate.pdf

MENOSSI, M. **Transgênicos e seus benefícios para a saúde humana.** Disponível em: http://www.cib.org.br/apresentacao/apres_menossi_doc.pdf

NETO, J. M. e FRACALANZA, H. **O livro didático de ciências: problemas e soluções.** Ciência e Educação. Campinas, v 9, n.2, p. 147-157,2003

PAULINO, W. R. **Biologia Série Novo Ensino Médio - Volume Único**. 1ed. São Paulo, Scipione, 2002.

PERES, J. R. R. **Transgênicos: os benefícios para um agronegócio sustentável**. Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, v. 18, n.1, p.15-26. Disponível em: <<http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/cct/vl8/ccl8n101.pdf>>

RANGEL, R. **Transgênicos brasileiros**: Revista O Globo. 24.4.2005 p. 22-28

RATLEDJE, O. **Biotechnology: Economic and Social aspects. Issues for developing countries**. 3.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

RAVEN, P. H. **Biologia Vegetal**. 6ed. W. New York: Freeman and Company, 2001. 906p.

ROMANATTO, M. O. **O livro didático: alcances e limites**. Disponível em:
http://www.sbempaulista.org.br/epem/anais/mesas_redondas/mrl9mauro.dcc2002

RUMJANEK, F. D. **A técnica de clonagem de mamíferos**. Disponível em
<http://www.ficharionline.com/biologia/pagina_exibe.php?pagina0115147>

SAMPAIO, M. J. A. **Biossegurança das plantas transgênicas**. Disponível em:
[http://www.embrapa.br/noticias/artigos/folder.2005-02-02.1550581232/artigo.BiossegurancaPlantasTransgenicas/mOstra artigo](http://www.embrapa.br/noticias/artigos/folder.2005-02-02.1550581232/artigo.BiossegurancaPlantasTransgenicas/mOstra%20artigo)

SANTARÉM, E. **A biotecnologia na produção de substâncias de interesse medicinal**. Disponível em: <http://www.cib.org.br/pdf/eliane_santarem.pdf>

SILVA, J. S. **A biotecnologia e a economia política de sua definição**. Cad. Def. Tecnol., Brasília, ano7, n. 1-3, jan/dez, 1990. Disponível em:
http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/cct/v07/CC07n1_3_04.pdf>

SOARES, W. **O livro Didático e a Educação**. Disponível em:
<http://www.abrelivros.org.br/textto.asp?id=154>

VASCONCELOS, S. D. e SOUTO, E. **O livro didático de ciências no ensino fundamental.** Ciência e Educação, v.9, n.1, p.93-104, 2003

ZATZ, M. **O que são células-tronco.** Estadão, São Paulo, 10 mai. 2004.

ANEXO 1 - Questionários

Análise dos Livros Didáticos de Biologia Tema: Biotecnologia

Livro: _____
Autor(es): _____
Editora: _____
Dados: _____
OBS: _____

1) O livro apresenta um (ou mais) capítulo(s) exclusivos para o tema?

Sim Não

2) O tema é abordado em outros capítulos?

Sim Não

*2.1) Quantas vezes é abordado em capítulos dos seguintes assuntos:

<input type="checkbox"/> Introdução	<input type="checkbox"/> Fisiologia Vegetal	<input type="checkbox"/> Ecologia
<input type="checkbox"/> Citologia	<input type="checkbox"/> Embriologia	<input type="checkbox"/> Reinos _____
<input type="checkbox"/> Histologia	<input type="checkbox"/> Reprodução	<input type="checkbox"/> Comp. Química da célula
<input type="checkbox"/> Fisiologia Animal	<input type="checkbox"/> Genética	<input type="checkbox"/> Evolução

3) O Tema é abordado através de “textos paralelos” ao conteúdo programático?

Sim Não

3.1) Qual o número total desses textos no livro? _____

3.2) Quantos desses textos são provenientes de:

jornais e revistas
 Profissionais da área
 livros Sites
 Periódicos
 Outros: _____
 não há dados relativos à fonte

4) O Manual do Professor aborda o tema?

Sim Não Não foi possível avaliar o M. P.

Observações:

6) Valoriza e/ou demonstra técnicas envolvidas com o tema? () Sim* () Não

6.1) Estas estão associadas ao assunto do livro vinculado ao tema?

() Sim () Não

7) Apresenta dados atuais?

() Sim () Não

8) Há exercícios sobre o tema?

() Sim () Não

*81) Estes exercícios:

- São coerentes com o tema? () Sim () Não
- Estimulam reflexão e raciocínio? () Sim () Não

*8.2) Há questões de vestibular? () Sim () Não

9) Estimula/Incentiva pesquisa em outras fontes sobre o tema? () Sim () Não

10) É tendencioso? () Sim () Não

*

11) Apresenta dados sobre a legislação vigente que regula o assunto?

() Sim () Não () Não necessita de aprovação jurídica

Observações:

ANEXO II

Edição Número 33 de 1510212006
Ministério da Educação
Gabinete do Ministro

PORTARIA Nº 501, DE 14 DE FEVEREIRO DE 2006

O MINISTRO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, no uso de suas atribuições legais, resolve:

Art. 1º Divulgar o resultado da avaliação do Livro Didático do Componente Curricular de Biologia, realizadas no âmbito do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio - PNLEM/2007:

Títulos Recomendados Editora

Biologia - Lopes, S.G.B.C., Rosso, S. Saraiva

Biologia - Frota-Pessoa, O. Scipione

Biologia - Coleção Vitória Regia Crozetta, M.A.S., IBEP

Lago, S.R., Borba. A.A.

Biologia - Favaretto, J.A., Pifaia, C.M.L. Moderna

Biologia - Linhares, 8V. Gewandsznajder, F. Ática

Biologia - Martho, G.R., Amabis, J.M. Moderna

Biologia - Sasson, S., Silva Júnior, O. Saraiva

Biologia - Paulino, W.R. Atica

Biologia - Laurence, J. (Fernandes, M.P.) Nova Geração

Art. 2º A divulgação do resultado não implica no compromisso de aquisição dos referidos títulos, conforme disposto na Portaria nº 2.922, de 17 de outubro de 2003, publicada no DOU 20 de outubro de 2003 e Portaria nº 2.963, de 29 de agosto de 2005, publicado no DOU de 30 de agosto de 2005, bem como na Resolução nº 38, de 15 de outubro de 2003 e Resolução nº 20, de 24 de maio de 2005 e no Edital do Programa.

Art. 3º Informações a respeito dos Pareceres dos referidos títulos podem ser solicitadas à Diretoria do Departamento de Política do Ensino Médio/SEB.

Art. 4º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

FERNANDO HADDAD