



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-
OESTE-UNICENTRO.
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA,
PPGEN**



**O ALUNO COMO SUJEITO CENTRAL NO ENSINO: ELABORAÇÃO DE UM
GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO CONTEXTUALIZADO DE
BIOTECNOLOGIA NA REGIÃO CENTRO- SUL DO PARANÁ**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CLEUNI FRETTE WIGGERS

GUARAPUAVA, PR

2016

CLEUNI FRETTA WIGGERS

**O ALUNO COMO SUJEITO CENTRAL NO ENSINO: ELABORAÇÃO DE UM
GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO CONTEXTUALIZADO DE
BIOTECNOLOGIA NA REGIÃO CENTRO-SUL DO PARANÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Paulo Roberto Da Silva
Orientador

GUARAPUAVA, PR
2016

CLEUNI FRETТА WIGGERS

**O ALUNO COMO SUJEITO CENTRAL NO ENSINO: ELABORAÇÃO DE UM
GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO CONTEXTUALIZADO DE
BIOTECNOLOGIA NA REGIÃO CENTRO-SUL DO PARANÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 25 de fevereiro de 2016.

Profa. Dra. Érica Duarte Silva
Universidade Federal do Espírito Santo

Avaliador 1

Profa. Dra. Rosilene Rebeca
Universidade Estadual do Centro-Oeste

Avaliador 2

Prof. Dr. Paulo Roberto Da Silva

Orientador

GUARAPUAVA, PR

2016

A meu esposo Ivonei e aos meus filhos Iara e Iuri pelo apoio e compreensão nas horas em que estive ausente e pelas palavras de carinho. Vocês foram fonte de apoio e força para essa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, por ter-me dado força, coragem, ânimo e perseverança em todos os momentos, levando-me a concluir o curso.

Ao Professor Dr. Paulo Roberto Da Silva pela sabedoria com que me orientou nesta trajetória. Aproveito para expressar minha admiração e reconhecimento pela sua competência, profissionalismo, prontidão e paciência e pela confiança depositada.

A meus pais pelo exemplo de honestidade e constante preocupação.

Aos colegas da turma de 2014 pelas amizades construídas, pelos momentos de angústias compartilhados e experiências vivenciadas.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela constante ajuda e pelo conhecimento compartilhado.

A todos os alunos que prontamente participaram da minha pesquisa com entusiasmo e carinho.

A minha amiga Sônia Cristina Ferrari, pelas horas de estudo compartilhadas, pela companhia nas idas e vindas, pelos conselhos, pela paciência em escutar meus desabafos e angústias.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram neste trabalho.

Aos componentes da banca de qualificação e defesa: “muito obrigada”.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1. A Ciência e o Conhecimento Científico.....	4
3.2. A Ciência e o ensino no Brasil	7
3.3. Ensino de Biologia: da Biologia clássica à nova Biologia	10
3.4. O ensino da Biotecnologia: do laboratório para o cotidiano	16
3.5. Principais áreas de uso da Biotecnologia	20
3.6. A Biotecnologia na escola	20
3.7. A Biotecnologia e o Livro Didático	22
3.8. A Biotecnologia e a Aprendizagem Significativa Crítica	27
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
4.1. Delimitação do tema	33
4.2. Estratégias didáticas para a coleta de dados	33
4.3. Etapas do trabalho	36
4.3.1. Etapa 1: Análise dos livros didáticos de Biologia	37
4.3.1.1. Aspectos teóricos	39
4.3.1.2. Presença de textos complementares	40
4.3.1.3. Recursos visuais	40
4.3.1.4. Aspectos metodológicos	40
4.3.2. Etapa 2: Levantamento das pesquisas em Biotecnologia realizadas no Centro-Sul do Paraná	41
4.3.3. Etapa 3: Elaboração do guia didático.....	41
4.3.4. Etapa 4: Implementação do guia didático.....	42
4.3.4.1. Universo da pesquisa: estratégias na implantação do guia didático.....	43
4.3.5. Etapa 5: Avaliação do guia didático	45
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46

5.1. Levantamento e análise dos conteúdos de Biologia Molecular e Biotecnologia nos livros didáticos do Ensino Médio	46
5.1.1. Presença de conteúdo	46
5.1.2. Nível de abordagem e exemplos	50
5.2. Levantamento das pesquisas em Biotecnologia realizadas no Centro Sul do Paraná	52
5.3. Elaboração do guia didático.....	54
5.4. Implementação do guia didático.....	55
6. CONCLUSÕES	70
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
8. ANEXOS	80
8.1 Anexo 1: Questionário aplicado aos alunos	81
8.2 Anexo 2: Orientações para uso do material elaborado.....	83
8.3 Anexo 3: Guia didático elaborado nesta dissertação.....	109

RESUMO

Cleuni Fretta Wiggers. O aluno como sujeito central no ensino: elaboração de um guia didático para o ensino contextualizado de Biotecnologia na região Centro-Sul do Paraná.

O objetivo deste estudo foi relatar a elaboração e aplicação de um guia didático contendo exemplos da região para o ensino da Biotecnologia na região Centro-Sul do Paraná. Para este trabalho buscou-se referenciar o conhecimento científico, o ensino de Biologia, o ensino de Biotecnologia e a Aprendizagem Significativa Crítica. A linha metodológica desse trabalho foi a quantitativa e qualitativa de natureza interpretativa com observação participante. Na intenção de atender os objetivos propostos as etapas do trabalho foram as seguintes: análise dos livros didáticos de Biologia recomendado pelo PNLEM/2015, levantamento das pesquisas biotecnológicas realizadas em Universidades da região Centro-Sul do Paraná, elaboração do guia didático complementar ao livro didático e implementação do referido guia didático. As técnicas de coleta de dados foram a observação com anotação em fichas de observação, questionário e atividades do guia didático. O universo da pesquisa foi constituído por 101 alunos oriundos de três colégios públicos da rede estadual de ensino do município de Laranjeiras do Sul- Paraná, obtendo uma porcentagem real da amostragem dos dados qualitativos. Os resultados demonstraram que foi possível favorecer aos alunos do Ensino Médio, por meio da utilização do guia didático de forma complementar ao livro didático, uma aprendizagem significativa dos conteúdos de Biotecnologia, proporcionando a formação de um sujeito crítico e atuante, capaz de posicionar-se perante as discussões dos temas pertinentes a temática da Biotecnologia.

Palavras-Chave: Ensino de Biotecnologia, Aprendizagem Significativa, contextualização.

ABSTRACT

Cleuni Fretta Wiggers. The student as a central subject in the biotechnology teaching: development of a didactic guide for contextualized Biotechnology teaching in South-Central region of Paraná.

The objective of this study was to provide a teaching guide containing examples of the region for the teaching of biotechnology in the Center-South of Paraná. For this work we attempted to reference the scientific knowledge, biology education, the teaching of biotechnology and the significant critical learning. The methodological approach of this study was quantitative and qualitative interpretative nature with participant observation. In an attempt to meet the goals the study steps are as follows: analysis of biology textbooks recommended by PNLEM / 2015; survey of biotechnological research in universities in the center-south region of the Paraná; preparation of supplementary brochure to textbook and implementation of this brochure. The data collection techniques were observation to note in observation forms, questionnaires and activities of the brochure. The research sample consisted of 101 students from three public school of the city of Laranjeiras do Sul. The results showed that it was possible to promote to high school students through the use of the brochure used to complement the textbook a significant learning of Biotechnology content, thereby providing the formation of a critical and active student, capable of positioning in face the discussions of the relevant topics the theme of Biotechnology.

Keywords: Biotechnology teaching, significant learning, contextualisation.

1. INTRODUÇÃO

A divulgação de pesquisas científicas envolvendo a Biotecnologia é muito frequente nos meios de comunicação. Estas informações são recebidas pelos alunos muitas vezes de forma incompleta, descontextualizada ou de difícil entendimento. Por essa razão entende-se que a escola é um espaço de divulgação científica e pesquisa, bem como investigação, devendo preocupar-se em formar cidadãos críticos e aptos a interpretar e avaliar as informações recebidas sobre os avanços científicos e suas implicações éticas.

A Biotecnologia está cada vez mais presente em muitos setores da nossa sociedade. A utilização da Biotecnologia é remota. Pode-se dizer que teve sua origem a partir do momento que o homem descobriu a importância da manipulação e utilização de seres vivos para seu benefício.

Atualmente, abrange uma área ampla do conhecimento que decorre da Biologia Molecular, Microbiologia, Biologia Celular, Genética Molecular, Informática, Biomedicina, Engenharia Química e de diversas técnicas como tecnologia do DNA recombinante, sequenciamento de DNA, enzimas de restrição, eletroforese, PCR (Reação em Cadeia da Polimerase), clonagem, entre outras.

Os produtos e processos biotecnológicos fazem parte de nosso dia a dia. Como exemplo temos as plantas resistentes a doenças, plásticos biodegradáveis, detergentes mais eficientes, biocombustíveis, e também processos industriais menos poluentes, bioprospecção, testes de diagnóstico, vacinas e medicamentos.

No entanto, é possível afirmar que a maioria das pessoas não se mantém a par dos avanços da Biotecnologia contemporânea. Estas informações devem ser incorporadas nos livros didáticos a fim de levar aos alunos o que há de novo na ciência e desse modo garantir um ensino contextualizado e significativo.

Considerando a importância do livro didático no processo de ensino, e sendo um dos recursos didático mais utilizado pelos professores, constituindo também uma ótima ferramenta para a qualidade do aprendizado dentro do ambiente escolar, é importante que no livro didático de Biologia, haja uma abordagem do tema Biotecnologia de forma clara, objetiva e contextualizada, expondo todos os argumentos, técnicas e conteúdos necessários para a compreensão do tema.

Desse modo, o aluno terá acesso a uma ferramenta como fonte de dados que permita a sua reflexão e participação ativa em discussões éticas de determinados assuntos relacionados à Biotecnologia, sendo capaz de compreender a importância dessas discussões para a sua vida e para a sociedade.

Uma das maneiras de verificar se/e como determinado assunto é abordado em salas de aulas é por meio da análise dos livros didáticos utilizados pelos professores. A consulta aos livros ainda permite observar se a forma que o tema é abordado leva em consideração o conhecimento prévio e o cotidiano do aluno. Um assunto estar presente no livro didático não necessariamente indica que o aluno irá se interessar e aprender o conteúdo. Neste sentido, vale ressaltar que a utilização de exemplos que abordem o cotidiano do aluno pode tornar o assunto mais interessante e conseqüentemente, levar a uma aprendizagem significativa.

Neste contexto, surge o questionamento: Como auxiliar o professor da educação básica a inserir em sua prática docente cotidiana exemplos regionais sobre Biotecnologia que venham a enriquecer os conteúdos abordados nos livros didáticos?

Para contribuir com esta lacuna existente entre o livro didático utilizado pelo professor da educação básica e exemplos regionais sobre a temática Biotecnologia, faz-se necessário a elaboração de materiais que utilizam exemplos do cotidiano do aluno para o ensino dos conteúdos e processos da Biotecnologia no Ensino Médio. Para tanto, neste estudo foram elaborados alguns objetivos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Relatar as contribuições de um material didático contextualizado contendo exemplos da região para o ensino de Biotecnologia no Centro-Sul do Paraná.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os livros didáticos recomendados pelo PNLEM/2015 para o Ensino Médio quanto a abordagem do tema Biotecnologia;
- Realizar um levantamento dos trabalhos desenvolvidos na área de Biotecnologia em instituições de Ensino Superior, na região Centro-Sul do Paraná;
- Elaborar um guia didático como instrumento de apoio ao livro didático abordando temas do cotidiano do aluno que vive no Centro-Sul do Paraná;
- Implementar o guia didático concomitante ao livro didático com alunos do 3º ano do Ensino Médio, de 3 colégios estaduais do município de Laranjeiras do Sul.
- Verificar se houve uma aprendizagem significativa dos conteúdos de Biotecnologia.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. A Ciência e Conhecimento Científico

A necessidade do homem de uma compreensão mais profunda do mundo, bem como a necessidade de argumentos para a troca de informações, levou a elaboração de sistemas mais estruturados de organização do conhecimento, ocasionando o surgimento da ciência. De acordo com Bynum (2013) a curiosidade sempre esteve presente no ser humano:

As pessoas fazem perguntas sobre o que veem ao seu redor há milhares de anos. As respostas sugeridas sofreram muitas mudanças. Assim como a própria ciência. A ciência é dinâmica, desenvolve-se sobre ideias e descobertas que uma geração passa para a próxima, bem como avançando a passos largos quando são feitas as descobertas. O que não mudou é a curiosidade, a imaginação e a inteligência daqueles que fazem ciência (BYNUM, 2013, p. 70).

A ciência pode ser tão simples como observar as estrelas do céu ou tão complexa como estudar a estrutura de uma proteína. O que move a ciência é a curiosidade, a busca por respostas as indagações e dúvidas. Nas sociedades mais remotas, a ciência caracterizava-se por ser a tentativa do homem em compreender e explicar racionalmente a natureza.

Ao longo de todo o processo evolutivo da ciência, conclui-se que o conhecimento, ou mais precisamente, as formas de conhecimento evoluíram, e diante da crescente importância que têm adquirido para o desenvolvimento das sociedades contemporâneas, tornou-se fundamental a promoção de uma cultura científica que propicie melhores condições para a busca do conhecimento, permitindo conhecer as manifestações das coisas no mundo, como fenômenos, passíveis de diferentes interpretações, repercutindo diretamente nas atividades de ensino.

Nesse sentido, a ciência pode ser caracterizada como um conjunto de conhecimentos e atitudes sistematizadas produzidas pela atividade humana; se expressando por meio de uma linguagem específica, dita científica. No entanto de acordo com Bachelard:

O saber científico não pode atingir a verdade objetiva e definitiva, mas fornece um conhecimento provisório avaliado, que se transforma continuamente. A característica do pensamento científico está na retificação constante de seus pressupostos. Esse conhecimento, portanto, não é dado como pronto ou acabado, mas como uma criação humana que se desenvolve a cada dia, possibilitando que se descubra a natureza por meio da observação de fenômenos e da intermediação de ideias, teorias e saberes preexistentes (BACHELARD, 2006, p. 32).

Fonseca (2008) ao fazer uma reflexão a respeito da pedagogia científica de Bachelard aponta que sua epistemologia propõe um rompimento com as evidências cartesianas, permitindo instituir novos saberes a partir da ruptura com o senso comum, apresentando uma concepção de conhecimento científico como um: “processo contínuo de retificação movido pela superação dos obstáculos epistemológicos, procurando romper com o conhecimento usual, a partir de um diálogo entre a razão e a experiência” (FONSECA, 2008, p. 364).

Nesse sentido, para Bachelard, a evolução da ciência ocorre por meio da ruptura de obstáculos epistemológicos, que acabam por impedir a formação do espírito científico (BACHELARD, 1996).

Em relação aos obstáculos epistemológicos propostos por Bachelard, Andrade, Zylbersztajn, Ferrari (2002, p. 5), relatam que:

O primeiro obstáculo é a experiência primeira, a experiência colocada antes e acima da crítica – crítica esta que é, necessariamente, elemento integrante do espírito científico.

[...] Obstáculo verbal é uma falsa explicação obtida à custo de uma palavra explicativa. [...] exprime os mais variados fenômenos na falsa convicção de que os explica.

[...] O conhecimento pragmático traduz-se na procura do caráter utilitário de um fenômeno como princípio de explicação.

[...] O obstáculo animista traduz-se numa tendência para de um modo ingênuo, animar, atribuir vida e muitas vezes propriedades antropomórficas a objetos inanimados.

Na educação, a análise dos obstáculos epistemológicos contribui para que se supere o que Bachelard denomina de obstáculo pedagógico: entraves que impedem o aluno a compreender o conhecimento científico. A aprendizagem de um novo conhecimento é um processo de questionamento de nossas concepções prévias, a partir da superação dos obstáculos epistemológicos existentes nesses conhecimentos.

A concepção de que os conhecimentos científicos e tecnológicos devam fazer parte da formação do cidadão, se acentua na medida em que a ciência perde seu caráter de neutralidade e passa a ser debatida pela sociedade (CASAGRANDE, 2006). Nesse sentido, a escola passa a ser o ambiente primordial para a partilha e produção de conhecimentos.

Corroborando com essas ideias Lorenzetti (2000, p.33), aponta que:

Hoje a sociedade é dominada pelo conhecimento científico e pelos produtos da Ciência e da Tecnologia. É importante e desejável, e até essencial, que o público em geral tenha mais e melhores informações sobre a Ciência e a Tecnologia. Quanto mais as pessoas conviverem e discutirem sobre a utilização da Ciência e da Tecnologia, maior será a possibilidade de ampliação da alfabetização científica desta população, porque os assuntos científicos passam a ser discutidos como qualquer outro assunto, pelo interesse que despertam e pelas possibilidades de alteração nas relações sociais que se impõem na sociedade. A ciência constitui-se hoje um conhecimento profundamente sedimentado na cultura popular. A ciência pode possibilitar aos cidadãos mudar seus pontos de vista e atitudes, aumentando seu raciocínio lógico e sua capacidade de atuação sobre ele.

Pode-se concluir, portanto que as escolas, em especial os professores precisam elaborar estratégias para que seu alunado possa adquirir habilidades e atitudes que o auxiliarão na compreensão não somente do fenômeno natural em estudo, mas também a sua relação com a sociedade em que vive.

Muito tem sido discutido sobre os avanços científicos e os limites da capacidade humana em criar artefatos, descobrir novas vacinas e medicamentos, estudar a existência da vida em outros planetas, analisar a flora e a fauna, entre outros. Espera-se que as pessoas possam compreender todos esses avanços científicos e tecnológicos, analisando a importância destes conhecimentos para o desenvolvimento da sociedade. Desta forma, estar-se-á contribuindo para a formação de uma geração preparada para compreender os novos conhecimentos que o homem produz diariamente e suas aplicações e implicações na sociedade (LORENZETTI, 2000, p. 42).

Dal Pian (1992, apud LORENZETTI, 2000, p. 41) argumenta ainda que:

[...] torna-se necessário qualificar cidadãos que sejam capazes, não de memorizar conteúdos, mas de entender os princípios básicos subjacentes a como as coisas funcionam; de pensar abstratamente sobre os fenômenos, estabelecendo relações entre eles, de saber dimensionar se as novas relações, estabelecidas respondem aos problemas inicialmente colocados.

3.2. A Ciência e o ensino no Brasil

Analisando o histórico da educação brasileira, verifica-se que várias foram as estratégias utilizadas pelas escolas na intenção de promover uma educação científica entre professores e alunos. De acordo com Leite e Mancuso (2006) no Brasil, o ensino de Ciências poderia ser definido como tradicional até meados dos anos 50. Nessa época, eram colocados em evidência somente os aspectos positivos, sem jamais questionar a utilização do conhecimento científico pelo homem.

O mesmo acontecia em países mais avançados nas áreas científicas até que, em 1957, a ciência e seu ensino nas escolas entraram em crise no mundo ocidental, quando os russos, evidenciando supremacia científica e tecnológica, lançaram a Sputnik ao espaço. A perda do início da corrida espacial para os soviéticos justificou, nos Estados Unidos, as enormes quantias que foram dispendidas pelas entidades científicas para levar adiante a empreitada, reunindo especialistas de renome em educação, psicologia e diferentes campos das ciências exatas e naturais (MANCUSO apud FRACALANZA, 2006, p.11).

Como consequência, ocorreu uma verdadeira revolução nos currículos escolares, buscando repensar todo o processo educativo, principalmente no que se referia à educação científica. Começaram então a surgir os primeiros projetos de ensino na área científica.

Com o final da guerra fria, e a redemocratização do Brasil, a partir de meados dos anos 1980 e durante a década de 1990, o ensino de Ciências passou a contestar as metodologias ativas e a incorporar o discurso da formação do cidadão crítico, consciente e participativo. (AUSUBEL, 1982; BRASIL, 1999; PARANÁ, 2008). As propostas educativas enfatizavam a necessidade de levar os estudantes a desenvolverem o pensamento reflexivo e crítico; a questionarem as relações existentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente e a se apropriarem de conhecimentos relevantes científicos, social e culturalmente (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990). E ainda de acordo com esses autores: “para o exercício pleno da cidadania, um mínimo de formação básica em ciências deve ser desenvolvido, de modo a fornecer instrumentos que possibilitem uma melhor compreensão da sociedade em que vivemos”. (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990, p. 56).

A Lei nº 4024 de Diretrizes e Bases da Educação de 21 de dezembro de 1961, ampliou a participação das Ciências Naturais no currículo escolas, essa disciplina

passou a fazer parte desde o 1º ano do curso ginasial. Em 1996, foi aprovada a lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que determinava ser responsabilidade da União estabelecer as diretrizes dos currículos e os objetivos para garantir a formação básica para todos os estudantes brasileiros. Em 1990, começaram a ser elaborado os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), com o objetivo de dispor diretrizes que delimitaram de maneira muito clara que fatos, conceitos, procedimentos e atitudes devem ser trabalhados, levando em consideração o interesse e o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

No Paraná, em 2008, após quatro anos de intensa discussão entre professores a o Departamento de Educação Básica (DEB) da Secretaria Estadual de Educação (SEED), são instituídas as Diretrizes Curriculares da Educação Básica – DCE's, com o objetivo orientar as relações entre professor-aluno-conhecimento-aprendizado.

Dentro dessas perspectivas, o ensino de Ciências deve proporcionar ao aluno uma visão crítica e um pensamento lógico sobre a realidade que o cerca, corroborando o que objetiva os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Ciências, esperando que os alunos desenvolvam competências que lhes permitam compreender o mundo em que estão inseridos, atuando como cidadãos, por meios dos conhecimentos científicos e tecnológicos (BRASIL, 1999).

Nesse sentido, se faz necessário o encontro das produções científicas com o educando, para que possa verificar o impacto da Ciência e das descobertas científicas na sociedade em que vive, tornando-se cidadãos críticos.

Um dos objetivos do ensino de ciências é orientar o estudante através de modelos conceituais de sistemas e fenômenos naturais, na construção de modelos mentais adequados e consistentes com estes modelos conceituais (MOREIRA, 2000). A ocorrência desta construção implica que as informações novas que o aluno recebe, devem interagir com seu conhecimento prévio e o resultado desta interação são os novos significados, isto é, a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1982).

Sendo assim, em Ciências o ensino dos conceitos deve ter a aprendizagem significativa como o seu principal ponto de partida, ou seja, partir do interesse e curiosidade do aluno pela natureza, pela Ciência e pela Tecnologia e também curiosidade pela sua realidade local (TEIXEIRA, 2003).

Podemos ainda considerar, segundo Schenetzler (1996, apud STANGE, 2004, p. 7) que “a aprendizagem é um processo idiossincrático do aluno (e ele deve ser informado disso para se sentir responsável pelo seu processo), nós, professores, não

podemos garantir a aprendizagem do aluno, mas, sim, devemos, pois esta é a nossa função social, criar as condições para facilitar a ocorrência da aprendizagem significativa em nossos alunos”. E ainda de acordo com Bachelard (2001, apud FONSECA, 2008, p. 369):

É de fundamental importância desenvolver práticas e metodologias que levem o aluno a pensar criticamente, a desenvolver sua própria autonomia intelectual, a desenvolver uma atitude de busca de aprender num processo contínuo. A tarefa do professor consiste no esforço de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já amontoados pela vida cotidiana, de propiciar rupturas com o senso comum, com um saber que institui da opinião e com a tradição empiricista das impressões primeiras.

De acordo com Paraná (2008), a escola deve se fazer um espaço de pesquisa, de construção e reconstrução do conhecimento, promovendo a articulação entre o conhecimento elaborado e os temas da vida cidadã. É salutar levar em consideração também as DCE's (2008, p.15) para o ensino de Ciências, expondo a importância do ensino de Ciências nos dias de hoje:

O ensino de Ciências, na atualidade tem o desafio de oportunizar a todos os alunos, por meio dos conteúdos, noções e conceitos que propiciem uma leitura crítica de fatos e fenômenos relacionados à vida, a diversidade cultural, social e da produção científica.

E ainda: “[...] o ensino de Ciências está intimamente ligado a um ensino que promova a alfabetização científica, como um conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres uma leitura crítica do mundo que vivem.” Ibid, p.17.

No entanto, Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 6) destacam que:

Mesmo que o ensino de Ciências, em todos os níveis de educação, deva desenvolver o aprimoramento e aplicação do vocabulário científico dos estudantes, é necessário que este seja adquirido de forma contextualizada, na qual os alunos possam identificar os significados que os conceitos científicos apresentam.

Segundo Krasilchik (1992, apud LORENZETTI, 2000, p. 52):

A contribuição do ensino de Ciências para a formação de cidadãos autônomos, capazes de opinar e agir, exige que as questões científicas sejam tratadas em todos os seus aspectos éticos, políticos, culturais e econômicos, sem que haja doutrinação, forçando os alunos a adotarem posturas preestabelecidas.

A disciplina de Biologia, nesse sentido, permite ao aluno compreender o que está acontecendo no mundo e a participar, de forma esclarecida da resolução de questões que envolvem a humanidade. É uma ciência muito recente, e tem sido considerada por muitos, como a ciência do século XXI. Alcançou grandes avanços tecnológicos e científicos durante os últimos anos e vem influenciando cada vez mais a vida das pessoas. Hoje, uma quantidade significativa de pesquisas é realizada nessa área, sendo seus resultados divulgados pela mídia por serem assuntos de interesse direto da humanidade e por fazerem parte do dia-dia das pessoas.

3.3. Ensino de Biologia: da Biologia clássica à nova Biologia

A Biologia pode ser definida como o estudo da vida. Apesar de não ser uma ciência nova, surgiu como uma ciência estruturada, dotada de uma metodologia científica a partir da metade do século XIX. De acordo com Mayr (2005, apud TEIXEIRA, 2008, p.19):

Antes dessa data, não havia uma tal ciência. Quando Bacon, Descartes, Leibniz e Kant escreveram sobre ciência e metodologia, a biologia como tal não existia, mas apenas a medicina (incluindo anatomia e fisiologia), história natural e botânica (mais ou menos uma miscelânea).

A Biologia atualmente realiza atividade de grande interesse, podendo ser considerada uma ciência de impacto, que visa buscar a melhoria das condições das diferentes populações encontradas em nosso planeta. Nesse sentido, percebe-se então que:

O exame da evolução recente da Biologia mostra que a característica diferencial, em relação a épocas anteriores, se deve ao surgimento de duas novas áreas que revolucionaram não só a Biologia, mas toda a Ciência, na medida em que influenciaram por seu desenvolvimento o pensamento científico moderno. A Evolução Biológica e a Genética, contribuições científicas de Charles Darwin e Gregor Mendel, que

rivalizariam na História da Ciência, como as de um Copérnico, de um Galileu, de um Newton, de um Lavousier, de um Planck ou de um Einstein, marcaram o início de uma nova fase, que transcende ao da Biologia para significar paradigmas da Ciência Moderna (ROSA, 2010, p. 306).

Ao se fazer uma retrospectiva do desenvolvimento da Biologia constante nas DCE's de Biologia, verifica-se seu início já na antiguidade, a partir das ideias de Aristóteles, passando pela visão teocêntrica da Igreja, pelo surgimento das primeiras universidades medievais nos séculos IX e X. No período da renascença houve um confronto de ideias entre naturalistas que utilizavam o pensamento matemático para interpretar a ordem mecânica da natureza, e os botânicos que realizavam seus estudos com enfoque descritivo. Mais tarde, deu-se o desenvolvimento da Zoologia, com a implantação de técnicas de conservação dos animais (PARANÀ, 2008).

Teixeira (2008, p. 20) em seu trabalho relata que “desde os tempos mais remotos o homem demonstra interesse pelo mundo animal e vegetal. [...] Aristóteles é o verdadeiro fundador da Biologia como disciplina científica”. Esse autor assinala ainda que nos século XVII e XVIII a Física era a única ciência considerada pelos pensadores da época, mesmo apesar dos avanços obtidos no campo da Genética, do Darwinismo e da Biologia Molecular, a Biologia continuava a ser tratada como uma ciência physicalista.

Há ainda, registros do uso do termo Biologia em 1766, pelo físico e filósofo alemão Michael Christoph Hanov. Contudo, foi só na primeira década do século XIX que o naturalista francês Jean-Batiste Lamarck deu ao termo uma formulação mais sistemática, conferindo-lhe o significado de ciência da vida como fenômeno unificado, e não somente dos seres vivos. A partir da determinação da estrutura da molécula de DNA em 1953, por James Watson e Francis Crick e o consequente avanço das pesquisas biomoleculares, a Biologia conseguiu se consolidar como uma ciência Moderna.

Krasilchick (2005) ressalta que enquanto ciência, a Biologia se desenvolveu de maneira considerável seus campos de estudos em meados do século XX. Esse crescimento tornou necessária a reorganização da sua tradicional divisão estruturada em Biologia Geral, Zoologia, Botânica, para um estudo mais dinâmico, visando a análise de fenômenos comuns a todos os seres vivos, a consequência dessa transformação foi a inclusão nos currículos escolares de novos estudos que incluem Ecologia, Genética de Populações, Genética Molecular e Bioquímica.

Em termos de ensino de Biologia, como disciplina específica está presente na grade curricular do ensino médio. No entanto, ao analisar a trajetória histórica dessa disciplina, notamos a presença dos conteúdos de Biologia também no ensino fundamental. Reznik (1995, apud TEIXEIRA, 2008, p. 27) aborda que as disciplinas relacionadas a Biologia apresentam diferentes nomenclaturas e cargas horárias de acordo com a época e legislações vigentes no período:

Ciências Físicas e Biológicas e História Natural (no nível fundamental da Reforma Francisco Campos), Ciências Naturais (no 1º ciclo ginásial na Reforma Gustavo Capanema), Iniciação a Ciências e Ciências Físicas e Biológicas (no ciclo ginásial na LDB/61) e Ciências (no 1º grau na 5692/71).

No Brasil, o Ensino de Biologia inicialmente foi influenciado pelo ensino europeu (KRASILCHIK, 1983). Na década de 1950, a Biologia ainda não era considerada uma disciplina autônoma, seus conteúdos eram abordados na disciplina de Ciências.

Conforme Krasilchik (1987 apud PARANÁ, 2008, p. 46), três fatores provocaram alterações no ensino de Ciências no Brasil e o fortalecimento da Biologia enquanto disciplina específica: “o progresso da Biologia, a constatação internacional e nacional da importância de Ciências como fator de desenvolvimento e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional”.

No período correspondente as décadas de 1970 e 1980, momento em que o Brasil estava sob o comando da ditadura militar o ensino de Biologia é inovado, são formulados livros didáticos e novas propostas curriculares são lançadas. No entanto, na década de 80 essas inovações passam a ser criticadas e o ideário construtivista passa a ser adotado (FRACALANZA, 1992).

A crise da ciência ocorrida em meados da década de 1970 exigiu que a Biologia modificasse seus métodos. Sendo assim,

A Biologia, então, ampliou sua área de atuação e se diversificou. Uma delas é a biologia molecular, considerada por Mayr (1998) o centro dos interesses biológicos na atualidade. Tais avanços, sobretudo os relativos à bioquímica, à biofísica e à própria biologia molecular permitiram o desenvolvimento de inovações tecnológicas. [...] ao conhecer a estrutura dos cromossomos foi possível desenvolver técnicas que permitiram intervir na estrutura do material genético e, assim, compreender, manipular e modificar a estrutura físico-química dos seres vivos e as consequentes alterações biológicas (PARANÁ, 2008, p. 44).

Na década de 1990, o ensino de Biologia passa a ser regulamentado e são estabelecidos os currículos nacionais e estaduais baseados numa proposta de base nacional comum. Em 1996 é promulgada a Lei nº 9394/96 – Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional (LDBEN) que estabelece as bases legais da educação no Brasil, inclusive do ensino médio.

Para Casagrande (2006, p. 18):

De acordo com os PCN's (1999), o ensino de Biologia deve ir além de fornecer informações. Ele deve estar voltado ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso. O aluno deverá ser capaz de compreender o mundo e agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia.

O Ministério da Educação e Cultura (MEC) lança em 1990 os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) primeiramente para o Ensino Fundamental e depois para o Ensino Médio, passando a ser denominado Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM), onde são delimitados alguns objetivos da disciplina de Biologia.

O aprendizado de Biologia deve permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar. Deve permitir, ainda, a compreensão de que os modelos na ciência servem tanto aquilo que podemos observar diretamente, como também aquilo que só podemos inferir que tais modelos são produtos da mente humana e não a própria natureza, construções mentais que procuram sempre manter a realidade observada como critério de legitimação (BRASIL, 1999, p. 14).

No ano de 1998, foram promulgadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM – Resolução CNE/CEB nº 03/98). De acordo com essas diretrizes, o ensino passou a ser organizado em áreas do conhecimento, inserindo a Biologia na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PARANÁ, 2008).

No estado do Paraná, fruto de construção coletiva que durou aproximadamente cinco anos e que envolveu todos os professores da rede pública, são lançadas em 2008 as Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCE's), com o objetivo de orientar o trabalho pedagógico e contribuir de maneira decisiva para o fortalecimento da educação pública estadual do Paraná (PARANÁ, 2008).

A disciplina de Biologia tem como objeto de estudo o fenômeno VIDA, procurando propor definições e explicações para esse fenômeno, tendo em vista as diferentes concepções de vida concebidas ao longo da história da ciência. Nas DCE's de Biologia, encontram-se pensamentos que buscam contribuir para a construção de diferentes concepções sobre o fenômeno VIDA: pensamento biológico descritivo, pensamento biológico mecanicista, pensamento biológico evolutivo, e por fim, o pensamento biológico da manipulação genética.

De acordo com Paraná (2008, p. 13):

Os conhecimentos apresentados pela disciplina de Biologia não resultam da apreensão contemplativa da natureza em si, mas dos modelos teóricos elaborados pelo ser humano – seus paradigmas teóricos – que evidenciam o esforço de entender, explicar, usar manipular os recursos naturais.

Nesse trabalho, destacamos o pensamento biológico da manipulação genética. De acordo com esse pensamento, a partir dos estudos do geneticista Thomas Hunt Morgan houve o desenvolvimento da genética como ciência. Nesse momento, a Biologia passa a ser útil, em razão da aplicabilidade de seus conhecimentos na medicina, na agricultura e em outras áreas (PARANÁ, 2008).

Em virtude da grande influência da Biologia no processo de formação dos estudantes, Os PCNEM destacam a importância do ensino de Biologia em prol de uma formação cidadã, com a conseqüente formação de alunos capazes de realizar ações práticas, de fazer julgamentos e de tomar decisões.

Convém ressaltar que o principal objetivo do ensino de Biologia para o Ensino Médio é o preparo para a cidadania, a formação de alunos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de analisar e se posicionar perante as questões éticas que se opõem com a tecnologia cada vez mais presente no seu dia-a-dia. Para Krasilchik apud

Casagrande um indivíduo tecnologicamente alfabetizado em Biologia será aquele capaz de:

- a) entender a natureza da Biologia como ciência, suas possibilidades e limitações;
- b) distinguir ciência de tecnologia, compreendendo as especificidades de cada uma delas;
- c) compreender as características da Biologia como instituição social, as relações entre pesquisa e desenvolvimento e, as limitações sociais do desenvolvimento científico;
- d) conhecer os conceitos básicos e a linguagem da ciência biológica;
- e) interpretar dados numéricos e informações técnicas e tecnológicas;
- f) saber onde e como buscar a informação e os conhecimentos biológicos (KRASILCHIK, 1987, apud CASAGRANDE, 2006, p. 19).

Atualmente a Biologia vem tendo um espaço de destaque, principalmente na área da Biologia Molecular e Genética. As recentes descobertas científicas vem se expandindo no meio acadêmico e chegando ao público em geral por meio da mídia, onde temas polêmicos como transgênicos, terapia gênica, células tronco, etc. vem sendo discutidos pela sociedade e também no ambiente escolar. O entendimento de conceitos centrais na genética proporciona aos cidadãos argumentos para a compreensão dos temas concernentes a Biotecnologia (BELTRAME, 2010).

Para alguns autores, as áreas da Biologia que empregam métodos experimentais para compreender aspectos funcionais dos seres vivos no nível molecular, como a Biologia Molecular, Genética, Bioquímica, Imunologia, são chamadas de Nova Biologia (LORETO e SEPEL, 2003).

E ainda de acordo com alguns autores:

A Nova Biologia – integração entre as novas tecnologias do DNA e novas aplicações em Genética, que inclui a Biotecnologia e a Biologia Molecular - é um dos temas recorrentes na mídia desde o final dos anos 1960, embora não necessariamente esteja representado nos livros didáticos (Loreto e Sepel, 2003). O destaque que estes temas apresentam pode ser explicado pelo grande apelo social e pela influência direta na vida das pessoas. São, portanto, conteúdos relevantes no contexto escolar. Debates frequentes, por exemplo, sobre transgênicos, terapias gênicas, clonagem, células-tronco, teste de paternidade etc. vêm sendo travados e a sala de aula não pode ficar alheia às novidades ou deixar de abraçar a Nova Biologia (XAVIER; FREIRE; MORAES, 2006, p. 277).

3.4 O ensino da Biotecnologia: do laboratório para o cotidiano

A Biotecnologia é um dos termos mais utilizados na Biologia moderna. No entanto, não é uma ciência nova, pode-se dizer que surgiu a partir do momento que o homem adquiriu a capacidade de domesticar plantas e animais para seu benefício.

As primeiras aplicações da Biotecnologia datam de 8000 a.C. na Mesopotâmia, com o melhoramento das sementes pra aumentar a colheita; há 7000 a.C. com utilização de leveduras na fermentação da uva e do trigo e para a produção de vinho e de pão, e ainda há 3000 a.C com a utilização de bactérias para a fermentação do leite, na produção de queijos e iogurtes. No século XIX teve considerável avanço com os trabalhos de Pasteur sobre o papel dos microrganismos (MAJALOVICH, 2011).

A proposição do modelo da estrutura do DNA por Watson e Crick em 1953, possibilitou um rápido desenvolvimento de técnicas de manipulação do DNA, com consequentes avanços consideráveis na Biologia Molecular, cujo estudo se faz em torno da molécula de DNA.

De acordo com Ratledje (1992, apud SILVA, 2006, p. 11), a Biotecnologia tem sido vista como uma forma de aplicar ciência em benefício do homem e da sociedade.

Podemos encontrar várias definições para o termo Biotecnologia. À medida que os processos biotecnológicos foram se especializando, o conceito de Biotecnologia foi se modificando.

Segundo Majalovich (2011):

Por isso, se revisarmos os textos da década de 1980, anos em que a expressão “biotecnologia” se expande, encontraremos mais de uma dúzia de definições diferentes do termo. Levantamos, entre as definições encontradas com maior frequência, as seguintes:

- OECD - *Organisation for Economic Co-Operation and Development*: A aplicação dos princípios da ciência e da engenharia no tratamento de matérias por agentes biológicos na produção de bens e serviços (1982).
- OTA – *Office of Technology Assessment*: Biotecnologia, de uma forma abrangente, inclui qualquer técnica que utiliza organismos vivos (ou partes deles) para obter ou modificar produtos, melhorar plantas e animais, ou desenvolver microrganismos para usos específicos (1984).
- EFB - *European Federation of Biotechnology*: Uso integrado da bioquímica, da microbiologia e da engenharia para conseguir aplicar as capacidades de microrganismos, células cultivadas animais ou vegetais ou parte dos mesmos na indústria, na saúde e nos processos relativos ao meio ambiente (1988).
- E.H. Houwink: o uso controlado da informação biológica (1989).

- BIO - *Biotechnology Industry Organization*: em sentido amplo, Biotecnologia é "bio" + "tecnologia", isto é o uso de processos biológicos para resolver problemas ou fazer produtos úteis (2003). (MAJALOVICH, 2011, p. 2)

Atualmente, a definição de Biotecnologia mais utilizada está associada ao “uso de seres vivos (por exemplo, bactérias e fungos) e seus produtos (enzimas, por exemplo) no processamento de materiais para produção de bens de consumo ou serviços” (MANTELL; MATTHEUS; MCKEE 1994, p. 6).

Para estudos didáticos, é possível classificar a Biotecnologia em clássica e moderna (FALEIRO e ANDRADE, 2011; LOUREIRO et al., 2012):

A biotecnologia clássica envolve um conjunto de atividades que o homem vem desenvolvendo há milhares de anos, como a produção de alimentos fermentados, como o pão e o vinho. A chamada biotecnologia moderna envolve tecnologias de engenharia genética, DNA recombinante, cultura de células e embriões para o desenvolvimento de produtos e processos (FALEIRO, ANDRADE, 2011, p. 15).

Acerca da Biotecnologia moderna, Majalovich (2011), nos esclarece que:

A Genética e a Biologia Molecular se desenvolveram rapidamente ao término da Segunda Guerra Mundial. Em um período de 25 anos, foram esclarecidos temas de enorme importância: a estrutura dos ácidos nucleicos, o código genético, a ação dos agentes mutagênicos, a genética dos microrganismos, a estrutura e a síntese das proteínas, a regulação gênica etc. É nesse contexto de rápidos avanços que devemos situar as primeiras experiências que deram origem à tecnologia do DNA recombinante, também chamada de engenharia genética (MAJALOVICH, 2011, p. 107).

As primeiras experiências da engenharia genética surgiram em 1972, no momento em que cientistas americanos conseguiram inserir em um plasmídeo um segmento de DNA de um sapo. Como consequência dessa experiência foi produzido o primeiro organismo transgênico (FALEIRO e ANDRADE, 2011). Merecem destaque ainda a clonagem da ovelha Dolly em 1996 e o projeto Genoma Humano em 1990.

A Biotecnologia é multidisciplinar, pois envolve o conhecimento de diversas áreas da Biologia, Medicina, Química, Engenharia e Informática. Por meio de técnicas biotecnológicas é que se tem a produção de bebidas alcoólicas, queijos, pães,

antibióticos, vacinas, combustíveis, pesticidas microbianos, perfumarias, corantes, entre outros.

No Brasil, o uso da Biotecnologia está regulamentado por meio da Lei nº 8.974, conhecida como Lei da Biossegurança. De acordo com Silva (2006, p. 19), “a Lei da Biossegurança pretende regular todas 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”.

Como órgão executor desta lei, no mesmo ano foi criada a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio.

CTNBio é uma instância colegiada multidisciplinar, criada através da lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, cuja finalidade é prestar apoio técnico consultivo e assessoramento ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa a OGM, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de OGM e derivados (BRASIL, 2015).

O termo Biotecnologia é também empregado para as técnicas modernas, que envolvem a engenharia genética tais como: a tecnologia do DNA recombinante e de sequenciamento do DNA. Um esboço das áreas envolvidas, das técnicas e produtos da Biotecnologia está esquematizado na figura 1.

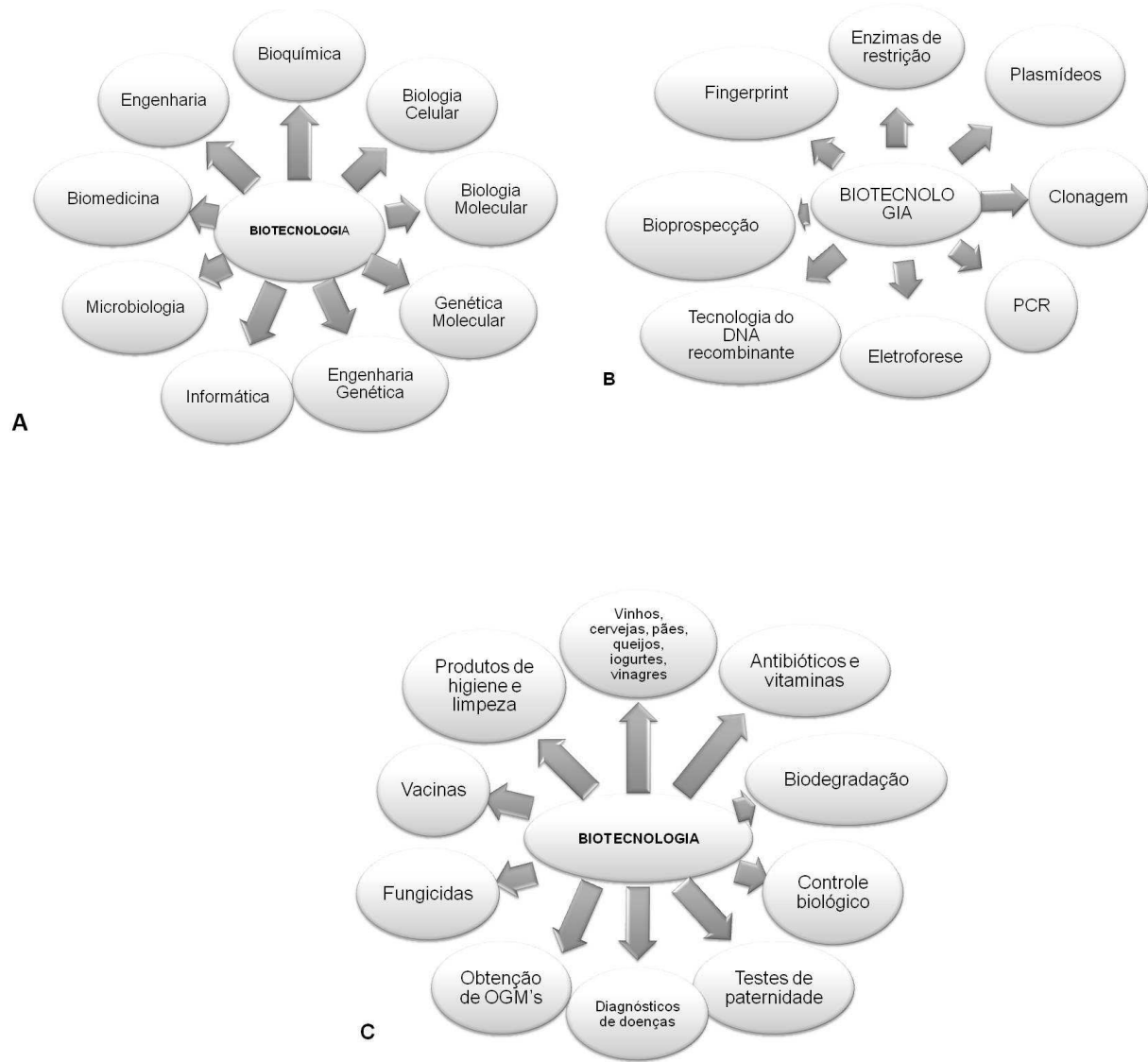


Figura 1. O mundo da Biotecnologia. **A)** Principais áreas da biotecnologia **B)** técnicas biotecnológicas; **C)** produtos biotecnológicos. Fonte: A autora (2015).

3.5. Principais áreas de uso da Biotecnologia

Os avanços da Biotecnologia vêm cada vez mais influenciando diferentes áreas comerciais, sociais, econômicas e ambientais, trazendo oportunidades de empregos, investimento, tratamento de doenças, testes de diagnóstico, soluções para problemas ambientais, menor necessidade de pesticidas. A figura 2 apresenta um quadro com as principais áreas comerciais de uso da Biotecnologia e suas aplicações.

Agropecuária	Indústria de alimentos	Indústria química	Saúde	Meio ambiente
<ul style="list-style-type: none">• → Tecnologias para detecção de controle de pragas e doenças;• → Novos medicamentos e vacinas• → Plantas resistentes à fungos, pragas, condições ambientais;• → Melhoramento animal e vegetal;• → Tecnologia para reprodução animal e vegetal;• → Fungicidas.	<ul style="list-style-type: none">• → Panificação (pães e biscoitos);• → Laticínios (queijo, iogurte, coalhada);• → Bebidas (cerveja, vinho, bebida destilada);• → Vinagre;• → Conservação de alimentos;• → Alimentos que ajudam a resolver a deficiências de vitaminas e nutrientes	<ul style="list-style-type: none">• → Produção de biocombustível;• → Produção de butanol, acetona, glicerol;• → Produção de enzimas para indústrias (têxtil, detergentes)	<ul style="list-style-type: none">• → Produção de antibióticos, vacinas;• → Transplantes;• → Células tronco;• → Produção de insulina e outros hormônios;• → Diagnóstico e prevenção de doença	<ul style="list-style-type: none">• Biorremediação (tratamento do esgoto e do lixo)

Figura 2. Áreas de aplicação da Biotecnologia. Fonte: a autora (2015).

3.6. A Biotecnologia na escola

Toda a discussão em torno da Biotecnologia torna necessária a sua inserção no ambiente escolar. Klein (2011, p. 31) destaca que:

É necessária a reflexão sobre como tais conteúdos estão organizados ou são discutidos dentro do contexto da escola, pois normalmente, há uma maior ênfase dentro dos programas curriculares, de conceitos relacionados às técnicas e à obtenção de produtos biotecnológicos.

Nessas situações, a escola tem papel importante, pois deve fornecer conhecimentos necessários para que o aluno possa compreender o mundo e participar efetivamente dele, visto que os assuntos relacionados a Biotecnologia despertam a

curiosidade e o interesse do aluno, pois envolve temas presentes no seu cotidiano (CRISOSTIMO, 2013).

Pressupondo que um dos principais objetivos do ensino de Biologia é a formação de indivíduos conscientes dos processos e regularidades do mundo e da vida, capacitando-os a realizar ações práticas, a fazer julgamentos e tomar decisões, o papel do professor adquire fundamental importância nesse contexto (BRASIL, 1998, 1999).

O docente deve, nesse contexto, ser capaz de condicionar o ambiente escolar, caracterizando o tema de modo acessível aos alunos presentes na classe. Isso possibilita maior interação entre o educando e conhecimento, visto que informações sobre biotecnologia e o desenvolvimento da Ciência & Tecnologia têm relevância para toda sociedade, sendo necessária a transmissão correta e com qualidade desse conteúdo no contexto escolar (PADILHA e ARAUJO, 2009, apud CRISOSTIMO et al., 2013, p. 109).

Para Brasil (1999, p. 14):

O desenvolvimento da Genética e da Biologia Molecular, das tecnologias de manipulação do DNA e de clonagem traz à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamado à reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Conhecer a estrutura da molécula da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecífica, a importância da biodiversidade para a vida no planeta são alguns dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo.

Compreende-se assim, que a sociedade depende da Biotecnologia, tanto na produção de alimentos quanto no tratamento médico. No ensino, a Biotecnologia conquistou um espaço privilegiado entre as disciplinas da Biologia, “permeando e direcionando as pesquisas e o desenvolvimento científico-tecnológico, não somente da produção alimentícia e de medicamentos, mas auxiliando nos campos da Zoologia, Botânica, Imunologia, entre outros” (KLEIN, 2011, p. 32).

Existe um consenso entre alguns pesquisadores na área de ensino, sobre a importância da inclusão da Biotecnologia no ensino médio (KLEIN, 2011). Chen e Raffan (1999) enfatizam que o objetivo de ensino de Biotecnologia deve ultrapassar o nível científico e discutir os riscos e benefícios nos diversos campos de aplicação da Biotecnologia. Dawson e Taylor (2000) ressaltam que é aconselhável formar alunos capazes de discutir as implicações éticas e sociais do uso de produtos obtidos a partir de

técnicas biotecnológicas. Schibeci (2000) afirma a importância de se compreender os impactos da Biotecnologia em seus diversos campos de atuação.

No entanto, verifica-se que o conteúdo Biotecnologia é abordado de modo amplo e descontextualizado, pois as questões discutidas estão baseadas em temas polêmicos que envolvem o uso de transgênicos, da clonagem ou no uso de células-tronco. Estes assuntos na maioria das vezes não têm relação alguma com o dia a dia do aluno, pois os exemplos que aparecem nos livros didáticos são muitas vezes desconhecidos pela maioria dos alunos e, em alguns casos, até mesmo pelos professores, levando o aluno a entender a Biotecnologia como algo que não está ao seu alcance. E ainda, esses exemplos, citados pelos livros, são repetidos durante anos, estando muitas vezes ultrapassados.

Crisostimo et al. (2013) relata que os assuntos da Biologia Molecular e da Biotecnologia são temas vistos normalmente de forma superficial, isso se justifica pela dificuldade que muitos professores possuem em relacioná-los com o cotidiano. Essa situação se torna mais agravante em decorrência da falta de recursos didáticos que possam auxiliar no estudo e na discussão desses assuntos.

Nesse sentido, entre os recursos didáticos para a exploração desse tema, destaca-se o livro didático, constituindo um elemento norteador do ensino.

3.7. A Biotecnologia e o Livro Didático

Denomina-se Livro Didático (LD) uma obra escrita ou organizada com a finalidade específica de ser utilizada para o ensino formal (SILVA, 2006). Surgiu como complemento dos grandes livros clássicos, mas é restrito ao âmbito escolar. Na década 1920, como fruto do movimento Educação Nova, o LD foi inserido no ensino como instrumento essencial no processo de organização do conhecimento.

Segundo Fracalanza e Neto (2006) os professores utilizam o LD para atender alguns objetivos específicos: elaborar planejamentos, preparar aulas, como apoio às atividades de ensino e aprendizagem, fontes bibliográficas, complementando seus próprios estudos.

Os livros didáticos não contêm apenas linguagem textual, dispõem de elementos como recursos visuais, que facilitam a compreensão do aluno e subsidiam a sua aprendizagem, tornando as informações mais claras, estimulando a compreensão e a

interação entre leitores e o texto científico, possuindo desse modo importante papel na formação dos cidadãos (VASCONCELOS e SOUTO, 2003).

Ao fazer um estudo histórico sobre o LD, Choppin (2004), revela que o mesmo assume múltiplas funções, destacando quatro funções essenciais, que podem variar de acordo com o ambiente sociocultural, a época, as disciplinas, os níveis de ensino, os métodos e suas formas de utilização:

Função referencial: também chamada de curricular ou programática. [...] O livro didático constitui o suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações.

Função instrumental: o livro didático põe em prática métodos de aprendizagem, propõe exercícios ou atividades que, segundo o contexto, visam a facilitar a memorização dos conhecimentos, favorecer a aquisição de competências disciplinares [...], a apropriação de habilidades, de métodos de análise ou de resolução de problemas.

Função ideológica e cultural: é a função mais antiga. [...] o livro didático se afirmou como um dos vetores essenciais da língua, da cultura e dos valores de classes dirigentes. [...] Essa função tende a aculturar – e, em certos casos, a doutrinar – as jovens gerações.

Função documental: acredita-se que o livro didático pode fornecer [...] um conjunto de documentos, textuais ou icônicos, cuja observação ou confrontação podem vir a desenvolver o espírito crítico do aluno. [...] só é encontrada em ambientes pedagógicos que privilegiam a iniciativa pessoal da criança e visam a favorecer sua autonomia; supõe, também, um nível de formação elevado dos professores (CHOPPIN, 2004, p. 553).

Compreende-se assim a importância do LD na disseminação do conhecimento científico ao considerarmos as afirmações de Lima (2006):

Ao longo do tempo, os livros didáticos assumiram um papel essencial na produção e circulação de conhecimentos, principalmente do conhecimento dito formal, cujo meio de difusão é a escola, daí a existência do livro didático. Em recebendo essa característica, ele assume uma dimensão ainda maior, pois sistematiza para um público específico, os professores e os alunos, informações do conhecimento produzido pelo homem (LIMA, 2006, p. 43).

De acordo com Bizzo (2013) o LD é tido como o principal instrumento norteador do trabalho do professor, dirigindo e controlando de certa forma o currículo,

os conteúdos, as relações didáticas, as práticas de aprendizagem e também a avaliação no ensino das ciências.

O LD não é o único recurso didático que o professor dispõe em seu trabalho pedagógico, mas continua sendo o mais importante, sendo em muitos casos utilizado como “um misto de muleta e amuleto do professor” (AMARAL, 2006, p. 83). Sendo assim, tem sua importância condicionada ao uso que o professor faz dele. Romanatto (2004) ressalta que:

Por outro lado, o livro didático também pode oferecer uma série de vantagens para o professor e o aluno, favorecendo o êxito do trabalho escolar. Entre suas múltiplas contribuições podem ser destacadas: a) aumento da capacidade de ler (aumento de vocabulário, aumento de compreensão do que se lê; b) integração e sistematização da matérias (graças a uma sequência ordenada das lições); c) facilitação de revisões periódicas e d) desenvolvimento de hábitos de independência e de autonomia (ROMANATTO, 2004, p. 6).

A qualidade do LD é discutida por setores da sociedade, desde a escola até autores e editoras desses livros. No Brasil, instituído em 1985, O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) constitui um importante instrumento de avaliação criteriosa do livro didático.

A presença dos livros didáticos nas escolas brasileiras, diferentemente do que acontece em outros países, deve ser examinada como resultado de uma política pública cujo objetivo é a universalização de livros escolares para os alunos de escolas públicas do ensino de 1ª a 8ª série, por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). [...] especialmente a partir da divulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais, os livros passaram a ser avaliados dentro de um programa – sem equivalente em outros países- que define critérios aos quais as Editoras devem atender para incluir seus títulos nos Guias de orientação de escolha pelos professores (GARCIA e SILVA, 2009, p. 8596).

O PNLD tem como principal objetivo subsidiar o trabalho pedagógico dos professores por meio da distribuição gratuita de coleções de livros didáticos aos alunos da educação básica.

Para o Ensino Médio, em 2004, foi implantado o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLDEM), que garante a distribuição de livros

didáticos nas disciplinas curriculares de Língua Portuguesa, Matemática, Geografia, História, Física, Química, Biologia, Sociologia, Filosofia e de Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol).

A execução do PNLD ensino fundamental (regular) e PNLD ensino médio (regular e EJA) segue os seguintes passos: adesão, editais, inscrição das editoras, triagem/avaliação, guia do livro, escolha, pedido, aquisição, produção, análise de qualidade física, distribuição e recebimento (BRASIL, 2014).

Como auxílio aos professores para a escolha do LD, o MEC elaborou um guia contendo resenhas e a avaliação criteriosa de livros na intenção de subsidiar a escolha dos livros didáticos nas escolas. Destaca-se que:

A apresentação de conhecimentos e conceitos válidos, corretos e adequados, assegurados nas obras, possibilita o estabelecimento de articulações desses com as vivências e experiências cotidianas e singulares, em cada realidade escolar de nosso país. No entanto, o ensino e a aprendizagem de Biologia implicam na articulação dos conhecimentos com questões locais e planetárias, incluindo nesta articulação as conexões entre os saberes, temas, conceitos e conteúdos construídos no campo do conhecimento biológico com outros campos de saberes e de produções de significados sobre os fenômenos e os processos biológicos (BRASIL, 2014, p. 22).

Para Bizzo (2000, apud Silva, 2006, p. 27) “o PNLD aproximou a comunidade acadêmica dos autores e das editoras, e estabeleceu normas e diretrizes para elaboração e avaliação de material didático”, onde é observada a participação de diversas instâncias, conforme descrito no quadro 1.

Quadro 1. Quadro descritivo das múltiplas influências que diversos segmentos exercem 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: • Seleção de Títulos e Censura • Padronização editorial • Financiamento à produção /distribuição das obras • Financiamento de estudo e pesquisas.
EDITORAS	Editores e autores	EXECUTAM AÇÕES DE: • Produção Editorial • “marketing” • Pressão para a definição de normas, políticas e ações públicas.
ESCOLAS	Técnicos Professores Alunos e Pais	EXECUTAM AÇÕES DE: • 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: • 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: • Análise e divulgação de diversos aspectos relacionados ao LD.

Fonte: FRACANLANZA, H. O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil, 1992.

O uso do LD é reforçado em ocasiões que existem dificuldades ao acesso às informações biotecnológicas. Os conhecimentos sobre Biotecnologia quando presentes no LD auxiliam o trabalho docente, e principalmente permite ao aluno ser introduzido em debates envolvendo questões éticas, políticas, morais e econômicas da Biotecnologia, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a sociedade.

É importante que o LD de Biologia, como ferramenta de “fácil” acesso para professores e alunos, aborde o tema de forma clara, objetiva e contextualizada, 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. (SILVA, 2006, p.58)

E ainda de acordo com Silva (2006, p. 28) “um livro didático de Biologia, deve conter conteúdos contextualizados e relacionados ao desenvolvimento tecnológico, caso em especial, a biotecnologia”.

Ressalta-se que, dependendo das características regionais, a busca pelas informações sugeridas para o trabalho pedagógico pode ser de difícil acesso para o aluno. Portanto, os conhecimentos sobre Biotecnologia quando presentes no LD 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 (BRASIL, 1999).

A contextualização é muito importante no processo educativo, pois de acordo com Paulo Freire (2005), a educação não pode ser entendida como um depositar de conteúdos, e para que o aluno desenvolva uma consciência crítica sobre a realidade que o cerca, a escola deve contextualizar e problematizar os conteúdos, e formar cidadãos atuantes na sociedade.

A contextualização é tida por alguns autores como uma grande aliada da aprendizagem significativa:

A contextualização do ensino favorece aprendizagens significativas porque é um processo facilitador da compreensão do sentido das coisas, dos fenômenos e da vida. Enfim; contextualizar é problematizar o objeto em estudo a partir dos conteúdos dos componentes curriculares fazendo a vinculação com a realidade situando-os no contexto e retornando com um novo olhar. A contextualização da educação escolar é, assim, um processo dialético (SILVA, 2010, p. 5).

E ainda de acordo com os PCN's (1998):

Contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Sendo assim, o tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo (BRASIL, 1998, p. 47).

Nesse sentido, uma vez que o LD é disposto ao professor, fica justificado o seu uso. No entanto, este deve ser feito de modo contextualizado, possibilitando que o aluno desenvolva essa consciência crítica. Porém, o que se percebe é o seu uso como único recurso didático, ou seja, os professores baseiam suas aulas apenas nos livros didáticos,

que muitas vezes não passam por atualizações necessárias, realizando dessa forma um processo de aprendizagem mecânica, na qual novas informações são memorizadas de maneira arbitrária, literal, não significativa. Moreira (2000) ressalta que “a utilização de materiais diversificados, e cuidadosamente selecionados, ao invés da "centralização" em livros de texto é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica”.

3.8. A Biotecnologia e a Aprendizagem Significativa Crítica

Em tempos modernos, onde há uma forte influência dos meios de comunicação e da mídia no desenvolvimento de nossos alunos, se faz necessária a busca por métodos inovadores de ensino, que despertem a atenção de nossos alunos; tal constatação é reforçada por MOREIRA (2000, p. 2):

Nestes tempos de mudanças rápidas e drásticas, a aprendizagem deve ser não só significativa, mas também subversiva. Meu raciocínio é o de que a aprendizagem significativa subversiva é uma estratégia necessária para sobreviver na sociedade contemporânea. Contudo, o termo *aprendizagem significativa crítica* poder ser um rótulo mais adequado pra o tipo de subversão ao qual estou me referindo.

A Biotecnologia constitui uma das áreas da Biologia que mais vem apresentando avanços, exercendo grande influência social, devendo por isso ser ensinada de modo crítico e reflexivo, de modo a proporcionar uma apropriação significativa de seus conceitos.

Dentro dessa perspectiva, apontamos para a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, elaborada por Moreira (2000), defensor, usuário e divulgador da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (1982), com suporte nos ensinamentos de Paulo Freire, que afirma que “ensinar exige criticidade” (FREIRE, 1996, p. 31).

De acordo com Mafra (2011):

A aprendizagem significativa envolve, a partir de conhecimentos prévios, assimilação de conceitos e proposições novos, a formação de uma rede cognitiva que se mantém em constante intercâmbio e diferenciação de modo tal que as estruturas cognitivas preexistentes atuam como ancoragem para a assimilação de novos conhecimentos onde ambos (conhecimentos novos e prévios) se modificam

acrescentando novos significados, ampliando a rede e gerando novas interações. (MAFRA, 2011, p.15)

Nesse sentido, a TAS parte do pressuposto de que o aprendizado se dá pela interação cognitiva entre o novo conhecimento e o conhecimento já adquirido pelo aluno, onde o aprendiz não é um receptor passivo. De acordo com Moreira (2000), a teoria de Ausubel focaliza primordialmente a aprendizagem cognitiva, sendo este um representante do cognitivismo e existindo algumas condições para que essa aprendizagem ocorra: a predisposição para aprender, a existência de conhecimentos prévios adequados e materiais potencialmente significativos.

Sabe-se que para aprender significativamente, o aluno tem que querer aprender, o que para Moreira (2000) é natural, pois ninguém vai aprender qualquer conhecimento se não estiver disposto a aprendê-lo.

Quanto ao uso de materiais potencialmente significativos Ausubel (1982, apud WEINGARTNER, 2014, p. 22) menciona:

Um material potencialmente significativo para” o aprendiz pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não *arbitrária* (plausível, sensível e não aleatório) e *não literal* com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante e (2) que a estrutura cognitiva *particular* do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A intenção entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos.

Em relação aos conhecimentos prévios, também chamados de subsunçores. Moreira (2013, p. 6) ressalta que “o conhecimento prévio pode servir de ancoradouro para novos conhecimentos, podendo haver uma interação entre os conhecimentos novos e os conhecimentos prévios”. Esse processo pode ser assim descrito:

- Um novo conhecimento interage com algum conhecimento prévio, especificamente relevante, e o resultado disso é que esse novo conhecimento adquire significado para o aprendiz e o conhecimento prévio adquire novos significados, fica mais elaborado, mais claro, mais diferenciado, mais capaz de funcionar como subsunçor para outros novos conhecimentos.
- Durante certo período de tempo, a *fase de retenção*, o novo conhecimento pode ser reproduzido e utilizado com todas suas características, independente do subsunçor que lhe deu significado em um processo de interação cognitiva.

-No entanto, simultaneamente, tem início um *processo de obliteração* cujo resultado é um esquecimento (residual) daquele que era um novo conhecimento e que foi aprendido significativamente. Isso quer dizer que aprendizagem significativa não é sinônimo de “nunca esquecer” ou “daquilo que não esquecemos”.

- A *assimilação obliteradora* é a continuidade natural da aprendizagem significativa. Mas essa obliteração não leva a um esquecimento total. Ao contrário, o novo conhecimento acaba “ficando dentro do subsunçor” e a reaprendizagem é possível e relativamente fácil e rápida (MOREIRA, 2013, p. 6).

Outro aspecto importante da TAS são os princípios facilitadores dessa aprendizagem: a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação, e algumas estratégias facilitadoras como os mapas conceituais e os diagramas em V.(AUSUBEL, 1982, MOREIRA, 2000).

De acordo com Ausubel (2003), a TAS apresenta tipos e formas, revelando sua complexidade e dinamicidade. Para uma compreensão mais sucinta dessas características, elaboramos um esquema abaixo representado na figura 3:



Figura 3. Esquema abordando os tipos e formas de Aprendizagem Significativa de acordo com Ausubel (1982). Fonte: a autora (2015).

Moreira (2013) ressalta que um tipo de aprendizagem pode evoluir para outro tipo, revelando que sua estrutura cognitiva é dinâmica, buscando sempre a organização do conhecimento e envolvendo alguns princípios facilitadores: a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação.

A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, elaborada por Moreira (2000), defende a criticidade no ensino, e isso implica a captação de significados com questionamentos.

É através da aprendizagem significativa crítica que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo. Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a ideia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente (MOREIRA, 2000, p. 7).

Semelhante a TAS de Ausubel, na Teoria da Aprendizagem Significativa crítica também são propostos alguns princípios facilitadores da aprendizagem:

1. Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos. (*Princípio do conhecimento prévio.*)
2. Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas. (*Princípio da interação social e do questionamento.*)
3. Aprender a partir de distintos materiais educativos. (*Princípio da não centralidade do livro de texto.*)
4. Aprender que somos perceptores e representantes do mundo. (*Princípio do aprendiz como perceptor/representador.*)
5. Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade. (*Princípio do conhecimento como linguagem.*)
6. Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras. (*Princípio da consciência semântica.*)
7. Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros. (*Princípio da aprendizagem pelo erro.*)
8. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência. (*Princípio da desaprendizagem.*)
9. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar. (*Princípio da incerteza do conhecimento.*)
10. Aprender a partir de distintas estratégias de ensino. (*Princípio da não utilização do quadro-de-giz.*)

11. Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão (*Princípio do abandono da narrativa*)” (MOREIRA, 2000, p. 20).

Cabe ressaltar que para que ocorra a aprendizagem significativa, é necessário que o aluno apresente disposição para aprender, sendo papel da escola e do professor orientar essa aprendizagem, por meio de planejamento e métodos adequados. De acordo com Moreira (2010, apud WEINGARTNER, 2014), o papel do professor envolve 4 tarefas fundamentais:

- (1) Identificar os conceitos e princípios unificadores e inclusos, organizando-os hierarquicamente.
- (2) Identificar quais subsunçores são relevantes para a aprendizagem de determinado conteúdo.
- (3) Diagnosticar os subsunçores que o estudante possui.
- (4) Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa (MOREIRA, 2010 apud WEINGARTNER, 2014, p. 23).

Para que a aprendizagem significativa se efetue é necessário, no entanto, que o aluno apresente disposição para aprender e o que o professor disponha de um material potencialmente significativo, em especial para a o ensino da temática Biotecnologia, uma vez que trata de temas de difícil entendimento por parte do aluno, que acaba memorizando e reproduzindo conceitos de forma mecânica em oposição ao que preconiza a aprendizagem significativa crítica.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1. Delimitação do tema

O Ensino da Biotecnologia constitui o tema abordado nesta pesquisa. O conteúdo de Biotecnologia está contemplado nas Diretrizes Curriculares de Biologia do Estado do Paraná (DCE's), onde foi inserido dentro do conteúdo estruturante Manipulação Genética. A justificativa para a sua inclusão é que:

[...] o trabalho pedagógico neste conteúdo estruturante, deve abordar os avanços da biologia molecular, as biotecnologias aplicadas e os aspectos bioéticos dos avanços biotecnológicos que envolvem a manipulação genética, permitindo compreender a interferência do ser humano na diversidade biológica (PARANÁ, 2008, p. 60).

A Biotecnologia está cada vez mais presente em muitos setores da nossa sociedade. Desde que a humanidade descobriu a importância da manipulação genética e a utilização de seres vivos para seu benefício, os cientistas não se cansam de pesquisar novas formas de utilizar esses seres. A Biotecnologia abrange uma ampla área do conhecimento, inúmeras técnicas e tecnologias.

4.2. Estratégias didáticas para a coleta de dados

A pesquisa tem como finalidade a busca pela compreensão de uma determinada realidade. De acordo com Minayo (2013, p. 16) por meio da pesquisa alimentamos a atividade de ensino e este por sua vez é atualizado perante a realidade do mundo.

A pesquisa faz parte do processo de construção do conhecimento e por esta razão necessita de procedimentos adequados para buscar informações sobre o assunto debatido (ALMEIDA, 2014). Portanto, deverá fazer uso de uma metodologia que orientará todo o processo de pesquisa. Inclui também o método, técnicas e a criatividade do pesquisador.

“Enquanto abrangência de concepções, técnicas de abordagem, a teoria e a metodologia caminham juntas, intrinsecamente inseparáveis. Enquanto conjunto de técnicas, a metodologia deve

dispor de um instrumental claro, coerente, elaborado, capaz de encaminhar os impasses teóricos para o desafio da prática.” (MINAYO, 2013, p.15).

Uma vez proposta a pesquisa é necessário delimitar o caminho a ser percorrido. Nesse sentido, optamos por uma abordagem qualitativa e quantitativa, com a intenção de ampliar a obtenção de dados e entendimento dos resultados obtidos:

Combinar métodos qualitativos e quantitativos parece uma boa ideia. Utilizar múltiplas abordagens pode contribuir mutuamente para as potencialidades de cada uma delas, além de suprir as deficiências de cada uma. Isto proporcionaria também respostas mais abrangentes às questões de pesquisa, indo além das limitações de uma única abordagem (SPRATT; WALKER; ROBISON, 2004 apud, DAL-FARRA e LOPES, 2013, p. 72).

A pesquisa qualitativa responde as questões particulares, trabalha com fatos, dados que não podem ser quantificados. Valoriza todo o processo e não apenas uma determinada ação ou somente o seu resultado, abrindo espaço para a interpretação, onde o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse (MINAYO, 2013).

Sobre essa modalidade de pesquisa Chizzotti (2003) afirma que:

A pesquisa qualitativa recobre hoje, um campo transdisciplinar, envolvendo as ciências humanas e sociais, assumindo tradições e multiparadigmas de análise, derivada do positivismo, da fenomenologia, da hermenêutica, do marxismo, da teoria crítica e do construtivismo, e adotando multimétodos de investigação para o estudo de um fenômeno situado no local em que ocorre, e enfim, procurando tanto encontrar o sentido desse fenômeno quanto interpretar os significados que as pessoas dão a eles (CHIZZOTTI, 2003, p. 221).

De acordo com Bogdan e Biklen (1994, apud ALMEIDA, 2014, p. 44) a pesquisa qualitativa apresenta algumas características: “ambiente natural como fonte direta de dados, caráter descritivo, preocupação do pesquisador com todo o processo e não apenas com os resultados, tendência intuitiva de análise de dados, preocupação essencial com o significado”.

Sob o enfoque da pesquisa de natureza qualitativa e havendo a necessidade de um planejamento complexo e detalhado das investigações, onde o pesquisador pode fazer uso de inúmeros métodos de investigação para estudar um certo fenômeno, o

procedimento metodológico escolhido foi o de natureza interpretativa com observação participante.

Moreira (2003) coloca que a pesquisa interpretativa está relacionada à investigação que ocorre de forma participativa e intensa, analisando significados e interpretações de situações do dia a dia no meio social em que a pesquisa está ocorrendo. Com isso, pesquisas qualitativas de cunho interpretativo voltadas à educação buscam compreender a natureza do processo interativo de ensino-aprendizagem.

A observação participante é de acordo com Bogdan e Taylor (1985, apud FINO, 2003, p. 108):

Um tipo de investigação que se caracteriza por um período de interações sociais intensas entre o investigador e o sujeitos, no ambiente destes, sendo os dados recolhido sistematicamente durante esse período de tempo.

A propósito dessas afirmações, Whyte (2005), em seu livro *Sociedade de esquina: a estrutura social de uma área urbana pobre e degradada* apresenta os dez mandamentos da observação participante, a saber:

1) A observação participante, implica necessariamente um processo longo.2) O pesquisador não sabe de antemão onde está aterrissando.3) A observação participante supõe a interação pesquisador/pesquisado[...] a presença do pesquisador precisa ser justificada.4) Por isso mesmo o pesquisador deve mostrar-se diferente do grupo pesquisado.5) A observação participante não se faz sem um intermediário que “abre as portas” e dissipa as dúvidas junto às pessoas.6) O pesquisador é um observador e está sempre sendo observado.7) A observação participante implica saber ouvir, escutar, ver, fazer uso de todos os sentidos.8) Desenvolver uma rotina de trabalho é fundamental. 9)O pesquisador aprende com os erros que comete durante o trabalho de campo e deve tirar proveito deles.10) O pesquisador é, em geral “cobrado”, sendo esperada uma “devolução” dos resultados do seu trabalho” (VALLADARES, 2007, p. 154).

Sabendo também, que a observação participante possibilita uma maior interação entre investigador e investigado, constituindo assim, uma excelente estratégia de aproximação do professor com a realidade do aluno, pois de acordo com Fabri (2012, p. 38), “como o professor já está inserido no contexto de sala de aula, prevalece uma relação de confiança entre o grupo”.

A abordagem quantitativa foi necessário em virtude da análise quantitativa dos questionários aplicados aos alunos integrantes desta pesquisa, visando facilitar a visualização geral dos resultados, em particular a retenção de conteúdo.

Tendo em vista o objetivo principal desta pesquisa: *Relatar as contribuições de um material didático contextualizado contendo exemplos da região para o ensino de Biotecnologia no Centro-Sul do Paraná*, esta pesquisa se iniciou a partir do processo de obtenção de dados para a elaboração do referido guia didático.

Para tanto, inicialmente foi realizada a análise de livros didáticos visando verificar abordagem dos conteúdos concernentes a Biologia Molecular e a Biotecnologia em livros didáticos de Biologia, tomando como referência os livros constantes no Guia de Livros Didáticos (PNLDEM – 2015).

Em seguida, foi efetuado um levantamento de trabalhos/pesquisas desenvolvidas na área da Biotecnologia em instituições de Ensino Superior da região Centro-Sul do estado do Paraná, na intenção de utilizar essas pesquisas como exemplos das principais técnicas utilizadas na Biotecnologia abordadas no guia didático.

Com base nos dados levantados nas duas etapas descritas, foi elaborado o referido guia didático. Os conteúdos no guia didático foram delineados conforme os que estavam presentes nos livros didáticos e os dados das pesquisas em Biotecnologia realizadas no Centro-Sul do Paraná foram utilizadas como exemplos no guia, visando a contextualização do conteúdo.

O terceiro momento envolveu a implementação do guia didático. Para avaliação da efetividade do material elaborado, durante a sua implementação, foram coletados dados por meio de diversas técnicas como a observação e registro, questionário e atividades propostas no guia.

A seguir será detalhada cada etapa do trabalho.

4.3. Etapas do trabalho

Com base nos objetivos traçados neste estudo e de acordo com estratégias utilizadas para a coleta de dados, optou-se por uma exposição detalhada de cada uma das etapas realizada na execução deste trabalho. Estas etapas estão organizadas na figura 4.

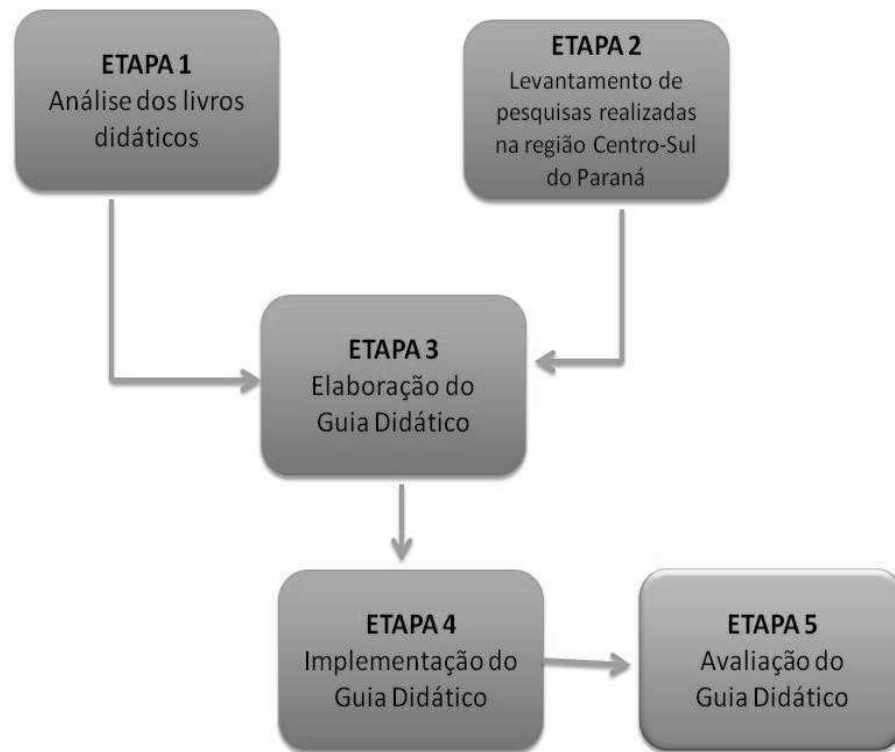


Figura 4. Etapas seguidas para a execução do trabalho. Fonte: a autora (2015).

4.3.1. Etapa 1: Análise dos livros didáticos de Biologia

Diante da grande quantidade de livros didáticos disponíveis, foi necessário estabelecer um critério para a escolha dos exemplares a serem analisados. Optou-se pelos livros constantes no Guia de Livros Didáticos PNLDEM-2015. O Guia de Livros didáticos PNLDEM-2015 é organizado na forma de um catálogo trazendo comentários sobre as obras didáticas que são recomendadas às escolas. Para a referida coleta, foram analisadas oito coleções de livros didáticos de Biologia, num total de 16 (dezesseis) livros didáticos, sendo oito livros do 1º ano, dois livros do 2º ano e seis livros do 3º ano, fazendo uma leitura minuciosa dos capítulos de Genética e Biologia Molecular. As coleções de livros didáticos avaliados constam no quadro 2, sendo representadas pelos códigos LD1 a LD8.

Quadro 2: Relação de Livros Didáticos do ensino médio analisados quanto a presença e nível de abordagem de conteúdos relacionados a Biologia Molecular e Biotecnologia.

Código	Título Do Livro	Autor (es)	Séries	Ano Edição	Editores
LD1	Bio 	Sônia Lopes Sérgio Bosso	1º e 2º	2013	Saraiva
LD2	Biologia 	Vivian L. Mendonça	1º e 3º	2013	AJS
LD3	Biologia 	César da Silva Junior Sezar Sasson Nelson Caldini Junior	1º e 3º	2013	Saraiva
LD4	Biologia em Contexto 	José Mariano Amabis Gilberto R. Martho	1ª e 2ª	2013	Moderna
LD5	Biologia Hoje 	Sergio Linhares Fernando Gewandsznajder	1º e 3º	2013	Ática
LD6	Conexões com a Biologia 	Rita Helena Bröckelmann	1º e 3º	2013	Moderna
LD7	Novas bases da Biologia 	Nélio Bizzo	1º e 3º	2013	Ática
LD8	Ser Protagonista 	Tereza Costa Ozório	1º e 3º	2013	EDIÇÕES SM

Fonte: a autora (2015).

Após a escolha dos livros didáticos, foram selecionados as seguintes categorias de análise:

- Presença de conteúdos;
- Nível de abordagem desses conteúdos;
- Exemplos.

A avaliação destas categorias foi feita por meio de uma leitura seletiva, procurando identificar os conteúdos relacionados à Biologia Molecular e Biotecnologia. A partir dessa seleção, foram delimitados os critérios de análise para cada conteúdo, demonstrada por meio do mapa de conceitos na figura 5.

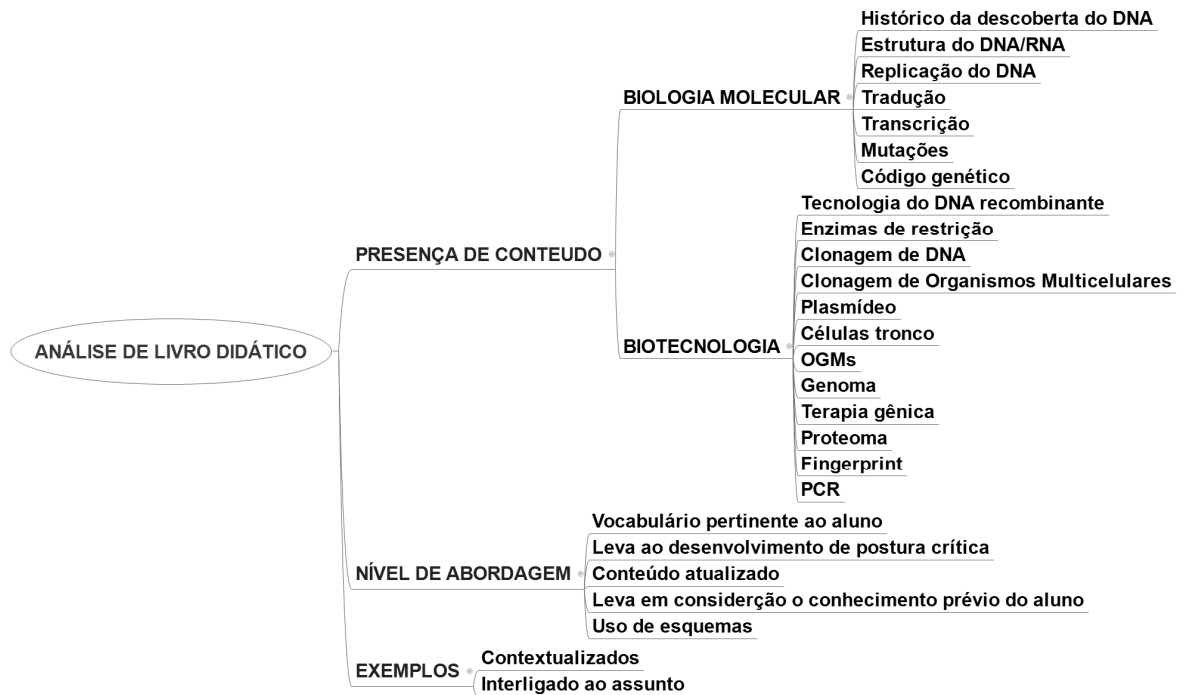


Figura 5. Mapa de conceitos a respeito das categorias e critérios de análise dos livros didáticos neste trabalho. Fonte: a autora (2015).

A definição das categorias e critérios para a análise dos livros didáticos fundamentou-se nos seguintes aspectos:

4.3.1.1. Aspectos teóricos

- Adequação entre o conteúdo científico e o nível cognitivo dos alunos.
- Clareza e concisão na linguagem utilizada.
- Contextualização: associação do conteúdo à realidade cotidiana dos alunos. Em Biologia é indispensável considerar a atualidade dos textos, pois a Ciência está em constante transformação e evolução (BANDEIRA; STANGE; SANTOS, 2012).
- Organização sequencial: abordagem nas diferentes séries do Ensino Médio.

4.3.1.2. Presença de textos complementares

De acordo com Vasconcelos e Souto (2003, p.5) “textos complementares podem garantir uma abordagem mais atualizada, uma vez que em sua maioria tratam de questões presentes de forma mais direta na realidade do aluno”.

4.3.1.3. Recursos visuais

Contém outros elementos informativos, visando facilitar a compreensão do aluno, subsidiando a aprendizagem e tornando as informações mais claras. No entanto, deve ter relação direta com o texto, devem ser contextualizadas. De acordo com Pegoraro e Sorentino (2002, apud VASCONCELOS e SOUTO, 2003), a escolha das ilustrações deve levar em conta a possibilidade de contextualização, utilizando ilustrações originais, representativas, com exemplos da realidade do aluno.

4.3.1.4. Aspectos metodológicos

- Incentivo à pesquisa.
- Proposição de experimentos.
- Exercícios que apresentam conexão com o cotidiano.

De acordo com esses critérios, propôs-se a avaliação em quatro perfis: FRACO, REGULAR, BOM e ÓTIMO (Vasconcelos e Souto, 2003), conforme disposto na tabela 1.

Tabela 1. Critérios utilizados para enquadramento dos livros didáticos avaliados neste trabalho.

Categorias	Ponderação sobre cada categoria
ÓTIMO	Quando o(s) livro(s) didático(s) contempla(m) todos os critérios de análise, sem a necessidade de complementação.
BOM	Quando o(s) livro(s) didático(s) aborda (m) os critérios de maneira coerente, mas há ressalvas, havendo a necessidade de conteúdos complementares.
REGULAR	Quando o(s) livro(s) didático(s) não aborda(m) os critérios de avaliação de forma adequada. No entanto, se complementado(s), podem ser utilizados.
FRACO	Quando o(s) livro(s) didático(s) deixa(m) de abordar muitos dos critérios de avaliação, havendo a necessidade de muitas ressalvas.

Fonte: A autora (2015).

4.3.2. Etapa 2: Levantamento das pesquisas em Biotecnologia realizadas no Centro-Sul do Paraná

Para o levantamento das pesquisas na área de Biotecnologia realizados na Região Centro-Sul do Paraná foram consultados os sites dos Programas de Pós-Graduação das seguintes instituições: Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus de Pato Branco e a Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS Campus de Laranjeiras do Sul.

Esta pesquisa teve por finalidade identificar nos sites dos Programas as linhas de pesquisa de cada professor orientador. Para aqueles professores que desenvolvem pesquisas na área de Biotecnologia foi consultado o seu Currículo Lattes, na intenção de efetuar o levantamento das pesquisas estudadas, bem como as técnicas Biotecnológicas utilizadas para esta pesquisa.

Após a realização do levantamento mencionado acima, os dados obtidos foram confrontados com os conteúdos na área de Biotecnologia presentes nos livros didáticos e abordados no guia didático. Estas pesquisas foram utilizadas como exemplos no capítulo *Aplicações da Biotecnologia* constante no guia didático.

4.3.3. Etapa 3: Elaboração do guia didático

O guia didático intitulado *Aprendendo Biotecnologia para o dia a dia* foi elaborado levando em consideração os preceitos da Aprendizagem Significativa Crítica MOREIRA (2010), contendo informações sobre técnicas, processos biotecnológicos e exemplos de estudos da região Centro-Sul do Estado do Paraná.

Convém destacar que o referido guia constitui um material de apoio, devendo ser utilizado de forma complementar ao LD e, portanto, não visa substituí-lo. Seu objetivo é auxiliar os professores e alunos no ensino/aprendizagem dos conteúdos da Biotecnologia. Poderá ser utilizado em sua íntegra ou apenas o capítulo que o professor julgar necessário.

O processo de elaboração desse material de apoio pedagógico ocorreu nos meses de fevereiro a maio de 2015, estando organizado em capítulos:

Capítulo 1: Histórico da Biotecnologia

Capítulo 2: Conceitos básicos em Biotecnologia

Capítulo 3: Principais técnicas utilizadas na Biotecnologia

Capítulo 4: Aplicações da Biotecnologia

Capítulo 5: Produtos Biotecnológicos: discutindo seu uso.

No processo de elaboração do capítulo 3 onde se encontram abordadas as principais técnicas da Biotecnologia, utilizou-se de esquemas de autoria própria, elaborados a partir do vivenciamento das técnicas de laboratório durante as aulas da disciplina de Biologia Molecular e Processos Biotecnológicos do curso de mestrado.

4.3.4. Etapa 4: Implementação do guia didático

As ações de implementação do guia didático ocorreram durante o mês de setembro de 2015 junto a 101 (cento e um) alunos do Ensino Médio, nos horários normais de aula, sendo necessárias 10 aulas de 50 minutos.

Com a intenção de realizar uma exposição detalhada de todo o processo de implementação, as atividades foram estruturadas em quatro momentos de acordo com a figura 6.

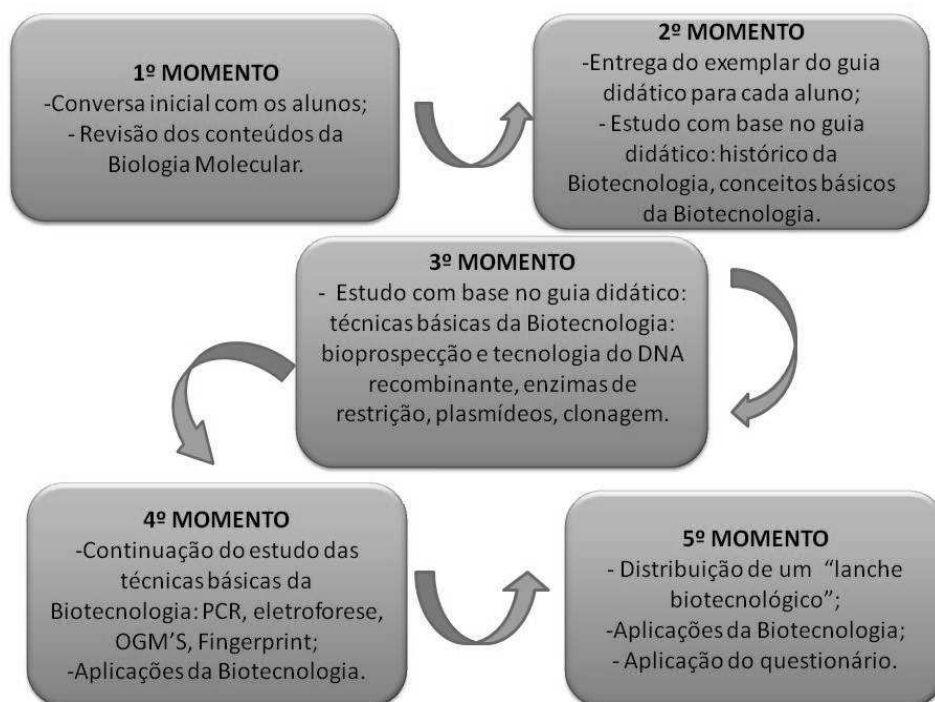


Figura 6. Roteiro das atividades desenvolvidas para a implementação do guia didático. Fonte: A autora (2015).

4.3.4.1. Universo da pesquisa: estratégias na implantação do guia didático

Esta pesquisa foi executada em três colégios da rede estadual de ensino do município de Laranjeiras do Sul, tendo como público alvo quatro turmas do 3º ano do Ensino Médio, totalizando 101 alunos, dos gêneros feminino e masculino com faixa etária entre 16 e 18 anos de idade.

Os três colégios estão localizados na zona urbana do município, apresentando cada um as suas especificidades, identificadas após breve consulta do Projeto Político Pedagógico (PPP) de cada estabelecimento no Portal Educacional do Estado do Paraná, disponível para consulta pública na internet em 2015.

Estes colégios não serão identificados e para sua descrição serão denominados Colégio 1, Colégio 2 e Colégio 3.

O Colégio 1 possuía 652 alunos, distribuídos em 38 turmas nos turnos da manhã, tarde e noite. Situa-se na região central do município, e atende alunos do centro da cidade, bairros periféricos, zona rural e de municípios vizinhos. Atualmente oferece o Ensino Médio e Curso de Formação de Docentes. Nesse colégio, foi aplicado somente o questionário, sem implementação do guia didático, para 47 alunos distribuídos em duas turmas (sendo uma turma no turno da manhã e a outra no turno da tarde). Para esses alunos, os conteúdos referentes a Biotecnologia foram explicados pela professora da disciplina de acordo com o seu Plano de Trabalho Docente (PTD) e o LD adotado pelo estabelecimento de ensino.

O Colégio 2 é uma instituição de Ensino Fundamental e Médio e está localizado em um bairro periférico do município. Esse bairro por sua vez, enfrenta sérias dificuldades de estrutura e saneamento. Seus alunos são oriundos de famílias de baixa renda, que sobrevivem de serviços informais, não possuindo, portanto renda fixa, sendo essa na sua grande maioria complementada pelo programa Bolsa Família do governo federal e o programa Leite das Crianças mantido pelo governo Estadual do Paraná.

É importante destacar o baixo nível de escolaridade das famílias da comunidade escolar, que apresenta um grande número de analfabetos. Por conta dessa realidade, o colégio enfrenta problemas de ensino e aprendizagem.

Em 2015, o colégio possuía 492 alunos regularmente matriculados. Destes, 397 frequentaram as séries finais do ensino fundamental e 155 alunos cursavam o Ensino Médio, estando distribuídos nas turmas da manhã, tarde e noite.

Neste colégio as atividades de implementação do guia didático ocorreu com 17 alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio do turno da manhã, após o professor da disciplina ter trabalhado o conteúdo de Biotecnologia por meio do uso do LD. Após a implementação da cartilha, foi aplicado o questionário para avaliar a potencialidade do material pedagógico elaborado.

O Colégio 3 está localizado na região central do município e atende uma demanda de alunos predominantemente de nível socioeconômico médio e baixo, sendo que o modo de subsistência econômica dos familiares se diversifica entre profissionais liberais, agricultores, comerciantes e assalariados.

Este colégio possuía em 2015, 23 turmas de Ensino Fundamental e Médio e seu alunado era composto por adolescentes e jovens num total de 654 alunos distribuídos nos turnos da manhã e da tarde.

As atividades de implementação do guia didático foram desenvolvidas nesse colégio com 37 alunos da turma do 3º ano. Após a implementação do guia, foi aplicado o questionário.

O questionário (apêndice A) foi aplicado nas turmas em que se fez uso do referido guia didático e em turmas das mesmas séries em que foi utilizado apenas o LD durante a abordagem dos conteúdos relacionados a Biologia molecular e a Biotecnologia.

As questões presentes no questionário foram elaboradas de modo a estimular os alunos a relacionar os conhecimentos novos com os conhecimentos prévios. Moreira (2010) enfatiza a importância da formulação de perguntas (oral ou escrita) para uma aprendizagem significativa crítica, estimulando a não memorização de conteúdos por parte do aluno, evitando o uso de linguagem simplificada; e que ele seja capaz de formular respostas elaboradas e críticas, citar exemplos, atribuindo significados às suas palavras.

Buscou-se também preservar a identidade dos participantes. A possibilidade de anonimato dos respondentes resulta num maior número de participantes, visto que muitos poderiam se sentir envergonhados ou intimidados perante os professores e aos colegas (MOREIRA e CALEFFE, 2008).

Para as observações foi elaborado um protocolo de observação participante (MOREIRA e CALEFFE, 2008) com a finalidade de registrar, fazer a descrição detalhada de fatos ocorridos durante o processo de implementação do material didático produzido.

4.3.5. Etapa 5: Avaliação do guia didático

Após a implementação do guia didático e obtenção dos dados por meio de registros das aulas, atividades realizadas e aplicação dos questionários, foi executada a análise qualitativa e quantitativa dos dados obtidos durante a implementação.

As respostas dadas pelos alunos nos questionários foram tabuladas para facilitar a análise e interpretação dos dados obtidos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Levantamento e análise dos conteúdos de Biologia Molecular e Biotecnologia nos livros didáticos do Ensino Médio

5.1.1. Presença de conteúdo

Na análise da categoria “Presença de conteúdo” verificou-se que a maioria dos conteúdos relacionados a Biologia Molecular são abordados nos livros do 1º ano, sendo que alguns conteúdos (Histórico da descoberta do DNA, Estrutura do DNA/RNA, Transcrição, Tradução) também se encontram nos livros do 3º ano (LD3, LD6 e LD7) (Tabela 2). O conteúdo Código Genético apareceu apenas em duas coleções e o conteúdo Mutações em quatro coleções (Tabela 2). Verificou-se também que o conteúdo “Histórico da descoberta do DNA” foi abordado em cinco coleções (Tabela 2). Os conteúdos “Estrutura do DNA/RNA, Replicação do DNA, Transcrição, Tradução” estão presentes em todas as coleções (Tabela 2).

Tabela 2. Análise quanto a presença e nível de abordagem de conteúdos relacionados a Biologia Molecular em Livros Didáticos do Ensino Médio integrantes do grupo de livros indicados pelo Programa Nacional de Livros Didáticos para o Ensino Médio – PNLDEM/2015.

Livro	Histórico da descoberta do DNA	Estrutura do DNA/RNA	Replicação do DNA	Transcrição	Tradução	Mutações	Código Genético
LD1	Fraco ^{1,3}	Fraco ^{1,2}	Fraco ²	Regular ²	Bom ²	-	-
LD2	-	Fraco ¹	Fraco ³	Fraco ³	Fraco ³	Fraco ³	-
LD3	Regular ^{1,3}	Regular ^{1,3}	Fraco ³	Bom ³	Bom ³	-	-
LD4	-	Bom ²	Bom ²	Bom ²	Bom ²	-	-
LD5	-	Bom ¹	Bom ¹	Regular ¹	Regular ¹	Bom ¹	-
LD6	Regular ¹	Fraco ^{1,3}	Bom ¹	Fraco ¹	Regular ¹	Fraco ³	-
LD7	Ótimo ¹	Ótimo ^{1,3}	Bom ³	Ótimo ^{1,3}	Ótimo ^{1,3}	-	Ótimo ¹
LD8	Fraco ¹	Fraco ¹	Regular ¹	Bom ¹	Bom ¹	Fraco ¹	Bom ¹

- indica que o conteúdo não é abordado; ¹ indica que o conteúdo é abordado na 1ª série; ² indica que o conteúdo é abordado na 2ª série; ³ indica que o conteúdo é abordado na 3ª série.

Fonte: A autora (2015).

Convém ressaltar a necessidade do domínio dos conteúdos da Biologia Molecular, para que o aluno possa compreender os conceitos e técnicas da

Biotecnologia. O aprendizado dos conteúdos da Biologia Molecular é imprescindível para a compreensão de nós mesmos. De acordo com LORETO e SEPEL (2003, p.131) “conhecer a estrutura do DNA e compreender o fluxo da informação genética permitiu o surgimento de novas tecnologias e mudou a visão que podemos ter de nós mesmos”.

No que diz respeito aos conteúdos relacionados a Biotecnologia, a sua grande maioria são abordados nos livros de 3º ano. Os conteúdos “Enzimas de restrição e OGMs” estão presentes em todos os livros analisados; enquanto que os conteúdos Proteoma, *Fingerprint* foram abordados em apenas três coleções de livros didáticos, nos livros do 2º e 3º anos (Tabela 3). Verificamos também que apenas quatro coleções de livros abordam a técnica da PCR, nos livros de 2º e 3º anos. (Tabela 3).

Tabela 3. Análise quanto a presença e nível de abordagem de conteúdos relacionados a Biotecnologia em Livros Didáticos do Ensino Médio integrantes do grupo de livros indicados pelo Programa Nacional de Livros Didáticos para o Ensino médio – PNLDEM/2015.

Livro	Tecnologia do DNA recombinante	Enzimas de Restrição	Clonagem de DNA	Clonagem de Organismos Multicelulares	Plasmídeo	Células Tronco	OGMs	Genoma	Terapia Gênica	Proteôma	Fingerprint	PCR
LD1	Regular ²	Regular ²	Regular ²	Regular ²	Fraco ²	-	Bom ²	Bom ²	Bom ²	Bom ²	-	Fraco ²
LD2	Fraco ³	Péssimo ³	-	Fraco ³	-	Fraco ¹	Fraco ³	Fraco ³	Bom ³	-	-	-
LD3	Bom ³	Bom ³	-	Fraco ^{1,3}	Bom ³	Bom ³	Regular ³	Ótimo ³	Fraco ³	Bom ³	Fraco ³	Fraco ³
LD4	Bom ²	Bom ²	Bom ²	Fraco ¹	Bom ²	-	Regular ²	Bom ²	-	-	-	-
LD5	Regular ³	Regular ³	Regular ³	Bom ¹	Bom ³	Regular ¹	Regular ³	Fraco ³	Bom ³	-	Bom ³	-
LD6	Regular ³	Regular ³	Regular ³	Regular ^{1,3}	Regular ³	Fraco ¹	Bom ³	Bom ³	-	Fraco ³	-	Bom ³
LD7	-	Fraco ³	-	-	-	Fraco ¹	Regular ³	-	-	-	-	Bom ³
LD8	-	Fraco ³	-	Fraco ³	-	Fraco ¹	Fraco ³	-	Fraco ³	-	-	-

- indica que o conteúdo não é abordado; ¹ indica que o conteúdo é abordado na 1ª série; ² indica que o conteúdo é abordado na 2ª série; ³ indica que o conteúdo é abordado na 3ª série.

Fonte: A autora (2015).

A ausência desses conteúdos pode dificultar o entendimento e conseqüentemente o aprendizado do aluno, pois a não compreensão destas técnicas possivelmente deixará lacunas para a compreensão da maioria dos procedimentos biotecnológicos como a tecnologia do DNA recombinante, clonagem, células tronco, genoma, OGM's.

De um modo geral, o que se percebe é que a maioria desses temas aparece por meio de um capítulo específico. No entanto, é importante que esses temas estejam associados a vários conteúdos, uma vez que a Biotecnologia é um tema interdisciplinar. Esse tipo de abordagem pode dar a impressão de que a Biotecnologia é uma área restrita, estando desconexa das demais áreas da Biologia.

De acordo com Silva e Oliveira (2013, p. 178):

[...] é necessário então, entendermos que um ensino que tem em vista a formação de cidadãos, deve ir muito além de uma abordagem fragmentada dos conteúdos, apenas vinculados a aspectos teóricos. A propósito, os PCNEM reconhecem que o tema DNA pode ser amplamente trabalhado numa abordagem interdisciplinar, integrando várias áreas do conhecimento e promovendo uma relação entre o progresso científico e o avanço tecnológico.

Outro aspecto importante observado foi a forma tradicional de se apresentar os conteúdos, dando ênfase a memorização (MORAES, 2005; VASCONCELOS e SOUTO, 2003), sem relação com o contexto e a vida cotidiana dos alunos. É importante que a abordagem desses conteúdos esteja contextualizada, permitindo ao aluno associar o conteúdo com o seu contexto local (VASCONCELOS e SOUTO, 2003; FRANÇA, MARGONARI e SCHALL, 2011), em oposição a uma educação bancária (FREIRE, 2005) uma vez que esses conteúdos interferem diretamente na vida das pessoas.

O enfoque tradicional impossibilita o desenvolvimento de um indivíduo dotado de uma postura crítica, com a capacidade de dialogar com o conhecimento científico (BRASIL, 1999), podendo também ser a causa das dificuldades no aprendizado dos alunos, influenciando e até mesmo dificultando a formação das concepções, quando o conteúdo não apresenta características significantes para o aluno no seu dia a dia (BELTRAME, 2010).

E ainda de acordo com Dawson e Schibeci (2003, apud KLEIN, 2011, p. 32) “o ideal é formar alunos capazes de discutir as implicações éticas e sociais do uso de

produtos obtidos a partir de técnicas da Biotecnologia moderna”, compreendendo os impactos da Biotecnologia na saúde, no ambiente, na economia.

Por outro lado, essa abordagem tradicional e até mesmo conteudista pode desestimular o aluno a optar por um curso na área de Biologia durante a sua formação acadêmica (SILVA e OLIVEIRA, 2013), pois esse tipo de abordagem não permite o estabelecimento de vínculos entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar.

5.1.2. Nível de abordagem e exemplos

Na avaliação destas duas categorias, procurou-se estabelecer critérios voltados para o enfoque de conteúdos específicos, relacionando-os com aspectos educacionais e levando-se em consideração a experiência profissional sobre o assunto, tendo como base FRACALANZA e NETO (2003), VASCONCELOS e SOUTO (2003), KRASILCHIK (2005), as Diretrizes Curriculares de Biologia do Estado do Paraná (PARANÁ, 2008) e o Guia de Livros didáticos PNLD 2015 – Ensino Médio.

De um modo geral os conteúdos pertinentes a Biologia Molecular apresentaram um perfil bom, onde o nível de abordagem está adequado ao desenvolvimento cognitivo do aluno, possuindo linguagem adequada a essa faixa etária, estando em consonância com o PNLDEM, onde a disposição dos conteúdos deve orientar o desenvolvimento de estruturas de pensamento em escala crescente de complexidade em função do amadurecimento do aluno (VASCONCELOS e SOUTO, 2003).

É necessário, porém, que essa abordagem não se apresente por meio de um discurso “banalizado”, apelando para noções do senso comum, o que tem valor se associado ao saber científico (FRANÇA; MARGONARI; SCHALL, 2011).

No que diz respeito à análise dessa categoria em relação aos conteúdos de Biotecnologia, e com base nos critérios vocabulário pertinente ao aluno, atualização do conteúdo, consideração ao conhecimento prévio do aluno, uso de esquemas e contextualização, os livros apresentaram de um modo geral um perfil regular.

Verificamos que em todos os livros os conteúdos não são contextualizados e os exemplos utilizados não estão relacionados ao cotidiano do aluno. Um exemplo dessa constatação é verificado no conteúdo Organismos Geneticamente Modificado (OGM's): sete das oito coleções utilizam como exemplos as plantas transgênicas, no conteúdo Clonagem de Organismos Multicelulares, onde cinco das oito coleções de livros didáticos citam como exemplo o caso da ovelha Dolly, experiência divulgada no ano de

1997. Trata-se de uma abordagem descontextualizada que vem se repetindo ao longo de vários anos, de acordo com Silva e Oliveira (2013, p.174):

O motivo desta preferência deve ocorrer por diversas razões. Uma delas é por se tratarem de temas mais veiculados na mídia e, assim, serem de interesse mais direto para a sociedade e apresentarem elevado viés com a saúde e outros aspectos.

Por conseguinte, esse tipo de abordagem pode levar a uma ineficácia no aprendizado desses conteúdos, levando a uma incompreensão ou compreensão equivocada dos avanços da Biotecnologia, tendo como consequência o despreparo para a participação crítica e democrática de debates sobre os avanços biotecnológicos (BELTRAME, 2010). É importante ressaltar também que esse tipo de ensino se torna ineficaz quando não permite que o educando ultrapasse o saber de senso comum ou as primeiras impressões (PEDRANCINI et al., 2007; BACHELARD, 1996).

É neste momento que ressaltamos a importância da utilização de pesquisas recentes e mais próximas do cotidiano do aluno, o que pode ser um atrativo para o aluno (SILVA, 2006). Para a autora:

Ressalta-se que, dependendo das características regionais, a busca pelas informações sugeridas para o trabalho pedagógico pode ser de difícil acesso para o aluno. Portanto, os conhecimentos sobre 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 (SILVA, 2006, p. 32).

O uso de exemplos do cotidiano do aluno relacionados às questões da Biotecnologia constitui uma ferramenta que auxilia na tomada de decisões e a realização de ações, isso porque “quanto mais o aluno reflete a realidade sobre sua situação concreta, mais emerge plenamente consciente e comprometida a intervir para modificá-la” (FREIRE, 2005).

Para tanto, sugerimos a contextualização dos conhecimentos científicos com as pesquisas realizadas em Universidades e Centros de Pesquisas, o que permitirá uma reflexão aprofundada e um posicionamento crítico sobre os temas da Biologia Molecular e da Biotecnologia.

5.2. Levantamento das pesquisas em Biotecnologia realizadas no Centro Sul do Paraná

A pesquisa realizada no site das Instituições de ensino Superior e Centros de Pesquisa da região Centro-Sul do Paraná permitiu a identificação de 10 grupos de pesquisa que desenvolvem estudos na área de Biotecnologia (Quadro 3):

Quadro 3. Levantamento das pesquisas relacionadas a Biotecnologia que vêm sendo executadas nas Universidades da Região Centro-Sul do Estado do Paraná.

Grupo	Órgão/Universidade	Pesquisa/Objetivo	Técnicas Empregadas
Indústria de Alimentos e Produtos de Higiene e Limpeza			
Grupo 1	Mestrado em Biologia evolutiva - UNICENTRO	Exploração da biodiversidade microbiana para a obtenção de enzimas produzidas a baixo custo.	Bioprospecção. Identificação de fungos produtores de enzimas para uso na indústria alimentícia, de biocombustíveis, de produtos de limpeza e de papel
Grupo 2	Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – UTFPR (Pato Branco)	-Aproveitamento Biotecnológico de Resíduos e Sub-Produtos Agrícolas e Agroindustriais - Produção biotecnológica de moléculas de interesse através de processos fermentativos e enzimáticos.	Bioprospecção. Identificação de fungos produtores de enzimas para uso na indústria alimentícia, de biocombustíveis, de produtos de limpeza e de papel.
Grupo 3	Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – UTFPR (Pato Branco)	Isolamento e identificação de compostos bioativos de subprodutos da indústria de vitivinicultura para aplicação como antioxidantes naturais.	Bioprospecção. Identificação de fungos produtores de enzimas para uso na indústria alimentícia.
Conservação da Natureza			
Grupo 4	Mestrado em Biologia evolutiva - UNICENTRO	Pesquisa com Insetos. Utilização de dados genéticos de populações de insetos da região para prever a conservação dos ambientes.	Uso de técnicas moleculares (PCR, Marcadores moleculares, Eletroforese) para estudar populações de insetos de todo o Brasil e da região de Guarapuava. Objetivo de verificar a situação genética destes insetos. São importantes, pois, são indicadores da qualidade do ambiente. Isto é aplicação de técnicas oriundas da biotecnologia para a conservação da natureza.
Grupo 5	Mestrado em Biologia evolutiva - UNICENTRO	Avaliação do status genéticos de espécies de plantas nativas da região Sul do Brasil.	Uso de técnicas biotecnológicas (PCR, eletroforese, marcadores moleculares) para se estudar plantas nativas visando a sua conservação. Devido a

			destruição de quase todas as florestas, faz-se necessário saber que saber se as plantas nativas corre risco de extinção. Para tanto, usamos técnicas Biotecnológicas. Estudamos várias espécies nativas como Pitanga, Guabiroba, Fumo Bravo, Carqueja, Macela, Goiaba.
Saúde			
Grupo 6	Mestrado em Ciências Farmacêuticas UNICENTRO	em -	Avaliar o impacto e a transmissão intra-familiar das doenças respiratórias causadas pelo vírus Influenza, Sincicial Respiratório e Rinovírus.
			Uso de técnicas moleculares (enzimas de restrição, PCR, RT-PCR, Eletroforese, sequenciamento) para estudar populações diversidade de virus que causam gripe. Usa-se também técnicas biotecnológicas para identificar virus que causam doenças. Desenvolve técnicas moleculares para identificar virus.
Grupo 7	Mestrado em Ciências Farmacêuticas UNICENTRO	em -	Análise molecular dos tumores de boca. Caracterização de antígenos tumorais aplicados a imunoterapia do carcinoma oral
			Uso de técnicas moleculares (enzimas de restrição, PCR, RT-PCR, Eletroforese, sequenciamento, real-time pcr) para identificar genes que são expressos em cancer.
Grupo 8	Mestrado em Ciências Farmacêuticas UNICENTRO	em -	Verificar os efeitos do glifosato na reprodução animal
			Uso de técnicas moleculares (enzimas de restrição, PCR, RT-PCR, Eletroforese, sequenciamento, real-time pcr) para verificar a expressão de genes nas gonodas masculinas após exposição a herbicidas. A alteração da expressão de certos genes pode afetar o desenvolvimento dos espermatozoides.
Agricultura e Pecuária			
Grupo 9	Mestrado em Doutorado em Agronomia e Biologia Evolutiva	e em e	Aplicação da Biotecnologia no melhoramento de plantas para obtenção de cultivares adaptadas a condições edáfoclimáticas do Centro-Sul do Paraná.
			Uso de técnicas biotecnológicas (PCR, eletroforese, marcadores moleculares) para identificar doenças em plantas, para identificar genótipos mais propícios a usar em programas de melhoramento para desenvolvimento de cultivares de trigo, batata doce, alho, tomate, morango, maçã. Para identificação de plantas

			resistentes a herbicidas
Grupo 10	Mestrado em Ciências Farmacêuticas - UNICENTRO	Verificar os efeitos do glifosato na reprodução animal e identificação de doenças virais em animais	Uso de técnicas moleculares (enzimas de restrição, PCR, RT-PCR, Eletroforese, sequenciamento, real-time PCR) para verificar a expressão de genes nas gonodas masculinas após exposição a herbicidas. A alteração da expressão de certos genes pode afetar o desenvolvimento dos espermatozoides. Identificação de doenças virais em animais, principalmente aves.

Fonte: A autora (2015).

Os dados obtidos nesta etapa foram utilizados para elaboração do guia didático, mais especificamente no uso de exemplos de aplicação da Biotecnologia.

5.3. Elaboração do Guia Didático

O levantamento das pesquisas realizadas na região mostrou que são desenvolvidas pesquisas com Biotecnologia na região e que é possível a elaboração de um material contextualizado no dia a dia do aluno (MOREIRA, 2000).

Visando contemplar os conteúdos exigidos nos PCNEM e DCE's, para elaboração do Guia Didático foi levado em consideração os resultados obtidos no levantamento e avaliação dos conteúdos de Biotecnologia nos livros didáticos e no levantamento das pesquisas realizadas na região. O Guia Didático foi intitulado "*Aprendendo Biotecnologia para o dia a dia*". Este guia se encontra encartado nesta dissertação como Apêndice 2.

De acordo com Pedrancini et al. (2007),

Cabe principalmente à escola abordar a Ciência de forma sistêmica, transdisciplinar e contextualizada, promovendo, conseqüentemente, uma educação que possibilite aos cidadãos a apropriação de conhecimentos com base nos quais possam tomar decisões conscientes e esclarecidas. (PEDRANCINI et al., 2007, p. 301).

Com base nessa afirmação, no decorrer da elaboração do Guia Didático, a contextualização dos temas relacionados a Biotecnologia foi o aspecto de maior

relevância, considerando a intenção da associação dos conteúdos da Biotecnologia com o contexto local. Vasconcelos e Souto (2003, p. 97) ressaltam que “o uso de exemplos pouco representativos para uma grande parcela dos estudantes – especialmente fora do Sudeste brasileiro onde a maioria dos livros é produzida - dificulta a contextualização do conhecimento”.

O enfoque contextualizado justifica-se também pelo fato de que a Biotecnologia envolve conceitos e técnicas complexas e muitas vezes abstratos para o aluno, sendo necessária uma abordagem a partir de exemplos e “situações reais onde os alunos possam fazer associações com essa tecnologia e sua atuação na vida apresente linguagens científicas, mas que não estejam distantes de seu convívio” (KAPP; MIRANDA; FREITAS, 2014, p. 10).

De acordo com Giassi (2000, p. 85) a contextualização possui os seguintes objetivos:

1)desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2)auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos a natureza da ciência; 3)encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano.

5.4. Implementação do Guia Didático

Para verificar as potencialidades do Guia Didático elaborado, foi aplicado um questionário a 101 alunos do 3º ano do Ensino Médio de três colégios da rede estadual de ensino do município de Laranjeiras do Sul. Dos alunos que responderam o questionário, 47 estudaram os temas da Biotecnologia somente por meio do LD e para 54 alunos a temática Biotecnologia foi abordada com o uso do LD e complementada pelo uso do Guia Didático.

O questionário era composto de quatro questões (Anexo 1) com o objetivo de coletar informações a respeito do conhecimento do aluno do conceito de Biotecnologia, de produtos oriundos da Biotecnologia e de pesquisas na área da Biotecnologia na região do aluno.

Como procedimento de análise, utilizou-se de uma abordagem qualitativa e quantitativa. Para Thiollentt (1984, p. 46) “do ponto de vista do ideal geral da ciência, pensamos que uma articulação dos dois tipos de aspectos é mais satisfatória”.

A abordagem quantitativa se deu por meio da análise estatística, que é indispensável à pesquisa, na medida em que auxilia a descrever dados. De acordo com Moreira (2003, p. 16) “tais procedimentos são recursos dos quais o pesquisador lança mão para transformar (i.e. traduzir, representar, comparar, inferir) registros de eventos”.

A análise qualitativa dos questionários foi efetuada de modo comparativo, entre o grupo de alunos que estudaram os conteúdos da Biotecnologia apenas por meio do LD, e o grupo em que além do LD, utilizou-se do material didático complementar (o Guia Didático) e foi direcionada por meio da análise de conteúdo (MORAES, 1999; BARDIN, 2011; MINAYO, 2013).

De acordo com Moraes (1999), o processo de análise de conteúdo é constituído de seis partes: preparação das informações, codificação, unitarização ou transformação do conteúdo em unidades, categorização, descrição e interpretação.

Após a leitura e tabulação de todos os questionários foi efetuada a codificação, a fim de identificar dois grupos distintos da amostra: grupo em que foi utilizado o Guia Didático e grupo onde foi utilizado apenas o LD. O grupo que estudou os conteúdos da Biotecnologia apenas com o uso do LD foi denominado Grupo A, enquanto que o grupo que além do LD utilizou-se o Guia Didático foi denominado Grupo B.

Finalizado o processo de codificação, foram definidas as unidades de análise, a saber: conceito de Biotecnologia, contextualização da Biotecnologia, seguida da definição das categorias de análise: tem conhecimento e não tem conhecimento.

QUESTÃO 1: Definição de Biotecnologia

A questão tinha por objetivo investigar o conhecimento dos alunos a respeito da definição mais adequada de Biotecnologia, percebendo que se trata uma área multidisciplinar, envolvendo além dos conhecimentos da Biologia Molecular, as áreas da Genética Molecular, Biologia Celular, Bioquímica, Engenharia Genética, Microbiologia, e outras áreas da Ciência como a Engenharia Bioquímica, Química Industrial, Físico-Química, Medicina. Saber o conceito de Biotecnologia implica necessariamente a compreensão dos produtos e dos processos biotecnológicos.

A análise comparativa dos dados procedeu de acordo com as 2 categorias de análise, como mostra a tabela 4.

Tabela 4. Respostas dos alunos entrevistados sobre o conhecimento do conceito de Biotecnologia.

Categoria	Grupo A (N=47)		Grupo B (N=54)	
	N	%	N	%
Tem conhecimento	32	68,1%	51	94,4%
Não tem conhecimento	15	31,9%	3	5,6%

Fonte: A autora (2015).

A categoria **tem conhecimento** é a mais frequente em ambos os grupos, demonstrando que as maiorias dos alunos que responderam ao questionário sabem o conceito de Biotecnologia, estando de acordo com as definições proposta por alguns autores:

Consideraremos a biotecnologia, de uma maneira ampla definida como uma atividade baseada em conhecimentos multidisciplinares, que utiliza agentes biológicos para fazer produtos úteis ou resolver problemas (MALAJOVICH, 2012, p. 2).

Campo de conhecimento que envolve elementos científicos básicos ao mesmo tempo em que integra técnicas e protocolos específicos para a obtenção de produtos do uso do cotidiano, ou seja, na indústria alimentícia, farmacológica ou na área da saúde e reprodução (KLEIN, 2011, p. 21).

É o conjunto de técnicas que utiliza os seres vivos ou parte desses, no desenvolvimento de processos e produtos que tenham uma função econômica e (ou) social (FALEIRO; ANDRADE, 2011, p. 13).

No entanto, o grupo B apresentou maior número de alunos que sabem o conceito científico de Biotecnologia (94,4%), sendo que no grupo A, o percentual foi de 68,1% para a mesma questão. Essa diferença demonstra a eficácia e a contribuição do guia didático para a compreensão dos conceitos e técnicas da Biotecnologia e a consequente elaboração do conceito mais apropriado para a temática em questão por parte do aluno, demonstrando que o somente o uso do LD (onde os conteúdos muitas vezes não estão contextualizados e estimulam o aprendizado tradicional e a memorização) não garantiu um aprendizado significativo da Biotecnologia para todos os alunos (MOREIRA, 2000).

Para Krasilchick (1983), as recentes descobertas e assuntos da área da Biologia, constantemente divulgadas nos meios de comunicação precisam ser compreendidos, analisados e discutidos pelos alunos, com base em um conjunto de princípios éticos e morais, individual e socialmente construídos.

A utilização de materiais diversificados e criteriosamente selecionados ao invés de um ensino centrado na utilização do LD constitui um princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2000), destacando que “não se trata, propriamente, de banir da escola o LD, mas de considerá-lo apenas um dentre vários materiais educativos” (MOREIRA, 2000, p. 10).

Xavier; Freire; Moraes (2005) revelam que na maioria das vezes o Ensino Médio é direcionado pelo LD, no entanto, estes se apresentam desatualizados e descompromissados com as discussões dos temas e avanços da Biotecnologia. A propósito dessas afirmações Moura et al. (2013) esclarece que:

A transformação que essa área tem passado pode ser encarada como uma verdadeira revolução científica em função de ter causado profundas modificações em conceitos biológicos fundamentais. Sua contribuição ultrapassa os círculos acadêmicos e se difundem rapidamente por vários setores da sociedade com sérias implicações de ordem social, moral e econômica. Portanto, para que a população possa entender o grande espectro de aplicações e implicações da biotecnologia, ela precisa de conhecimentos básicos que devem ser adquiridos na escola. (MOURA et al., 2013, p. 170).

Tal constatação revela a importância do ensino contextualizado (VASCONCELOS e SOUTO, 2003; FREIRE, 2005; LORETO e SEPEL, 2008), principalmente em relação aos conteúdos relacionados à Biotecnologia, vindo de encontro ao que preconiza alguns documentos norteadores da educação, tais como a LDB (1996), DCNEM (1998), PCNEM (1999) e as DCE's de Biologia (2008). É consenso entre tais documentos que um dos objetivos do ensino de Biologia é o preparo dos alunos para serem cidadãos ativos e críticos, membros solidários e democráticos de e para uma sociedade similar (KLEIN, 2011).

Um LD de Biologia deve conter conteúdos contextualizados e relacionados ao desenvolvimento tecnológico, caso especial, a Biotecnologia, pois “quanto mais o aluno reflete sobre a realidade, sobre sua situação concreta, mais emerge plenamente consciente e comprometido a intervir para modificá-la” (FREIRE, 2000 apud KLEIN, 2011, p. 37).

Outro fator importante a considerar é a generalização do conceito de Biotecnologia, fato esse constatado nas respostas dadas pelos alunos que revelaram não saber o seu conceito, ao assinalar a alternativa *trata do uso de diversas tecnologias para o estudo da Biologia*. Esses alunos demonstraram possuir um conhecimento vago,

genérico e superficial advindo do senso comum, expressando o conceito de Biotecnologia por meio de uma rápida associação da Biologia com a tecnologia, o que levou a elaboração errônea de um conceito, constituindo um obstáculo ao seu aprendizado.

Tal evidência é corroborada nas discussões de Bachelard sobre a noção de obstáculos epistemológicos e obstáculos pedagógicos (BACHELARD, 1996), no que diz ao conhecimento geral. Para Bachelard (1996, apud ANDRADE, ZYLDERSZTAJN; FERRARI, 2002, p. 4):

O conhecimento geral é um conhecimento vago, que imobiliza o pensamento. Fornece respostas demasiado vagas, fixas, seguras e gerais a qualquer questionamento. Dá confirmações fáceis a hipóteses imediatas. Em pedagogia, o problema agrava-se, pois a ideia do geral aparece imediatamente adaptada a ideia de comum. Fornece a mesma resposta para todas as questões, desqualifica experiências de detalhe.

Nota-se então a importância do papel dos educadores e até mesmo da educação em dias atuais, pois uma de suas funções é fornecer aos estudantes os aportes necessários para compreender as temáticas da Biotecnologia de maneira efetiva. Nesse sentido,

A escola não pode mais limitar-se à transmissão de um programa de conhecimentos enciclopédicos, temporariamente retidos pelos alunos, mas deve, em primeiro lugar, organizar e gerenciar o fluxo contínuo de conhecimentos para que esses possam ser mobilizados na resolução de problemas e entendimento de situações que fazem parte da realidade atual. (GIORDAN e VECCHI, 1996 apud PEDRANCINI et al., 2007, p. 307)

Nesse sentido, a generalização do conceito de Biotecnologia, constitui também um reflexo do ato de memorização, processo em que o aluno se esforça para decorar o que não entende ou não compreende, tendo a falsa impressão de que aprendeu. Por conseguinte, esse tipo de aprendizagem não é significativa para o aluno.

Para Moraes (2005, p. 16) esse tipo de aprendizagem é bastante comum em nossas escolas e o resultado é que “o conteúdo é carente de significado para o aluno, uma vez que não se relaciona com seus outros conhecimentos ou situações vividas, por isso não é verdadeiramente assimilado e acaba sendo facilmente esquecido”. O processo de construção de um conceito é lento e ocorre por meio da integração de novos

conceitos e proposições às estruturas cognitivas já existentes no aluno, de forma não arbitrária e não literal. A construção de um conceito científico ocorre de modo progressivo na estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL, 1982; MORAES, 2005).

Destaca-se aqui, que no guia didático não priorizamos conceitos ou um vocabulário biotecnológico, mas seu objetivo foi fornecer as ferramentas necessárias para a compreensão relativa aos processos e procedimentos que fazem da Biotecnologia uma das áreas em que mais se produz conhecimento atualmente. Em outras palavras: “para que o aluno possa discutir, tomar decisões relativas à ciência, não necessita dominar a ciência em seus pormenores, mas sim utilizar essas informações em suas vidas” (LORENZETTI, 2000, p.56).

O guia didático possibilitou o envolvimento do aluno em seu aprendizado, motivando e possibilitando o pensar e agir com os conceitos apreendidos. (LORENZETTI, 2000).

E ainda de acordo com esse autor:

Defendo a premissa que as atividades desenvolvidas deverão capacitar os alunos a compreender os conceitos científicos, traduzindo-os para um vocabulário próprio, incorporando-os à sua linguagem, e, fundamentalmente, aplicando-os em seu cotidiano. Quando isso acontecer, pode-se afirmar que houve uma aprendizagem significativa (LORENZETTI, 2000, p. 94).

QUESTÃO 2: Conhecimento de produtos biotecnológicos

A questão em foco objetivou verificar o conhecimento de produtos biotecnológicos, sendo indagado aos alunos: *em seu dia a dia, você usa/consome produtos gerados por meio de técnicas biotecnológicas?*

Nesta questão, a análise dos dados foi comparada às respostas declaradas pelos alunos de ambos os grupos A e B na primeira questão, em que foi solicitada a definição de Biotecnologia, pois, “conhecer não é apenas reter temporariamente uma multidão de noções anedóticas ou enciclopédicas para regurgitá-las, como pede o ensino atual. Saber significa primeiro, ser capaz de utilizar o que aprendeu e mobilizá-lo para resolver um problema ou aclarar uma situação” (GIORDAN e VECCHI, 1996, p. 11).

Os resultados foram analisados com base nas categorias **tem conhecimento**, onde a resposta afirmativa do aluno simbolizou que efetivamente houve compreensão

do que é Biotecnologia. Na categoria **não tem conhecimento** foram agrupadas as respostas negativas ou “*não sei*”.

A tabela 5 mostra a comparação das respostas dos alunos do grupo A e dos alunos do grupo B.

Tabela 5. Respostas dos alunos entrevistados sobre a utilização de produtos biotecnológicos no dia a dia.

Categoria	Grupo A (N=47)		Grupo B (N=54)	
	N	%	N	%
Tem conhecimento	24	51%	54	100%
Não tem conhecimento	23	49%	0	0%

Fonte: A autora (2015).

No grupo B, todos os alunos, ou seja, 100% revelaram fazer uso/consumir produtos de origem biotecnológica enquanto no grupo A apenas 51% (Tabela 2).

Esse resultado demonstra que houve a compreensão dos alunos a respeito das técnicas e produtos biotecnológicos, onde o aluno além da apropriação do conceito científico foi capaz de relacioná-lo com o seu dia a dia.

Não resta dúvida que este desempenho do grupo B foi em função do guia didático. Pois neste grupo, além do LD foi utilizado o guia intitulado *Aprendendo Biotecnologia para o dia a dia* (material produzido nesta dissertação), onde foram abordadas algumas técnicas biotecnológicas e para exemplificar, utilizou-se de produtos e processos presentes no cotidiano do aluno e algumas pesquisas desenvolvidas na região Centro-Sul do estado do Paraná.

Compreende-se assim, que houve uma aprendizagem significativa desses conteúdos (AUSUBEL, 1982). Com efeito, “a utilização de materiais diversificados e cuidadosamente selecionados, ao invés da “centralização” em livros de textos é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica” (MOREIRA, 2000, p. 10). E ainda de acordo com esse autor:

Assim como a ideia que está por trás do princípio da não centralidade do livro de texto é a da diversidade de materiais educativos, a que subjaz ao princípio da não utilização do quadro-de-giz é a da diversidade de estratégias educacionais. O uso de distintas estratégias que impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam um ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2000, p. 18).

A propósito dessas afirmações Sáez et al. (2008 apud KLEIN, 2011, p. 55) enfatiza que “para tratar das questões científicas, éticas e sociais da Biotecnologia é necessário a implementação de materiais que utilizem diversas linguagens e a translação entre tais linguagens, facilitam a aprendizagem dos conceitos que envolvem a temática Biotecnologia”.

Formar alunos capazes de aplicar o conhecimento em situações concretas parece ser um desafio para a educação (LORETO e SEPEL, 2003). A resposta dada por 23 (vinte e três) alunos (n= 47) pertencentes ao grupo A, tornou evidente essa dificuldade. Diante desse número, foi possível constatar que 49% dos alunos não tem conhecimento sobre produtos biotecnológicos, evidenciando a incompreensão da temática Biotecnologia.

Embora os LD apresentem uma preocupação de valorizar o vínculo do conhecimento científico com a realidade, para esse grupo, onde o aprendizado se deu somente com o uso do LD, podem ter ficado lacunas, acarretando a impossibilidade de conexão do conhecimento escolar com o seu cotidiano. De acordo com Fonseca (2008, p.364), “um fato pouco compreendido ou mal interpretado constitui um obstáculo, um contrapensamento”. Por outro lado, se o aluno sabe falar, escrever, exemplificar, contextualizar, subtende-se então, que compreendeu o conteúdo, ou seja, que está alfabetizado cientificamente (DEMO, 2010; LORENZETTI, 2000).

Percebe-se que para esses alunos, corre-se o risco de o LD pouco contribuir para o seu aprendizado, não oferecendo os subsídios necessários para a compreensão dos conceitos e práticas utilizadas no campo da Biotecnologia.

Para Miranda (2007, apud ARAÚJO, 2012, p. 10) os livros didáticos “frequentemente deixam de abordar assuntos contemporâneos, por serem produzidos para uso continuado nas várias etapas escolares, ou seja, cada livro é utilizado nas escolas públicas em um intervalo de tempo de três anos consecutivos, comprometendo assim a atualidade da informação”. A propósito dessa afirmação, Malajovich (2007, p. 45) ressalta que:

É difícil enquadrar o ensino de Biotecnologia em relação aos marcos tradicionais do ensino de Ciências (behaviorismo, cognitivismo, construtivismo). Porque ensinar tecnologia (biotecnologia) não é o mesmo que ensinar Ciências (Biologia, Química) sendo frequente a incorporação de estratégias múltiplas de aprendizado em uma mesma atividade.

Para evitar uma abordagem muitas vezes desatualizada, se torna necessário o uso de materiais didáticos que primem pela produção e divulgação do conhecimento científico, levando a formação de indivíduos com uma postura crítica, dotados da capacidade de dialogar com o conhecimento científico (PCNEM, 1999, DCE'S, 2008).

Deve ser priorizado também o uso de materiais que tenham como função a democratização do conhecimento produzido ao longo do tempo (BACHELARD, 1996) e que proporcionem uma educação libertadora, na medida em que rompe com a verticalidade das práticas tradicionais de ensino, onde o professor apenas deposita de modo impositivo os saberes aos alunos (FREIRE, 2005).

Compreende-se assim, que o guia didático elaborado neste trabalho e utilizado de forma complementar ao LD constitui um recurso estimulador da aprendizagem da temática Biotecnologia, contribuindo para:

- * Ampliar o processo de alfabetização científica dos alunos;
- * Levar os alunos a compreender os avanços científicos e tecnológicos que ocorrem nessa área;
- * Ajudar os alunos a perceber a importância do entendimento desses conhecimentos para o desenvolvimento da sociedade em que está inserido.

QUESTÃO 3 - Exemplos de produtos biotecnológicos

Complementado a questão 2, foi solicitado aos alunos que afirmaram fazer uso/consumir produtos gerados por meio de técnicas biotecnológicas, exemplos de produtos biotecnológicos. No quadro 4 foram sumarizados os exemplos mais citados.

Quadro 4. Exemplos de produtos biotecnológicos citados pelos alunos como corriqueiros em seu dia a dia.

GRUPO A	GRUPO B
<p><i>“Produtos com alterações como carne, leite, saladas”.</i></p> <p><i>“A maioria dos produtos é modificado para ter uma produção melhor, é usado da tecnologia para escolher soja, milho”.</i></p> <p><i>“Os produtos transgênicos que utiliza a biotecnologia para melhorar os frutos colhidos”.</i></p> <p><i>“Quase todos os alimentos que consumimos fazem o uso da Biotecnologia, os conhecidos como alimentos transgênicos”.</i></p> <p><i>“Grãos que foram modificados geneticamente.”</i></p> <p><i>“Produtos geneticamente modificados como verduras e legumes”.</i></p> <p><i>“Que “sofreram” melhoramento genético que podem ser encontrados em mercados.”.</i></p> <p><i>“Iogurte, soja, shampoo, sabonete de coco, sardinha, mortadela, sorvete, milho, trigo.”</i></p> <p><i>“Vacinas, remédios, cremes.”</i></p> <p><i>“Insumos agrícolas.”</i></p> <p><i>“Não sei, mas sei que tem.”.</i></p>	<p><i>“Pão, sabão, detergente, fermento”.</i></p> <p><i>“Produtos de limpeza que possuem enzimas”.</i></p> <p><i>“Queijo, vinho, cerveja.”</i></p> <p><i>“Pasta de dente”</i></p> <p><i>“Produtos de higiene, remédios”</i></p> <p><i>“Chocolate”</i></p>

*Em negrito são respostas erradas ou que não fazem parte do dia a dia do aluno por não estar disponível no mercado. Fonte: A autora (2015).

Pelas respostas dos alunos do grupo A, constata-se que a maioria dos alunos usou exemplos genéricos, de realidades distantes, fazendo a associação de produtos biotecnológicos com produtos transgênicos, constantemente veiculados por meios de comunicação e mídia, ou simplesmente chutaram a resposta. Somente dois alunos citaram exemplos não relacionados à transgenia: *“Vacinas, remédios, cremes”* e *“Insumos agrícolas.”* Convém ressaltar que esses produtos não são comumente divulgados na mídia.

As respostas dadas pela maioria dos alunos do grupo A estão baseadas em concepções do senso comum. No entanto, é preciso ressaltar que a aquisição do

conhecimento não deve ocorrer pela continuidade dos saberes do senso comum, pois a construção de saberes exige alterações conceituais condizentes com as descobertas científicas (BACHELARD, 1996).

Sabe-se que a Biotecnologia está presente em inúmeros setores da sociedade (energia, indústria, meio ambiente, pecuária, alimentação e saúde) e são inúmeros os produtos obtidos por meio das técnicas biotecnológicas. Os OGM's são organismos que tiveram o seu material genético modificado por meio da tecnologia do DNA recombinante, e são comumente citados nos LD para exemplificar e até mesmo explicar a temática da Biotecnologia. O fato é (como já foi discutido na questão anterior) que os LD abordam esse conteúdo de maneira superficial, simplista e totalmente descarregada de criticidade e contextualização, e nossos alunos acabam simplesmente reproduzindo o que aprenderam.

Além do mais, os alunos podem concluir que a Biotecnologia está estritamente voltada à produção de organismos geneticamente modificados. “Quando o conteúdo escolar não consegue ultrapassar a sala de aula nos deparamos com sujeitos escolarizados, cujo conhecimento não lhe permite analisar fenômenos científicos, além do imediato” (PEDRANCINI et al., 2007, p. 306).

Outra provável explicação para esse fato, é que as técnicas e produtos da Biotecnologia moderna, principalmente as provenientes da engenharia genética, são mais difundidas na mídia, jornais e revistas do que os processos mais simples e cotidianos, como por exemplo, a fabricação de pães e queijos (LOUREIRO et al., 2012, p. 2188).

Por outro lado, esse material de pesquisa é comprometido, pois traz conceitos exageradamente simplificados com analogias ruins e sensacionalistas. Dificilmente se lê reportagens imparciais, aprofundadas e colocando opiniões científicas destes temas da Nova Biologia que ainda são polêmicos (XAVIER; FREIRE; MORAES, 2005, p.8).

No entanto, os exemplos citados pelos alunos do grupo B, foram variados, abrangendo diferentes produtos biotecnológicos, obtidos por diferentes técnicas, demonstrando que de fato houve uma aprendizagem significativa desse conteúdo permitida pelo uso do guia didático elaborado nesta dissertação; pois os alunos foram capazes de fazer relações do conhecimento científico com a sua realidade, com seus

interesses, oportunizando também, a compreensão das diversas técnicas biotecnológicas.

A ideia é que os professores façam uso de materiais que abordem a Biotecnologia com exemplos e situações reais, onde os alunos possam fazer associações dessa tecnologia com a sua atuação na vida, apresentando linguagens científicas, sem estar distantes de seu convívio, revelando também ao aluno que não basta receber o conhecimento, é necessário que ele saiba o que fazer com o conhecimento obtido, saiba pensar e intervir, propor alternativas e respostas.

Neste sentido, o guia didático aqui avaliado é uma ferramenta incrementadora da aprendizagem da Biotecnologia na região Centro-Sul do Paraná, ao aproximar a pesquisa do ensino e proporcionando uma alfabetização científica, sendo que esta se encontra relacionada a habilidade de se utilizar o conhecimento científico na vida diária, na leitura de jornais, revistas, anúncios, rótulos, receitas médicas, bulas de remédios; na capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre temas de caráter científico e até mesmo polêmicos.

QUESTÃO 4 – Pesquisas realizadas na área da Biotecnologia

Esta questão objetivou verificar o conhecimento dos alunos em relação às pesquisas realizadas na área da Biotecnologia em Universidades e Centros de Pesquisas na região Centro-Sul do Paraná.

A análise das respostas foi realizada com base nas categorias:

Tem conhecimento: o aluno demonstrou possuir conhecimento das pesquisas realizadas na área da Biotecnologia ao assinalar a alternativa *as universidades e centros de minha região desenvolvem pesquisas na área biotecnológica*.

Não tem conhecimento: nesta categoria foram enquadradas as alternativas *não tenho conhecimento e pesquisas biotecnológicas são caras e são desenvolvidas em grandes centros de pesquisas*.

Os resultados demonstrados na tabela 6 apontaram que no grupo A, a maioria dos alunos não sabem se há pesquisas biotecnológicas na Região, situação inversa no grupo B.

Tabela 6. Conhecimento dos alunos entrevistados sobre as pesquisas na área da biotecnologia.

Categoria	Grupo A (N=47)		Grupo B (N=54)	
	Nº	%	Nº	%
Tem conhecimento	13	27,6%	44	81,5%
Não tem conhecimento	24	72,4%	10	18,5%

Fonte: A autora (2015).

Estes resultados evidenciam os aspectos positivos de um ensino contextualizado que foi realizado com os alunos do grupo B, por meio do guia didático.

O fato de que as recentes descobertas da Biotecnologia vêm ultrapassando os limites acadêmicos e seus conhecimentos provocam implicações em toda a sociedade, coloca em evidência o importante papel da escola em fornecer os conhecimentos necessários para que o aluno possa compreender o mundo e participar efetivamente dele,(CASAGRANDE, 2006):

Quando a Escola apresenta aos alunos um conhecimento descontextualizado está impedindo que os alunos possam utilizar esses conhecimentos para intervir na realidade em que está inserida. Dessa forma, a Escola não está exercendo o seu papel de formar um indivíduo atuante, conhecedor de sua realidade e capaz de se posicionar frente às questões que de alguma forma causem implicações na sua vida ou da sua comunidade (CASAGRANDE, 2006, p, 21).

Nesse sentido, o LD apresenta importante papel, sendo muitas vezes utilizado como elemento norteador de todo o processo de ensino aprendizagem (fato esse evidenciado no grupo A). O problema reside no fato de que muitas vezes o conhecimento neles contido está desatualizado e acaba sendo tomado como padrão do que o professor deve ensinar a seus alunos. (VASCONCELOS e SOUTO, 2003; FRACALANZA e NETO, 2006; CASAGRANDE, 2006).

Quando comparamos a quantidade de alunos que responderam *possuir conhecimento das pesquisas na área biotecnológica*, verificamos que o número de alunos do grupo B é três vezes maior em relação ao grupo A. Esse resultado foi possível em razão do uso do guia didático como recurso pedagógico complementar ao LD, onde para cada técnica biotecnológica abordada, foi utilizado um exemplo da região, estando de acordo com os pressupostos da aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2010) e da contextualização (FREIRE, 2005; FRACALANZA e NETO, 2006; CASAGRANDE, 2006; SILVA, 2006; KLEIN, 2011).

Ao se fazer uso de exemplos do cotidiano no ensino das temáticas da Biotecnologia (ensino realizado com os alunos do grupo B) assume-se um ensino com caráter de divulgação científica (BRASIL, 1999; SILVA, 2006), o que pode ser um atrativo para o aluno, incentivando-o a buscar mais informações para que possa compreender o universo da produção científica com pesquisas na área da Biotecnologia, a importâncias dessas, e como e por quê elas influenciam a sua vida.

Destaca-se ainda, que a educação científica é uma tarefa conjunta do Ensino Médio e da Universidade (FONSECA, 2013). Desse modo, o guia didático constitui um material disseminador da pesquisa, revelando ser um elo de aproximação da comunidade científica com a escola.

Corroborando com esses resultados Loreto e Sepel (2003, p. 156) reafirmam a importância da integração entre comunidade científica e a escola:

A comunidade científica precisa fazer parte dessa ação e os pesquisadores têm de assumir também esse papel social. Nesse momento, são as interações entre centros produtores de conhecimento e informação e instituições de ensino médio que podem resultar em soluções rápidas para questões urgentes, como por exemplo, mapear os conceitos da Nova Biologia e dar contextualização para tais ideias. Também é necessário um esforço dos pesquisadores para traduzir suas metodologias de trabalho em linguagem acessível ao leigo.

Na análise da categoria **não possui conhecimento** verificamos que a quantidade de alunos pertencentes ao grupo A e que revelaram não ter conhecimento de pesquisas na área da Biotecnologia é muito maior em comparação ao grupo B.

Essa significativa diferença se explica em razão de que para esses alunos foram utilizados os exemplos constantes no LD, onde o conhecimento produzido pelas pesquisas mais recentes não são explorados (CASAGRANDE, 2006). É claramente visto que essa desatualização põe em risco a formação de um indivíduo com base numa perspectiva investigativa, que leva a formação de um sujeito aberto, democrático, crítico e curioso pelas novas descobertas.

Nesse sentido, reforçamos a propriedade do guia didático de estímulo a uma educação científica (DEMO, 2010), constituindo uma proposta de ensino com a capacidade de unir o conhecimento acadêmico e a educação básica, universalizando assim o acesso ao conhecimento, mostrando a ele também como esse conhecimento é produzido.

Universalizar o acesso a tais conhecimentos, de modo que todos os alunos possam ter sua chance, mesmo aqueles que não se sintam tão vocacionados; é propósito decisivo elevar na população o interesse por ciência e tecnologia, em especial insistir na importância do estudo e da pesquisa (DEMO, 2010, p. 21).

“Somente de posse de um conhecimento atualizado podemos ser críticos em relação às informações que recebemos todos os dias” (LORETO e SEPTEL, 2003, p. 151). Com base nessas afirmações podemos perceber a importância do papel das Universidades como geradoras e disseminadoras do conhecimento, e por meio do uso de materiais didáticos contextualizados pode-se abrir espaços para a divulgação e discussão desses temas nas aulas de Biologia, aliadas ao LD.

6. CONCLUSÕES

- Na análise dos Livros Didáticos, em relação à presença e o nível de abordagem dos conteúdos relacionados a Biologia Molecular e a Biotecnologia, foi observado que esses conteúdos são abordados de forma descontextualizada e os exemplos utilizados não estão relacionados ao cotidiano do aluno.

- A realização de pesquisa nos sites das Universidades da região Centro-Sul do Paraná permitiu identificar inúmeras pesquisas desenvolvidas na área de Biotecnologia. Estes resultados permitiram a elaboração de um guia didático com conteúdo contextualizado ao cotidiano do aluno.

- O enfoque de um ensino contextualizado proporcionado pelo guia didático elaborado, usando pesquisas da região para exemplificar as técnicas biotecnológicas, propiciou aos alunos um aprendizado mais significativo do conteúdo.

- O guia didático desenvolvido não possui a função de substituir o livro didático, mas constitui um material de apoio ao professor. Seu uso pode ser complementado por meio do uso de outras ferramentas pedagógicas, como a leitura de notícias veiculadas pela mídia, uso de vídeos, aulas de campo com visitas a laboratórios de Biotecnologia, realização de experimentos.

- Dada a importância que os professores assumem no ensino desta temática e acreditando que professores bem informados são capazes de desenvolver em seu alunado o pensamento crítico e reflexivo, seria interessante desenvolver a mesma investigação com os docentes, a fim de verificar quais as dificuldades enfrentadas para o em relação sua formação, ofertas de cursos para sua atualização e os recursos disponibilizados para seu ensino.

-Sabendo a importância do LD no ensino de Biologia, destacamos a necessidade de esse ser constantemente atualizado e revisado, em virtude da velocidade com que são feitas novas descobertas nessa área e pela razão de representar o principal recurso didático utilizado pelo professor e pelo aluno.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D.S.O. **Pesquisa qualitativa: em busca do significado**. 3ed. Curitiba: CRV, 2014.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

_____. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editor Plátano. 2003. Disponível em: http://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf. Acesso em 06 jul.2015.

AMARAL, I. A. Os fundamentos do ensino de Ciências e o livro didático. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006.p. 81-118.

ANDRADE, B. L. de; ZYLBERSZTAJN, A., FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. v.2, n. 2, dez., 2002. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/25/57>. Acessado em 16 de maio de 2105.

ARAÚJO, M. M. S. **Biotecnologia e Cidadania: características e reelaboração discursiva dos textos informativos científicos**. 2012. 97 p. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Educação da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia – MG.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BANDEIRA, A.; STANGE, C.E.B.; SANTOS, J. M. T. **Uma proposta de critérios para análise de livros didáticos de ciências naturais na educação básica.** In: III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2012, Ponta Grossa.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70. 2011.

BELTRAME, G. M. **Conceitos fundamentais no campo da genética: o que pensam os alunos do Ensino Médio?** 2010. 40p. Trabalho de iniciação científica (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó – SC.

BIZZO, N. **Novas bases da Biologia.** 2ed. São Paulo. Ática, 2013.

BRASIL. Senado Federal. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: n. 9394/96. Brasília: 1996.

_____. Ministério da Educação e do Desporto. **Diretrizes Curriculares Nacionais.** Parecer n.04 de 29 de janeiro de 1998. Relator: Regina Alcântara de Assis. Coletânea VII: Legislação para os Estabelecimentos de ensino que oferta a Educação Básica. Brasília, p.152-167.

_____. Secretaria de Educação e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** ensino médio. Brasília: MEC, 1999.

_____. Conselho de informações sobre biotecnologia. **Lei de Biossegurança n.11.105 de 24 de março de 2005.** Disponível em: <http://cib.org.br/biotecnologia/regulamentacao/ctnbio/>. Acesso em 24 set. 2015.

_____. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. Guia de livros didáticos: PNLD 2015 - Biologia. Brasília: MEC/SEB, 2014.

CASAGRANDE, G de L. **A genética humana no livro didático de Biologia.** 2006. 121p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Obtenção do título de Mestre em Educação Científica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista Portuguesa de Educação**. 2003. Braga, Portugal. v.16, n.002..p.221-236.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.30, n.3, p. 549-566, set./dez. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n3/a12v30n3.pdf>. Acesso em 22 set. 2015.

CRISÓTIMO, A.L. et al. Biotecnologia no ensino: jogando e aprendendo com a ciência. In: KIEL, C.A.; CRISÓTIMO, A.L. **Diálogos com a escola: ensino de ciências e biologia**. Guarapuava: Edição do autor, 2013.p. 81-112.

DAL-FARRA, R. A.; LOPES, P.T.C. Métodos mistos de pesquisa em educação: pressupostos teóricos. **Nuances: estudos sobre Educação**. Presidente Prudente-SP, v. 24, n. 3, p. 67-80, set./dez. 2013. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/viewFile/2698/2362>>. Acesso em 03 fev.2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DEMO, P. Educação Científica. **B. Téc. Senac: a R. Educ. Prof.**, Rio de Janeiro, v. 36, n.1, jan./abr. 2010. Disponível em: < <http://www.senac.br/bts/361/artigo2.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2015.

FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. C. F. Alfabetização científica e tecnológica nos anos inicial a partir do tema lixo tecnológico. **Revista 99 Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa -PR v. 5, n. 2, p. 99- 127, 2012.

FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. de. **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. 1ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011.

FINO, Carlos Nogueira. FAQs, etnografia e observação participante. **Revista Europeia de Etnografia e Educação**. 3ed. P. 95 a 105, 2003. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/20.pdf>>. Acesso em 30 de maio de 2015.

FONSECA, D.M. A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 34, n.2, p. 361-370, maio/ago., 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v34n2/10.pdf>. Acesso em 05 mai. 2015

_____. A pesquisa e a integração universidade e ensino médio. **Universitas Humanas**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 51-57, jan/jun. 2013. Disponível em: <www.publicacoesacademicas.uniceub.br/index.php/universitashumanas/article/download/2055/2111+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em 13 set. 2015.

FRACALANZA, H; MEGID NETO, J. (orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006.

FRANÇA, V. H de; MARGONARI, C.; SCHALL, V. T. Análise do conteúdo das leishmanioses em livros didáticos de ciências e biologia indicados pelo programa nacional de livros didáticos (2008/2009). **Ciência & Educação**. v.17, n.3, p.625-644, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132011000300007&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em 06 abr. 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 42 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GARCIA, T. M. F. B.; SILVA, E. F. da. Livro didático de física: o ponto de vista de alunos do ensino médio. In: IX Congresso Nacional de Educação. III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. **Educere**. 2009. Curitiba. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3627_2034.pdf> Acesso em 14 jul.2015.

GIASSI, M.G. **A contextualização no ensino de Biologia: um estudo com professores de escolas da rede pública estadual do município de Criciúma – SC.** 2009. 257 p. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Florianópolis.2009.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. de. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos.** Porto Alegre: Artes Médicas.1996.

KAPP, A.M.; MIRANDA, E. M.; FREITAS, D. de. Possibilidades para o desenvolvimento do processo formativo dos docentes no campo biotecnológico. In: SIED- EnPED: 2014. **Anais...** São Carlos. Disponível em: <<http://www.sied-enped2014.ead.ufscar.br/ojs/index.php/2014/article/view/842>>. Acesso em: 24 ago. 2015.

KLEIN, T. A. da S., **Perspectiva semiótica sobre o uso de imagens na aprendizagem significativa do conceito de Biotecnologia por alunos do Ensino Médio.** 2011.196p. Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática para obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências. Universidade Estadual de Londrina - PR.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia.** 2ed. São Paulo, Harbra.1983.

_____. **Prática de ensino de biologia.** 4ª ed. São Paulo: Edusp, 2005.

LEITE FILHO, I. ; MANCUSO, R. **Feira de Ciências no Brasil: uma trajetória de quatro décadas.** Programa Nacional de apoio às Feiras de Ciências da Educação Básica - FENACEB. Brasília, 2006. 88p.

LIMA, E. N. de. **Abordagem do ciclo do nitrogênio nas aulas de Ciências: o livro didático e as necessidades do professor.** 2006. 103p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. **Ciência e Ambiente**, v. 26, p.149-156, 2003. Disponível em:

<<http://w3.ufsm.br/labdros/arquivos/exper/DNAescola.pdf>>. Acesso em 28 jul.2015.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. 2000. 138 p. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação do Centro de Ciências da Educação. Florianópolis – SC.

LORENZETTI, L. DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Minas Gerais. v. 3. n. 1. Jun.2001. p. 1-17. Disponível em: <<http://www.Redalyc.org/articule.ca?id=129517973004>>. Acesso em: 5 nov. 2105.

LOUREIRO, M. R. et al. Percepção de estudantes do ensino médio e acadêmicos de uma universidade baiana a respeito da biotecnologia. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. Goiânia, v. 8, n. 15. p. 2188-2203. 2012 .Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20humanas/percepcao.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2015.

MAFRA. E. M. **Mapas conceituais como recurso facilitador da aprendizagem significativa – uma abordagem prática**. 2011. 121p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências. Nilópolis – RJ. Disponível em: <http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/3058>. Acesso em: 02 ago. 2015.

MALAJOVICH, M.A. **Biotecnologia 2011**. Rio de Janeiro: Biblioteca Max Feffer, 2011. Disponível em: <<http://www.bteduc.bio.br>>. Acesso em 14 dez.2014.

MANTELL, S. H., MATTHEWS, J. A., MCKEE, R. A. **Princípios de biotecnologia em plantas: uma introdução à engenharia genética em plantas**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1994.

MINAYO, M C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 33ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORAES, R. M. de. **A aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais**. 2005. 150p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Educação da Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande – MS.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.

_____. Aprendizagem Significativa Crítica. In: III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa, 11 a 15 de setembro de 2000. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso em 12 mai 2014.

_____. Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos. **Programa Internacional de Doctorado em Enseñanza de las Ciencias**. Porto Alegre. 2003.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOURA, J. et al. Biologia/Genética: O ensino de biologia , com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**. Londrina. V. 34, n. 2, p. 167- 174, jul/dez. 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398>>. Acesso em 06 ago. 2015.

PARANÁ/ SEED. **Diretrizes Curriculares para a Educação Básica: Biologia**. Curitiba, SEED, 2008.

PEDRANCINI et al. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n.2, p. 299-309. 2007. Disponível em:

<http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf>. Acesso em 23 jul. 2015.

ROMANATTO, M. C. O livro didático: alcance e limites. In: VII Encontro paulista de Educação Matemática, 2004, São Paulo. **Anais**: São Paulo, 2004.

ROSA, C. A. de P. **História da Ciência: da Antiguidade ao Renascimento Científico**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2010.

SILVA, F. N. da. **Abordagem do Tema Biotecnologia em Livros Didáticos de Biologia**. 2006. 58p. Trabalho apresentado ao Departamento de Ensino de Ciência e Biologia para obtenção do grau de Especialista no Ensino de Ciências. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006.

SILVA, K. M. A. **Abordagem CTS no Ensino Médio: um estudo de caso da prática pedagógica de professores de Biologia**. 2006. 154p. Dissertação apresentado ao Mestrado em Educação em Ciências e Matemática para obtenção do título de Mestre. Universidade Federal de Goiás. Goiânia – GO.

SILVA, A. P. da. **O conceito de educação contextualizada na perspectiva do pensamento complexo - um começo de conversa**. Sumé – PB, 2010. 18p. Texto apresentado como apoio ao Curso de Especialização Em Educação Contextualizada para a Convivência com o Semiárido Brasileiro ofertado pelo CDSA — *Campus* de Sumé (UFCG)

SILVA, C. B. C.; OLIVEIRA, A. C de. Como os livros didáticos de biologia abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade? **Ciência & Educação**. v. 19, n. 1, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132013000100012>. Acesso em 25 fev. 2015.

STANGE, C. E. B. **Representações sociais: Considerações para o ensino de ciências**. Burgos: UB, 2004. 47 p. (Monografia e créditos em doutorado).

TEIXEIRA, P. M.. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p.177-190,2003.

TEIXEIRA, P. M. M. **Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972-2004): um estudo baseado em dissertações e teses**. 2008. 229p. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000449571&fd=y>>. Acesso em 24 ago. 2015.

THOLLENT, M.J.M. Aspectos qualitativos da metodologia de pesquisa com objetivos de descrição, avaliação e reconstrução. **Cadernos de Pesquisa**, n. 49, p. 45-50, 1984. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/cp/arquivos/527.pdf>>. Acessado em 23 set. 2015.

VALLADARES, Licia. Os dez mandamentos da observação participante. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. 2007, vol.22, n.63, pp. 153-155. ISSN 0102-6909. Disponível em: Acesso em 19 set.2015.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**. v. 9. N. 1, p. 93-104, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n1/08.pdf>>. Acesso em 13 mar. 2015.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A de 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. 273-289, out. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132006000300003&script=sci_arttext>. Acesso em 28 jul.2015.

WEINGÄRTNER, G. de F. **Objetos virtuais de aprendizagem como ferramenta metodológica no ensino de genética no ensino médio**. 2014. 96p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba

8. ANEXOS

8.1. ANEXO 1

Questionário aplicado aos alunos.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO OESTE – UNICENTRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA-
PPGEN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



Caro aluno(a):

As questões abaixo se referem a uma pesquisa que faz parte do projeto de mestrado: **O ALUNO COMO SUJEITO CENTRAL NO ENSINO: ELABORAÇÃO DE UM GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO CONTEXTUALIZADO DE BIOTECNOLOGIA NA REGIÃO CENTRO SUL DO PARANÁ**, sob a responsabilidade da Professora e pesquisadora Cleuni Fretta Wiggers aluna do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UNICENTRO, e do Professor Dr. Paulo Roberto da Silva, orientador da pesquisa.

Conto com sua colaboração respondendo as questões abaixo.

1. Assinale a alternativa mais adequada para a definição de Biotecnologia.

- a. Conjunto de técnicas que utiliza seres vivos ou parte destes no desenvolvimento de produtos que tenham uma função econômica, industrial ou social.
- b. Trata do uso de diversas tecnologia para o estudo da Biologia.
- c. Não tenho conhecimento do que se trata.

2. Em seu dia a dia, você usa/consume produtos gerados por meio de técnicas biotecnológicas?

- a. SIM
- b. NÃO
- c. NÃO SEI

3. Se você respondeu “SIM” na questão anterior, cite alguns exemplos de produtos biotecnológicos.

4. Com relação às pesquisas realizadas na área da biotecnologia, qual afirmativa expressa a realidade da sua região?

- a. Pesquisas biotecnológicas são caras e são desenvolvidas em grandes centros de pesquisa.
- b. As universidades e centros de pesquisas da minha região desenvolvem pesquisas na área biotecnológica.
- c. Não tenho conhecimento sobre o assu

8.2. ANEXO 2

Guia didático para uso do material elaborado nesta dissertação.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-
OESTE-UNICENTRO.
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA,
PPGEN**



**MANUAL DIDÁTICO PARA APLICAÇÃO DO GUIA DIDÁTICO
PARA O ENSINO DA BIOTECNOLOGIA**

CLEUNI FRETTE WIGGERS

**GUARAPUAVA
FEVEREIRO- 2016**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 O ensino de Biologia	4
2.2 O ensino de Biotecnologia	5
2.3 A Biotecnologia e o livro didático	6
2.4 A Biotecnologia a Aprendizagem Significativa	7
3. ESTRUTURA DAS AULAS	9
4. ANEXOS	17

1. INTRODUÇÃO

O material proposto neste manual trata-se de um guia didático com a finalidade de auxiliar professores e alunos do Ensino Médio, na disciplina de Biologia no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos pertinentes à temática da Biotecnologia.

Este material constitui o objeto de estudo do Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Matemática e foi desenvolvido pela professora Cleuni Fretta Wiggers sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Roberto Da Silva.

O guia didático foi elaborado sob o enfoque de uma Aprendizagem Significativa Crítica segundo MOREIRA (2000) contendo informações sobre técnicas, processos biotecnológicos e exemplos de estudos na área de Biotecnologia desenvolvidos na região Centro Sul do estado do Paraná.

Convém destacar que o guia didático trata-se de um material de apoio e é complementar ao livro didático e não visa substituí-lo. Seu objetivo é auxiliar os professores e alunos no ensino/aprendizagem dos conteúdos da Biotecnologia. Poderá ser utilizada em sua íntegra ou apenas o capítulo que o professor julgar necessário, estando organizada em capítulos:

Capítulo 1: Histórico da Biotecnologia

Capítulo 2: Conceitos básicos em Biotecnologia

Capítulo 3: Principais técnicas utilizadas na Biotecnologia

Capítulo 4: Aplicações da Biotecnologia

Capítulo 5: Produtos biotecnológicos: discutindo seu uso

A Biotecnologia pode ser definida como toda técnica que utiliza sistemas biológicos, organismos vivos (ou derivados), para produzir ou modificar produtos e processos de uso específico do interesse da sociedade (MALAJOVICH, 2011).

O conteúdo de Biotecnologia está contemplado na Diretriz Curricular de Biologia do Estado do Paraná (DCE's), onde foi inserido dentro do conteúdo estruturante Manipulação Genética.

A Biotecnologia está cada vez mais presente em muitos setores da nossa sociedade. Desde que a humanidade descobriu a importância da manipulação genética e a utilização de seres vivos para seu benefício, os cientistas não se cansam de pesquisar

novas formas de utilizar esses seres. Abrange uma ampla área do conhecimento, inúmeras técnicas e tecnologias.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Ensino de Biologia

A Biologia pode ser definida como o estudo da vida. Apesar de não ser uma ciência nova, surgiu como uma ciência estruturada, dotada de uma metodologia científica a partir da metade do século XIX.

Atualmente realiza atividade de grande interesse, podendo ser considerada uma ciência de impacto, que visa buscar a melhoria das condições das diferentes populações encontradas em nosso planeta.

O principal objetivo do ensino de Biologia para o Ensino Médio é o preparo para a cidadania, a formação de alunos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de analisar e se posicionar perante às questões éticas que se opõem com a tecnologia cada vez mais presente no seu dia-a-dia. Para Krasilchik (1987, apud CASAGRANDE, 2006) um indivíduo tecnologicamente alfabetizado em Biologia será aquele capaz de:

- a) entender a natureza da Biologia como ciência, suas possibilidades e limitações;
- b) distinguir ciência de tecnologia, compreendendo as especificidades de cada uma delas;
- c) compreender as características da Biologia como instituição social, as relações entre pesquisa e desenvolvimento e, as limitações sociais do desenvolvimento científico;
- d) conhecer os conceitos básicos e a linguagem da ciência biológica;
- e) interpretar dados numéricos e informações técnicas e tecnológicas;
- f) “saber onde e como buscar a informação e os conhecimentos biológicos” (KRASILCHIK, apud CASAGRANDE, 2006, p. 19).

Atualmente a Biologia vem tendo um espaço de destaque, principalmente na área da Biologia Molecular e Genética. As recentes descobertas científicas vem se expandindo no meio acadêmico e chegando ao público em geral por meio da mídia, onde temas polêmicos como transgênicos, terapia gênica, células tronco, etc. vem sendo discutidos pela sociedade e também no ambiente escolar. O entendimento de conceitos centrais na genética proporciona aos cidadãos argumentos para a compreensão dos temas concernentes a Biotecnologia (BELTRAME, 2010).

2.2. O ensino de Biotecnologia

A Biotecnologia é um dos termos mais utilizados na Biologia moderna. No entanto, não é uma ciência nova, pode-se dizer que surgiu a partir do momento que o homem adquiriu a capacidade de domesticar plantas e animais para seu benefício.

De acordo com Ratledje (1992 apud SILVA, 2006, p. 11), ela tem sido vista como “uma forma de aplicar ciência em benefício do homem e da sociedade”.

Atualmente, a definição de Biotecnologia mais utilizada está associada ao “uso de seres vivos (por exemplo, bactérias e fungos) e seus produtos (enzimas, por exemplo) no processamento de materiais para produção de bens de consumo ou serviços.” (MANTELL et al., 1994, p. 6).

Para estudos didáticos, é possível classificar a biotecnologia em clássica e moderna (Faleiro e Andrade, 2011; Loureiro, et al. 2012):

“A biotecnologia clássica envolve um conjunto de atividades que o homem vem desenvolvendo há milhares de anos, como a produção de alimentos fermentados, como o pão e o vinho. A chamada biotecnologia moderna envolve tecnologias de engenharia genética, DNA recombinante, cultura de células e embriões para o desenvolvimento de produtos e processos” (FALEIRO, ANDRADE, 2011, p. 15).

Acerca da Biotecnologia moderna, Malajovich (2011), nos esclarece que:

“A Genética e a Biologia Molecular se desenvolveram rapidamente ao término da Segunda Guerra Mundial. Em um período de 25 anos, foram esclarecidos temas de enorme importância: a estrutura dos ácidos nucleicos, o código genético, a ação dos agentes mutagênicos, a genética dos microrganismos, a estrutura e a síntese das proteínas, a regulação gênica etc. É nesse contexto de rápidos avanços que devemos situar as primeiras experiências que deram origem à tecnologia do DNA-recombinante, também chamada de engenharia genética” (MAJALOVICH, 2011, p. 107).

A Biotecnologia é multidisciplinar, pois envolve o conhecimento de diversas áreas da Biologia, Medicina, Química, Engenharia e Informática. Por meio de técnicas biotecnológicas é que se tem a produção de bebidas alcoólicas, queijos, pães,

antibióticos, vacinas, combustíveis, pesticidas microbianos, perfumarias, corantes, entre outros.

No Brasil, o uso da Biotecnologia está regulamentado por meio da Lei nº 8.974, conhecida como Lei da Biossegurança. De acordo com Silva (2006, p. 19), “a Lei da Biossegurança não só pretende regular todas 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”.

2.3 A Biotecnologia e o livro didático

Toda a discussão em torno da Biotecnologia torna necessária a sua inserção no ambiente escolar. Klein (2011, p. 31) destaca que:

“É necessária a reflexão sobre como tais conteúdos estão organizados ou são discutidos dentro do contexto da escola, pois normalmente, há uma maior ênfase dentro dos programas curriculares, de conceitos relacionados às técnicas e à obtenção de produtos biotecnológicos.”

Nessas situações, a escola tem papel importante, pois deve fornecer conhecimentos necessários para que o aluno possa compreender o mundo e participar efetivamente dele, visto que os assuntos relacionados à Biotecnologia despertam a curiosidade e o interesse do aluno, pois envolve temas presentes no seu cotidiano (CRISOSTIMO, 2013). Pressupondo que um dos principais objetivos do ensino de Biologia é a formação de indivíduos conscientes dos processos e regularidades do mundo e da vida, capacitando-os a realizar ações práticas, a fazer julgamentos e tomar decisões, o papel do professor adquire fundamental importância nesse contexto (BRASIL, 2000, 1997.).

Crisostimo et al. (2013) relata que os assuntos da Biologia Molecular e da Biotecnologia são temas vistos normalmente de forma superficial, e isso se justifica pela dificuldade que muitos professores possuem em relacioná-los com o cotidiano. Essa situação se torna mais agravante em decorrência da falta de recursos didáticos que possam auxiliar no estudo e na discussão desses assuntos.

Nesse sentido, entre os recursos didáticos para a exploração desse tema, destaca-se o livro didático, constituindo um elemento norteador do ensino.

Os conhecimentos sobre Biotecnologia quando presentes no livro didático auxiliam o trabalho docente, e principalmente permitem ao aluno ser introduzido em debates envolvendo questões éticas, políticas, morais e econômicas da Biotecnologia, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a sociedade.

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. (SILVA, 2006, p.58)

Ressalta-se que, dependendo das características regionais, a busca pelas informações sugeridas para o trabalho pedagógico pode ser de difícil acesso para o aluno. Portanto, os conhecimentos sobre 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 (BRASIL, 1998).

2.4 A Biotecnologia e a Aprendizagem Significativa

Em tempos modernos, onde há uma forte influência dos meios de comunicação e da mídia no desenvolvimento de nossos alunos, se faz necessária a busca por métodos inovadores de ensino, que despertem a atenção de nossos alunos; tal constatação é reforçada por Moreira (2010, p. 2):

“Nestes tempos de mudanças rápidas e drásticas, a aprendizagem dever ser não só significativa, mas também subversiva. Meu raciocínio é o de que a aprendizagem significativa subversiva é uma estratégia necessária para sobreviver na sociedade contemporânea. Contudo, o termo *aprendizagem significativa crítica* poder ser um rótulo mais adequado pra o tipo de subversão ao qual estou me referindo.”

A Biotecnologia constitui uma das áreas da biologia que mais vem apresentando avanços, exercendo grande influência social, devendo por isso ser

ensinada de modo crítico e reflexivo, de modo a proporcionar uma apropriação significativa de seus conceitos.

A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, elaborada por Moreira (2010), defende a criticidade no ensino, e isso implica a captação de significados com questionamentos.

É através da aprendizagem significativa crítica que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo. Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a ideia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente (MOREIRA, 2010, p. 7).

Cabe ressaltar que para que ocorra a aprendizagem significativa, é necessário que o aluno apresente disposição para aprender, sendo papel da escola e do professor orientar essa aprendizagem, por meio de planejamento e métodos adequados. De acordo com Moreira (2010 apud Weingartner, 2014), o papel do professor envolve 4 tarefas fundamentais:

(1) Identificar os conceitos e princípios unificadores e inclusos, organizando-os hierarquicamente. (2) Identificar quais subsunçores são relevantes para a aprendizagem de determinado conteúdo. (3) Diagnosticar os subsunçores que o estudante possui. (4) Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. (MOREIRA apud WEINGARTNER, 2014, p. 23)

Para que a aprendizagem significativa se efetue é necessário, no entanto, que o aluno apresente disposição para aprender e o que o professor disponha de um material potencialmente significativo. Entende-se por material potencialmente significativo, aquele que permite estabelecer conexões com as ideias preexistentes dos alunos.

3. ESTRUTURAS DAS AULAS

A implementação e avaliação deste guia didático está organizado em 5 momentos, sendo que cada momento corresponde à 2 (duas) aulas de 50 minutos cada uma. As atividades propostas podem ser realizadas após o professor trabalhar os conteúdos relacionados a Biotecnologia de acordo com o livro didático adotado pelo Colégio, ou concomitante ao uso do livro didático.

Para a explicação dos conteúdos e realização das atividades propostas no guia didático, o número de aulas sugerido é de 10 aulas. Este número, porém é variável, de acordo com os temas que serão trabalhados pelo professor.

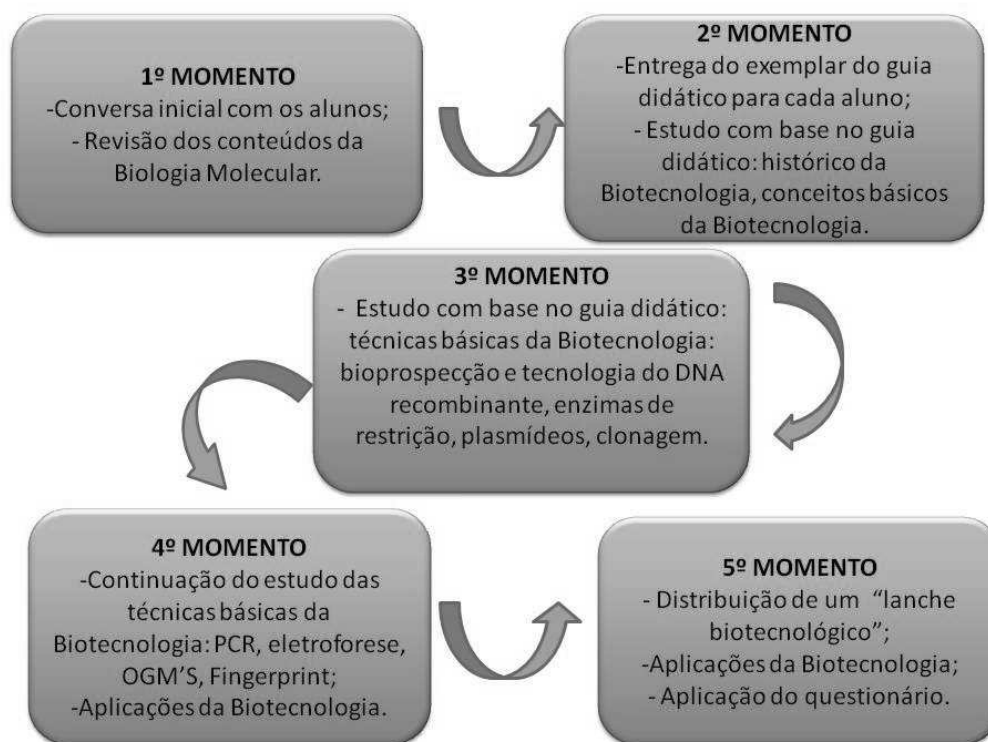


Figura 1. Roteiro das atividades desenvolvidas para o uso da cartilha.

1º MOMENTO

→ DURAÇÃO: 2 aulas de 50 minutos.

→ OBJETIVOS:

- Expor a proposta de trabalho com o guia didático: Aprendendo Biotecnologia para o dia a dia.
- Verificar o conhecimento dos alunos em relação aos conteúdos da Biologia Molecular.

→ CONTEÚDOS TRABALHADOS:

- Dogma central da Biologia Molecular.
- Estrutura do DNA e RNA.
- Funções do DNA e RNA.
- Síntese de proteínas.

→ MATERIAL UTILIZADO:

- Material impresso: atividades de revisão

→ DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE:

Neste momento por meio de explicação dialogada, expor aos alunos os objetivos do projeto, ressaltando a importância do estudo da temática Biotecnologia para o aluno.

É importante neste momento, por meio de questionamentos, descobrir quais são os conhecimentos que os alunos possuem em relação a Biotecnologia (conhecimentos prévios) e a Biologia Molecular.

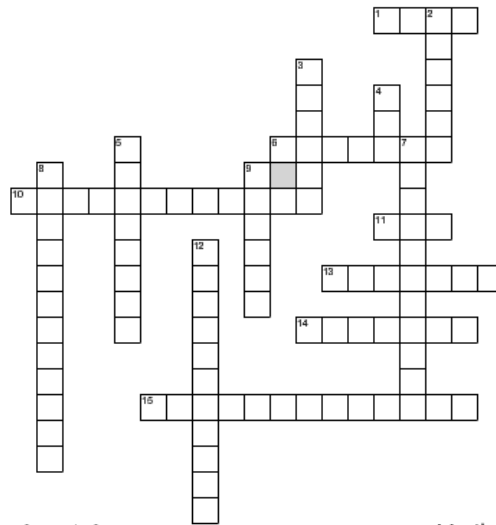
Iniciar as atividades de revisão referentes aos conteúdos da Biologia Molecular: histórico do DNA, estrutura e funções do DNA e RNA, síntese de proteínas.

Distribuir para os alunos as atividades de revisão (anexo):

- a) “Palavras cruzadas” com a intenção de rever alguns dos conceitos básicos da Biologia Molecular.

BIOLOGIA MOLECULAR

RECORDANDO



Horizontal

Vertical

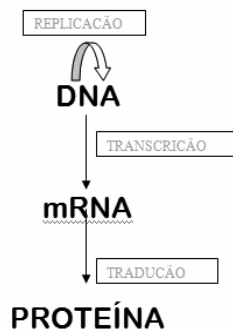
- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Região do DNA que contém informações para a síntese de RNA 6. Faz parte da estrutura de um nucleotídeo 10. Modelo da estrutura do DNA 11. Ácido Desoxirribonucleico 13. Base nitrogenada presente apenas no RNA 14. Base nitrogenada que se liga a CITOSINA 15. Açúcar da molécula de DNA | <ul style="list-style-type: none"> 2. Contém as informações necessárias ao desenvolvimento e metabolismo da célula 3. Açúcar presente na molécula de RNA 4. Ácido Ribonucleico 5. Processo de produção de proteínas 7. Processo de produção do RNA a partir de um DNA 8. Unidades básicas do DNA 9. Se liga a ADENINA 12. DNA+histonas |
|--|--|

b) A segunda atividade possui questões dissertativas sobre a estrutura do DNA e do RNA.

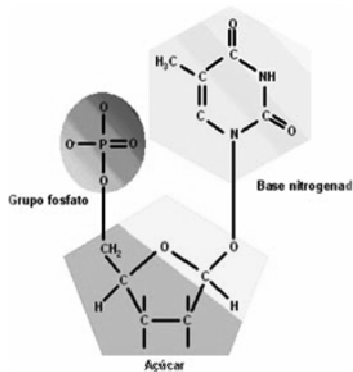
REVISANDO A BIOLOGIA MOLECULAR



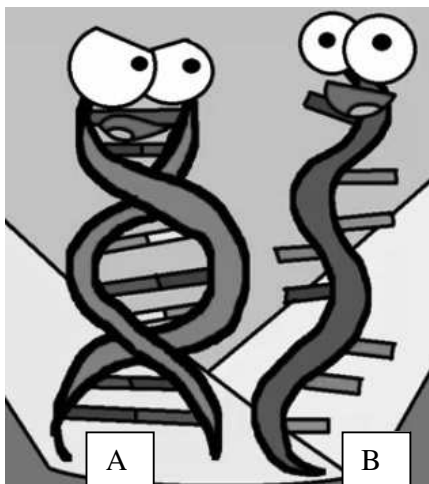
1. O esquema abaixo representa o Dogma Central da Biologia Molecular. Explique-o.



2. O que esta figura está representando? Explique.



3. Identifique as moléculas A e B representadas na figura, explicando sua estrutura e funções:



4. Complete a tabela:

	DNA	RNA
BASES		
PENTOSSES		

5. Se a sequência de bases em uma cadeia do DNA for ATTGCAGCGCATTACG, como será a sequência da cadeia complementar?

ESSA É PRA PENSAR!

→ Você já comeu DNA? Dê exemplos.



No decorrer dessas atividades, o professor deve auxiliar os alunos, tirando suas dúvidas, respondendo aos questionamentos.

Fazer a correção oral dessas atividades.

2º MOMENTO

→ DURAÇÃO: 2 aulas de 50 minutos.

→ OBJETIVOS:

- Demonstrar aos alunos a história da Biotecnologia.
- Explicar os conceitos básicos da Biotecnologia.

→ CONTEÚDOS TRABALHADOS:

- Histórico da Biotecnologia
- Conceitos da Biotecnologia

→ MATERIAL UTILIZADO:

- Guia didático impresso
- Texto impresso

→ DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE:

Entregar inicialmente aos alunos o texto intitulado: *Um velho sonho da humanidade*. Esse texto deve ser utilizado como organizador prévio para o estudo da temática da Biotecnologia.

Um velho sonho da humanidade

Criar seres novos tem sido por bilhões de anos, o privilégio da Natureza, através do processo contínuo de mutação e seleção natural e por outros mecanismos de alteração do DNA que agora começam a ser compreendidos. Mas a humanidade sempre "criou" seus próprios seres, geralmente extraordinários. Os gregos eram particularmente imaginativos, e a mitologia clássica é cheia de monstros como a Quimera, o cão Cérbero, o Minotauro, a Medusa e um sem-número de outros híbridos. Como se verá mais adiante, a palavra quimera foi tomada de empréstimo na mitologia para designar as construções artificiais de moléculas (em geral DNA). Inicialmente a imaginação do homem atribuía a algum deus a geração dos seres monstruosos ou, ao contrário, extraordinariamente belos. A ideia de que estes seres podiam ser fabricados por um ser humano só veio muito depois, mas em várias partes do mundo os homens criaram "protocolos" para a geração de vida a partir de material "morto", desde simples insetos até o próprio ser humano. A partir do meio do século XVIII a ciência começou a mostrar a verdadeira face da criação e a esclarecer a origem das ossadas que eram em parte o combustível para a imaginação dos homens naquele tempo: a vida só podia ser criada a partir da vida e os ossos imensos ou estranhos achados em toda a parte eram de seres extintos, mas que tinham sido produto da Natureza, como todos os demais.

Ainda assim, alguns seres exóticos mais "queridos" da humanidade permaneceram por todo o século XVIII e boa parte do século XIX e alguns passaram "vivos" pelo século XX até hoje! O unicórnio "viveu" feliz por todo o século XVIII, as serpentes marinhas monstruosas alcançaram a metade do século XX e os duendes e fadas estão muito bem de saúde, "vivendo" entre nós, civilizados (anjos, elementais e duendes; gnomos e fadas). Os lobisomens e vampiros andam mais desacreditados, mas sempre se deve esperar um retorno triunfal, à custa do cinema ou de um livro, lançados por bons marqueteiros.

Por falar em cinema, na falta de meios de criar novos seres, o homem usou e abusou da imaginação na telona (e agora, na telinha também). Vale a pena conferir o *site Recife Assombrado*, começando pela página de filmes de monstros e assombrações famosas. Uma enorme coleção de seres fantásticos povoou rapidamente as salas de cinema e alguns deles tornaram-se tão corriqueiros que quase chegamos a acreditar que existam de verdade. É o caso dos lobisomens, vampiros e afiliados, que tiveram milhares de versões no cinema, a partir de variações do texto principal de Bram Stoker, Drácula, etc. Seres fantásticos, produtos da mistura de dois ou mais seres pré-existentes, também aparecem com frequência no cinema, e são a versão moderna das quimeras, unicórnios, minotauros e coisas do tipo. A Ilha do

Dr. Moreau, filme baseado no livro de H.G.Wells, tornou-se um clássico, com seres monstruosos, híbridos de bicho e gente. Recentemente, ganhou versão em jogo para PC. A recriação de seres extintos também foi abordada no cinema, sendo o Parque dos Dinossauros a mais célebre.

Entretanto, a criação de híbridos de verdade é muito mais difícil do que insinua o cinema ou pensam as pessoas, porque a maior parte das espécies têm algum tipo de restrição para o cruzamento com uma espécie diversa. Na melhor das hipóteses o híbrido costuma ser estéril. Esta é a regra entre animais. Os híbridos entre vertebrados, por exemplo, são raros, e quando ocorrem, em geral são estéreis. É o caso da mula e do burro, híbridos de cavalos e jumentos. Entre plantas, contudo, a obtenção de híbridos é muito mais fácil e uma enorme fração das plantas que hoje cultivamos é produto de cruzamento entre duas ou mais espécies.

Uma abordagem mais simples (ao menos em teoria) é a clonagem de genes de um organismo e a transfecção destes para outro organismo. A vantagem desta abordagem é que se pode selecionar da espécie doadora apenas as marcas que interessam, evitando a introdução de genes indesejados.

Clonar genes parece simples a princípio, mas as ferramentas para cortar DNA e "emendar" os fragmentos com um vetor (DNA que se replica e que desta forma conserva o pedaço "emendado" nele, chamado inserto) não eram conhecidas até o meio da década de 70.

Fonte: https://www.ufpe.br/biolmol/aula5_clonagem1.htm

Distribuir o guia didático aos alunos (anexo), de modo que cada aluno tenha seu próprio material para leitura, realização de atividades e realizar anotações quando necessário.



Fig. 2: Guia didático elaborado nesta dissertação.
Fonte: A autora (2015).

Para a explicação dos conteúdos: Histórico da Biotecnologia e Conceitos da Biotecnologia, utilizar o guia didático e os slides elaborados com o auxílio da ferramenta de apresentação do Windows, o Power Point.



Fig. 3. Explicação das técnicas biotecnológicas com o auxílio do Power Point.
Fonte: A autora (2015).

Para que o aluno possa compreender a importância da Biotecnologia em seu dia a dia, propomos a utilização do vídeo *Biotecnologia para o futuro*, que se encontra disponível no seguinte endereço eletrônico:



<https://www.youtube.com/watch?v=8yqEEyjgais>

Este vídeo trata de um documentário produzido pela Lumem TV, sobre o curso de Biotecnologia, para a série de programas Profissões do Futuro do Canal Futura.



Fig. 4: Vídeo sobre Biotecnologia sugerido.
Fonte: www.youtube.com.br

3º MOMENTO

→ DURAÇÃO: 2 aulas de 50 minutos.

→ OBJETIVOS:

- Explicar as principais técnicas utilizadas na Biotecnologia.

→ CONTEÚDOS TRABALHADOS:

- Bioprospecção
- Tecnologia do DNA recombinante
- Enzimas de restrição
- Plasmídeos
- PCR
- Eletroforese

→ MATERIAL UTILIZADO:

- Guia didático impresso

→ DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE:

Com o auxílio dos slides (anexo) e dos esquemas elaborados no guia didático explicar aos alunos as técnicas básicas da Biotecnologia.

Utilizar o vídeo proposto no guia sobre a Clonagem de DNA, disponível no endereço eletrônico:



<https://www.youtube.com/watch?v=nU2xhINuDZA>

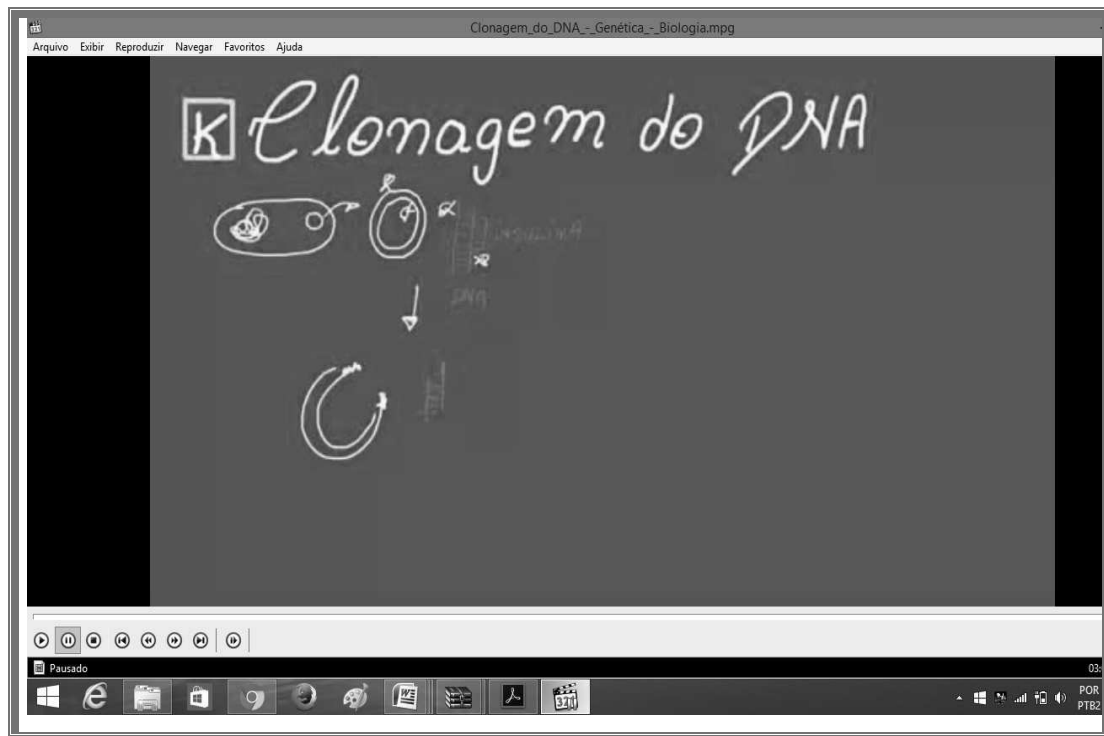


Fig. 5: Imagem do vídeo sobre Clonagem de DNA.
Fonte: www.youtube.com.br

4º MOMENTO

→ DURAÇÃO: 2 aulas de 50 minutos.

→ OBJETIVOS:

- Explicar as principais técnicas utilizadas na Biotecnologia.

→ CONTEÚDOS TRABALHADOS:

- Eletroforese
- Fingerprint
- OGM's
- Aplicações da Biotecnologia

→ MATERIAL UTILIZADO:

- Guia didático impresso

→ DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE:

Verificar o conhecimento prévio dos alunos a respeito dos transgênicos.

Explicação sobre a produção, funções e exemplos de Organismos Geneticamente Modificados. A abordagem da técnica de produção desses organismos é fundamental para que os alunos adquiram os conhecimentos necessários que lhe garantam a participação ativa e crítica nas discussões envolvendo esse tema, visando a superação das noções de senso comum.

Em relação a técnica Fingerprint solicitar aos alunos que resolvam o desafio proposto na página 21 do guia didático em anexo.

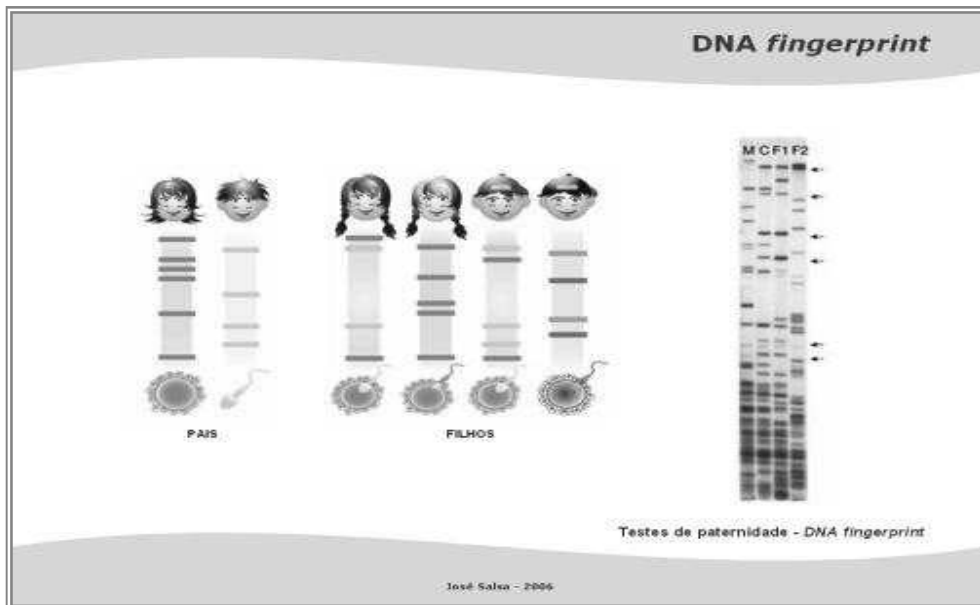


Fig.6. Desafio do teste de paternidade realizado por meio da técnica fingerprint.

Ao se trabalhar as aplicações da Biotecnologia é interessante destacar os exemplos abordados no guia didático, uma vez que são produtos/técnicas estudadas em Universidade próximas aos alunos, de modo que o aluno tenha conhecimento dessas pesquisas.

Solicitar aos alunos que verifiquem em sua casa quais produtos alimentícios usam microorganismos ou enzimas em sua produção.

5º MOMENTO

→ DURAÇÃO: 2 aulas de 50 minutos.

→ OBJETIVOS:

- Verificar o conhecimento dos alunos a respeito das aplicações da Biotecnologia

→ CONTEÚDOS TRABALHADOS:

- Aplicações da Biotecnologia.

→ MATERIAL UTILIZADO:

- Panfletos de supermercado ou o panfleto elaborado pela professora (anexo a esse guia)
- Lanche biotecnológico

→ DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE:

Propor aos alunos um lanche biotecnológico. Como sugestão: bolinho de massa de pão e iogurte. Fazer o questionamento sobre onde está a Biotecnologia nesse lanche.



Fig. 7: Lanche biotecnológico.
Fonte: A autora (2015).

Distribuir aos alunos panfletos de supermercado e solicitar que os mesmo assinalem os produtos biotecnológicos. É interessante que essa atividade seja realizada em dupla, oportunizando a discussão sobre o que é um produto biotecnológico, como é produzido.

Fazer um momento de socialização desta atividade, onde cada dupla deve citar 3 produtos assinalados no panfleto e explica o seu modo de produção.

OFERTAS DA SEMANA



E AINDA TEMOS DELICIOSOS LANCHES!!



Finalizar as atividades de implementação do guia didático com o questionário (anexo 1) com a intenção de verificar o conhecimento obtido pelos alunos após o estudo dos conteúdos concernentes a Biotecnologia após o uso do referido guia.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRAME, G. M. **Conceitos fundamentais no campo da genética: o que pensam os alunos do Ensino Médio?** 2010. 40p. Trabalho de iniciação científica (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó – SC.

BRASIL. Secretaria de Educação e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio.** Brasília: MEC, 1999.

CASAGRANDE, G de L. **A genética humana no livro didático de Biologia.** 2006. 121p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Obtenção do título de Mestre em Educação Científica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CRISÓTIMO, A.L. et al. **Biotecnologia no ensino: jogando e aprendendo com a ciência.** In: KIEL, C.A.; CRISÓTIMO, A.L. **Diálogos com a escola: ensino de ciências e biologia.** Guarapuava: Edição do autor, 2013.p. 81-112.

FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. de. **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária.** 1ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011.

KLEIN, T. A. da S., **Perspectiva semiótica sobre o uso de imagens na aprendizagem significativa do conceito de Biotecnologia por alunos do Ensino Médio.** 2011.196p. Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática para obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências. Universidade Estadual de Londrina - PR.

MALAJOVICH, M.A. **Biotechnologia 2011.** Rio de Janeiro: Biblioteca Max Feffer, 2011. Disponível em: <http://www.bteduc.bio.br>. Acesso em 14 dez.2014.

MANTELL, S. H., MATTHEWS, J. A., MCKEE, R. A. **Princípios de biotecnologia em plantas: uma introdução à engenharia genética em plantas.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1994.

MOREIRA, M. A.. Aprendizagem Significativa Crítica. In: III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa, 11 a 15 de setembro de 2000. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em 12 mai 2014.

PARANÁ/ SEED. **Diretrizes Curriculares para a Educação Básica: Biologia**. Curitiba, SEED, 2008.

SILVA, K. M. A. **Abordagem CTS no Ensino Médio: um estudo de caso da prática pedagógica de professores de Biologia**. 2006. 154p. Dissertação apresentado ao Mestrado em Educação em Ciências e Matemática para obtenção do título de Mestre. Universidade Federal de Goiás. Goiânia – GO.

WEINGÄRTNER, G. de F. **Objetos virtuais de aprendizagem como ferramenta metodológica no ensino de genética no ensino médio**. 2014. 96p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba – PR.

8.3. ANEXO 3

Guia didático elaborado nesta dissertação.

Aprendendo Biotecnologia para o

Dia-Dia



Prof^ª Cleuni Fretta Wiggers

Prof^ª Dr. Paulo Roberto Da Silva

APRESENTAÇÃO

Caro aluno

Vivemos em um mundo em constante evolução, onde a tecnologia exerce cada vez mais influência em diversos segmentos de nossa sociedade e diversas áreas do conhecimento. Dentre essas áreas podemos citar a Biologia, mais especificamente a Biologia Molecular e a Biotecnologia.

A biotecnologia está se tornando cada vez mais presente em nosso cotidiano. Trata-se de um conteúdo de difícil compreensão, pois o *sensu comum* colocou a biotecnologia como um assunto “de elite”, ou seja, que não está ao alcance da realidade da maioria das pessoas.

Desse modo, o objetivo deste material é auxiliá-lo na compreensão do que é biotecnologia e suas principais técnicas, levando-o a perceber que a biotecnologia está muito mais presente no seu dia-dia do que possa imaginar. O conhecimento e a compreensão dessas técnicas o ajudarão a refletir de modo mais qualificado sobre o mundo em que vivemos, tornando-o um cidadão participativo e atuante.

Em cada conteúdo abordado nesta apostila são apresentados exemplos de produtos e processos utilizados no seu dia-dia e/ou de pesquisas desenvolvidas na região Centro Sul do estado do Paraná, proporcionando uma aprendizagem significativa desses conteúdos.

Este material poderá ser utilizado como apoio ao ensino de Biologia molecular/biotecnologia nas escolas. No entanto, é complementar ao livro didático, e não deverá substituí-lo.

Bons estudos.

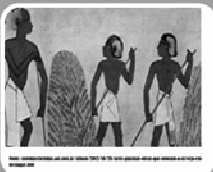
SUMÁRIO

1.	HISTÓRICO DA BIOTECNOLOGIA	4
2.	CONCEITOS BÁSICOS EM BIOTECNOLOGIA.....	6
3.	PRINCIPAIS TÉCNICAS UTILIZADAS NA BIOTECNOLOGIA	8
3.1.	Enzimas de restrição	9
3.2.	Plasmídeos	11
3.3.	Clonagem.....	12
3.4.	PCR.....	13
3.5.	Eletroforese.....	17
3.6.	Organismos Geneticamente Modificados (OGM's).....	19
3.7.	Impressão digital de DNA (Fingerprint).....	20
4.	APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA	22
4.1.	Indústria de alimentos.....	22
4.2.	Produtos de higiene e limpeza.....	26
4.3.	Agricultura e Pecuária.....	27
4.4.	Saúde.....	30
4.5.	Conservação da natureza	31
5.	O FURUTO DA BIOTECNOLOGIA	33
6.	PRODUTOS BIOTECNOLÓGICOS: DISCUTINDO O SEU USO	34
6.1.	Saúde	34
6.2.	Ambiente	35
7.	REFEÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

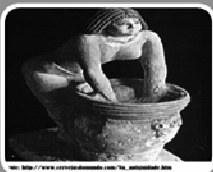
1. HISTÓRICO DA BIOTECNOLOGIA

Você sabe o que é biotecnologia? Se você respondeu: **é a união da biologia com a tecnologia** está correto, pois se trata de um “conjunto de técnicas que utiliza seres vivos ou parte destes no desenvolvimento de produtos e/ou processos que tenham uma função econômica, industrial ou social”.

Processos biotecnológicos vêm sendo utilizados desde a mais remota antiguidade. Observe:



8000 a.C. na Mesopotâmia:
melhoramento das sementes pra aumentar a a colheita.



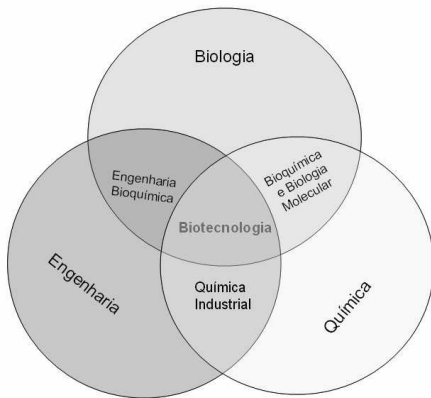
7000 a.C. :
Utilização de leveduras na fermentação da uva e do trigo
para a produção de vinho e de pão.



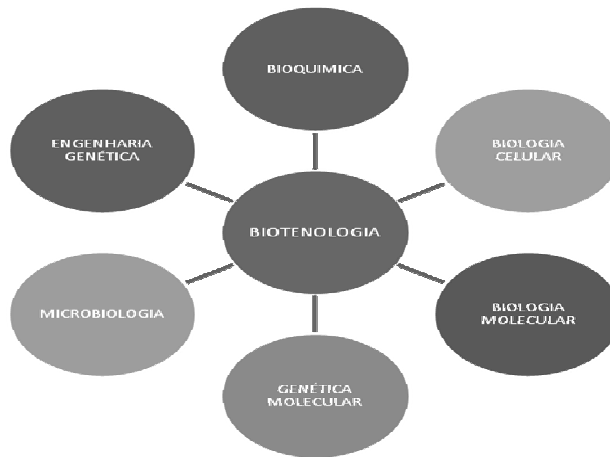
3000 a.C :
Utilização de bactérias para a fermentação do leite, na
produção de queijos.

Nos tempos atuais, a Biotecnologia utiliza-se de técnicas modernas da Biologia Molecular (como a tecnologia do DNA recombinante) e de informações genéticas obtidas pelo estudo de bactérias e fungos.

A Biotecnologia possui um caráter multidisciplinar, pois incorpora as áreas de Biologia, Química e Engenharia e um amplo conhecimento dentro da Biologia.



Áreas da Ciência e a origem Biotecnologia



Áreas da Biologia e a Biotecnologia

Alguns produtos ou serviços de origem biotecnológica:

SETORES	TIPOS DE PRODUTOS OU SERVIÇOS
Energia	Biogás, etanol e outros biocombustíveis
Indústria	Produtos de higiene e limpeza
Meio ambiente	Biorremediação, preservação de espécies, controle biológico
Agricultura	Controle de pragas ou doenças, melhoramento vegetal
Pecuária	Controle da reprodução, seleção genética, aumento da produtividade
Alimentação	Panificação, laticínios, conservação de alimentos, bebidas
Saúde	Produção de medicamentos e vacinas, testes e diagnósticos, medicina preventiva



consegue ver Biotecnologia nessas imagens?





Assista ao vídeo sobre a Biotecnologia. Acesso o endereço eletrônico:
https://www.youtube.com/watch?v=Uwzf1_Xiq6M

2. CONCEITOS BÁSICOS EM BIOTECNOLOGIA

Vamos iniciar nosso estudo entendendo alguns conceitos que são utilizados na biotecnologia.

→ **Bioprospecção:** Método ou forma de localizar, avaliar e explorar sistemática e legalmente a diversidade de vida existente em determinado local, tendo como objetivo principal a busca de recursos genéticos e bioquímicos para fins comerciais.

→ **Célula competente:** célula (geralmente procariótica) que está apta em receber um DNA exógeno (externo).

→ **Clonagem:** processo capaz de produzir cópias idênticas de seres vivos ou de células ou de um fragmento de DNA.

→ **Eletroforese:** técnica utilizada para separação de moléculas com base em seu tamanho e carga.

→ **Enzimas de restrição:** enzima capaz de cortar o DNA ou o RNA, também conhecidas como DNase ou RNase.

→ **Gene:** sequência de nucleotídeos do DNA; contém informações para a síntese de um RNA.

→ **Genoma:** todo o DNA presente no núcleo de uma célula;

→ **Genômica:** área da ciência que examina todas as sequências de DNA de um organismo e suas funções.

→ **Marcador molecular:** sequência de DNA que marca uma região específica do genoma, e que é capaz de revelar variações entre indivíduos.

→ **PCR:** abreviatura de Reação em Cadeia da Polimerase, técnica que faz a replicação de uma determinada sequência de DNA *in vitro*.

→ **Plasmídeo:** pequenos segmentos de DNA circular de fita dupla encontrados no citoplasma de bactérias, leveduras e alguns vegetais que são utilizados como vetor de clonagem na biotecnologia.

→ **Primer:** segmentos de DNA fita simples ou RNA, com mais ou menos 20 nucleotídeos, que é utilizado nos organismos vivos na replicação do DNA e em *in vitro* para a realização da PCR.

→ **Proteômica:** é o estudo de todas as proteínas de uma determinada célula, tecido ou organismo.

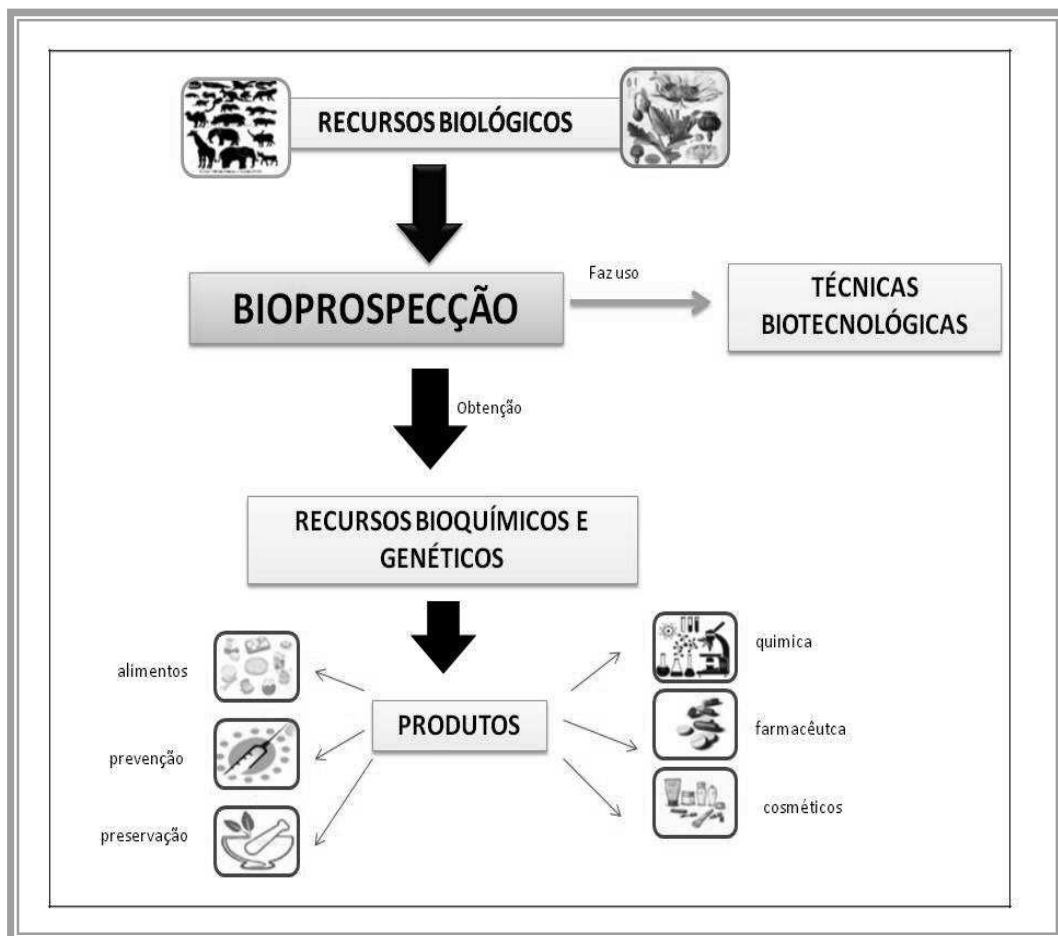
→ **Termociclador:** Também conhecido como máquina de PCR. É um aparelho que permite a realização dos ciclos de temperatura necessários para realização das etapas da PCR.

→ **Vetor de clonagem:** molécula de DNA fita dupla capaz de "carregar" qualquer fragmento de DNA. Na biotecnologia são utilizados como "veículos" para transportar segmentos de DNA estranho à bactéria ou levedura para seu interior sem que estas os degradem.

3.PRINCIPAIS TÉCNICAS UTILIZADAS NA BIOTECNOLOGIA

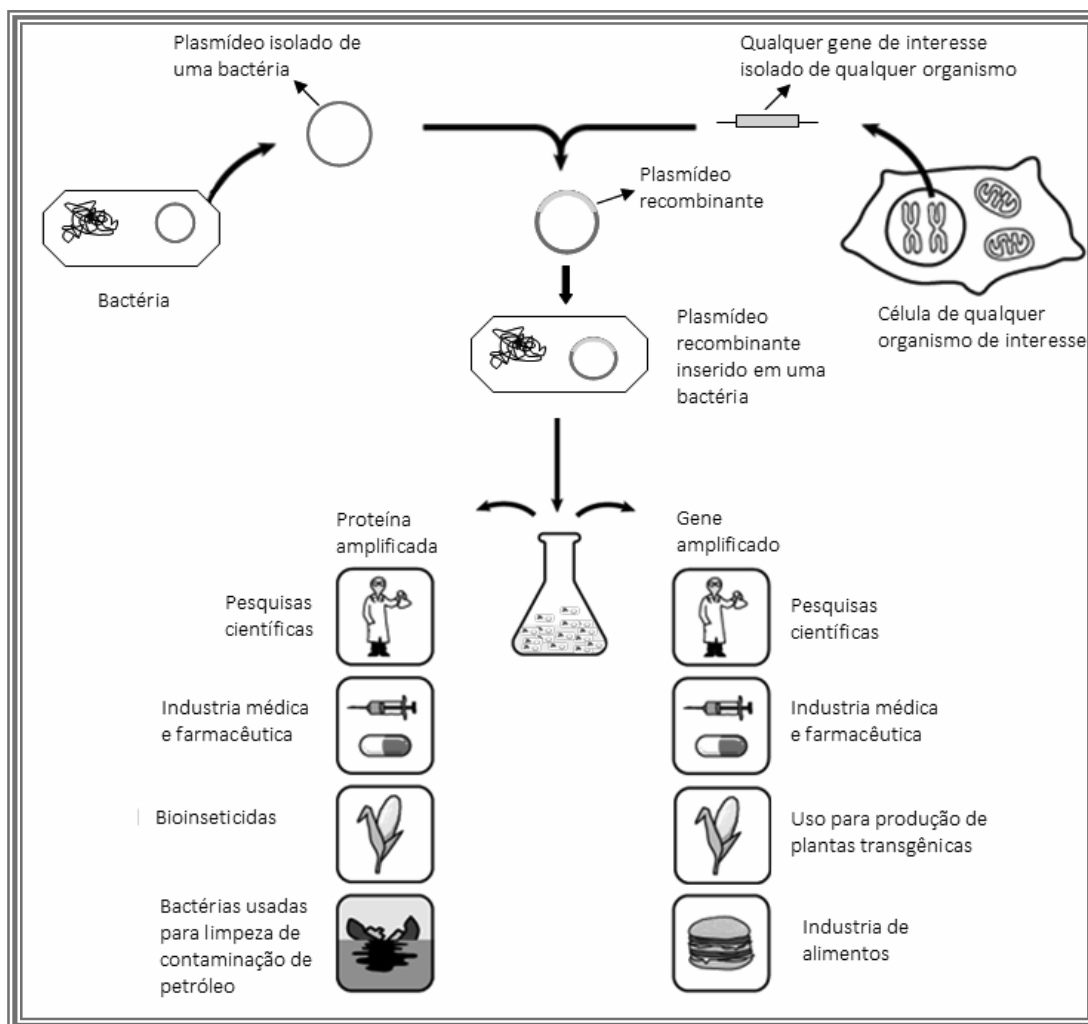
A Biotecnologia moderna dividi-se em dois grande temas: a bioprospecção e a tecnologia do DNA recombinante. Ambos os temas geralmente estão interligados, pois a bioprospecção geralmente leva a manipulação de organismos e/ou moléculas pela tecnologia do DNA recombinante.

A **Bioprospecção** é o método ou forma de localizar, avaliar e explorar sistemática e legalmente a diversidade de vida existente em determinado local, tendo como objetivo principal a busca de recursos genéticos e bioquímicos para fins comerciais. Observe:



Esquema do processo de bioprospecção

A **Tecnologia do DNA recombinante** baseia-se em processos de manipulação do DNA, com o objetivo de obter inúmeras cópias de um gene ou de proteínas produzida por este gene, utilizando-se principalmente dos conhecimentos da Biologia Celular, Biologia Molecular e da Bioquímica, fazendo uso de inúmeras técnicas e ferramentas.



Esquema dos processos e aplicações da tecnologia do DNA Recombinante

A seguir serão mostradas técnicas que constituem “o pilar” da Biotecnologia por permitirem a manipulação *in vitro* do DNA.

3.1. Enzimas de restrição

Enzimas capazes de cortar o DNA de qualquer espécie em locais específicos (com sequência de DNA específica). O uso destas enzimas possibilitou todo o desenvolvimento de um ramo da biotecnologia por meio da **Tecnologia do DNA recombinante**. Foi uma das principais técnicas que levou a clonagem gênica.

E ainda: o uso destas enzimas possibilita "combinar" fragmentos de DNA entre quaisquer espécies. Isto é possível por que se a enzima cortou o

DNA da bactéria e do humano, ambos os DNAs, naquele local, possui a mesma sequência. Isso possibilita ligar DNA de qualquer espécie desde que cortados com a mesma enzima de restrição. Exemplo: DNA humano com DNA de bactéria (usado para produção de insulina).

Algumas Enzimas de Restrição			
Enzima	Organismo de origem	Sequência de reconhecimento	Produto do corte
EcoRI	<i>Escherichia coli</i>		
PstI	<i>Providencia stuartii</i>		
SmaI	<i>Serratia marcescens</i>		
HaeIII	<i>Haemophilus aegyptius</i>		
HpaII	<i>Haemophilus parainfluenzae</i>		

Na figura é mostrada somente a sequência de DNA que a enzima reconhece. A seta indica o local em que a enzima corta cada fita de DNA. O círculo indica o eixo de simetria do corte. As enzimas que produzem fragmentos com extremidades coesivas são as de maior interesse, pois os fragmentos de DNA obtidos com estas enzimas são mais fáceis de serem ligados com outros fragmentos.

Quer saber
mais?



Assista ao vídeo sobre a Biotecnologia. Acesso o endereço eletrônico:
<https://www.youtube.com/watch?v=8yqEEyjgais>



O primeiro produto comercial da biotecnologia (Engenharia genética) foi a insulina humana, em produzida em 1982. O gene humano que produz a insulina foi isolado e transferido para a bactéria *Escherichia coli*. As bactérias se multiplicaram, produzindo a insulina que foi isolada e purificada.

3.2. Plasmídeos

São pequenos segmentos de DNA circular (fita dupla) encontrados no citoplasma de bactéria. O número de plasmídeos pode variar dependendo da célula. Eles são usados como **vetores de clonagem**, ou seja, como “veículos” para transferir e multiplicar pequenos segmentos de DNA estranho à bactéria. Quando estas células se duplicam, os plasmídeos também se duplicam multiplicando o fragmento de DNA que ele carrega.

Bacteria contendo um
plasmídeo selvagem



O círculo vermelho é o plasmídeo selvagem

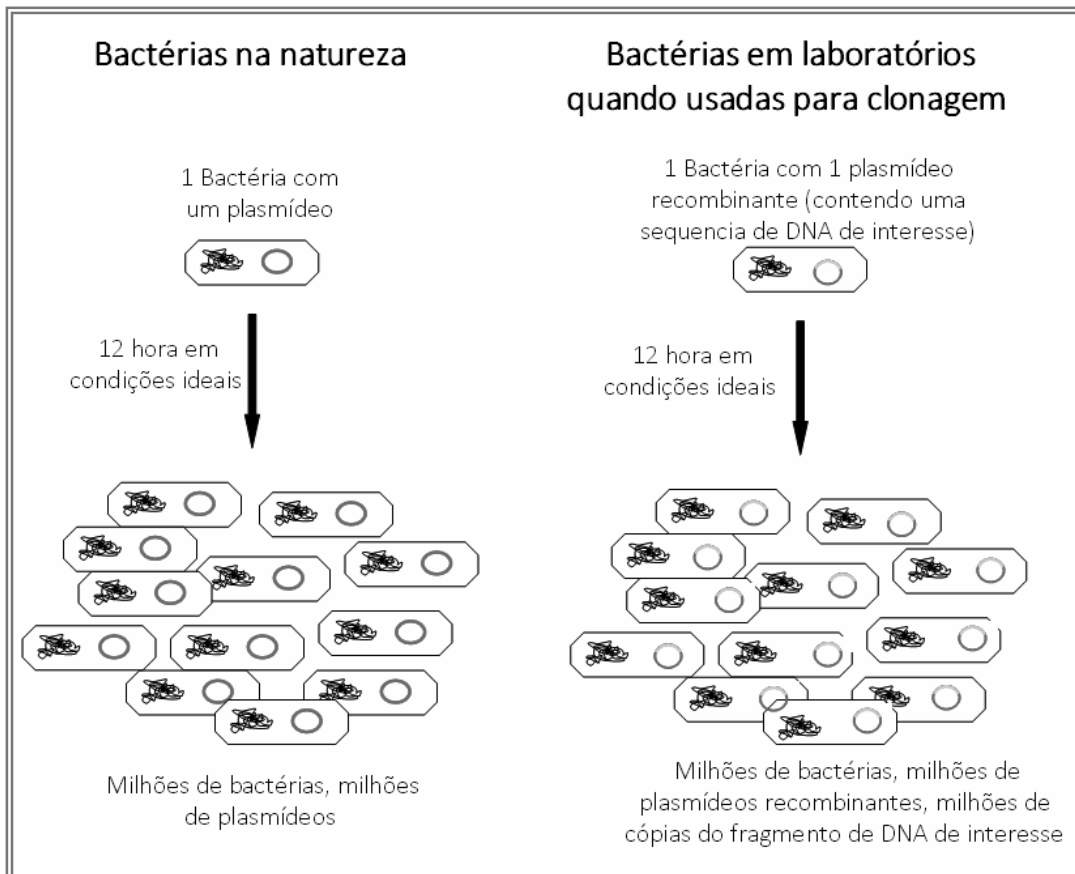
Bacteria contendo um
plasmídeo recombinante



A região verde no plasmídeo representa um
fragmento de DNA que foi inserido no
plasmídeo

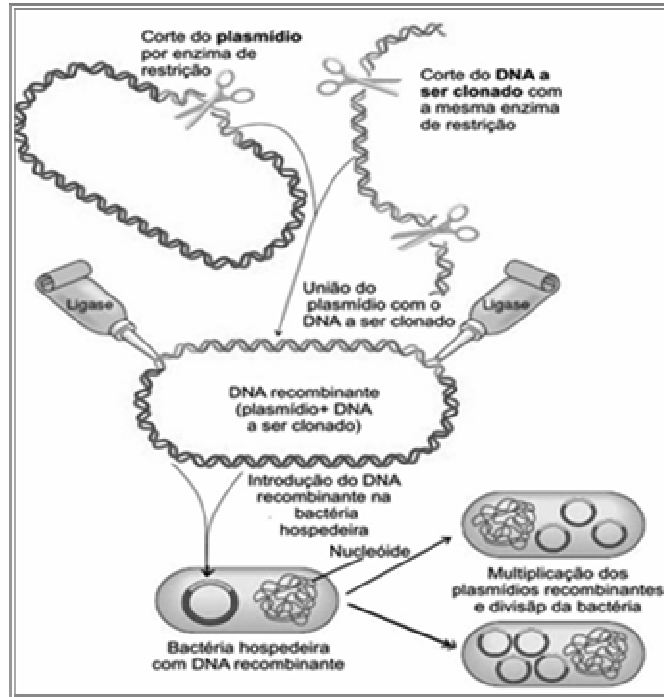
3.3. Clonagem

Após o DNA ser cortado utilizando uma enzima de restrição, ele pode ser clonado. A clonagem consiste em ligar o fragmento de DNA cortado pela enzima de restrição em um vetor (geralmente um plasmídeo) e inserir este vetor recombinante dentro de uma bactéria para que esta, quando se reproduzir (por divisão celular) multiplique o fragmento de DNA.



Esquema mostrando o princípio da clonagem molecular. Nesta técnica é utilizado bactérias para multiplicação de um fragmento de DNA de interesse.

Vejamos neste esquema as etapas da clonagem molecular:



Fonte: <http://educacao.globo.com/biologia/assunto/genetica/celulas-tronco.html>

3.4. PCR

A PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) é uma técnica de amplificação de DNA que revolucionou a Biotecnologia. A invenção da técnica permitiu "imitar" a replicação do DNA de uma célula, porém dentro de um tubo. O diferencial é que a célula replica todo o DNA do núcleo, e na PCR só é amplificado um pequeno "pedaço" do DNA que temos interesse. Por exemplo, pode ser um "pedaço" de um gene de resistência a uma doença em alguma planta ou um "pedaço" do DNA de uma bactéria que causa uma doença em nós humanos. O princípio da PCR está baseado em amplificar em milhões de vezes aquele "pedaço" de DNA para que possamos vê-lo utilizando a eletroforese.

Imagine a situação de você ter várias plantas e querer saber qual delas têm um certo gene de resistência a uma certa doença. Para conseguir identificar a planta resistente, antes de existir a PCR você teria que plantar todas estas plantas e inocular o patógeno em todas elas para saber quem tem o gene. Com a PCR, você pode pegar um pequeno pedacinho da semente, extrair o DNA, fazer a PCR e saberá qual planta tem ou não o

gene. No processo normal você levaria no mínimo em torno de três meses, com a PCR você consegue fazer isso em dois dias.

Para fazer a PCR são seguidos os seguintes passos:

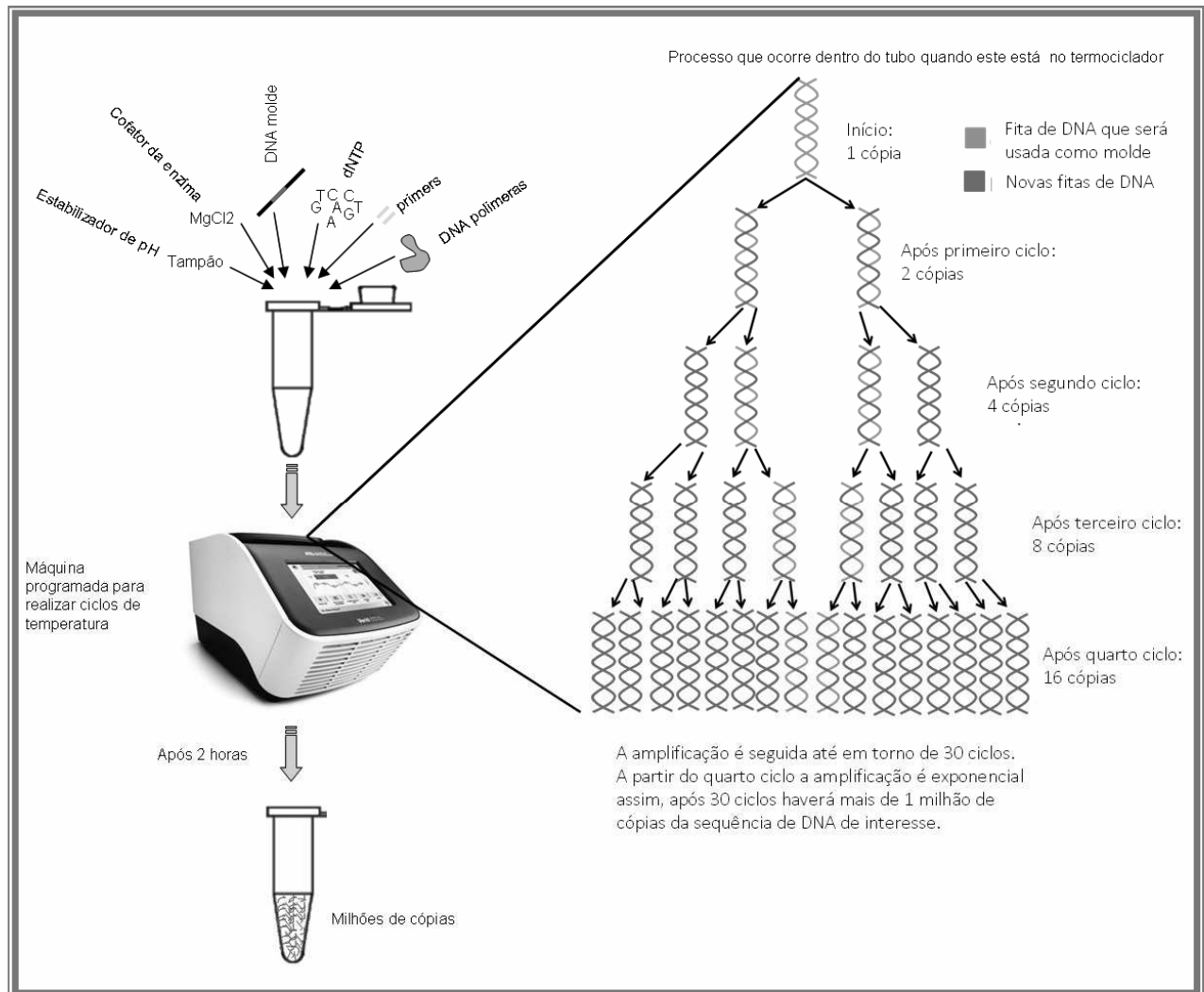
1. Preparar uma reação em um tubo contendo DNA do organismo que pretende testar para o gene de interesse, um par de primers (pequena sequência de DNA complementar ao gene de interesse), nucleotídeos Adenina, Timina, Guanina e Citosina (chamados dNTP) para formar as novas fitas de DNA, DNA polimerase (enzima capaz de sintetizar DNA), cofator da enzima e um estabilizador de pH;

2. Colocar o tubo em um termociclador para ocorrer a amplificação;

A figura abaixo é um termociclador



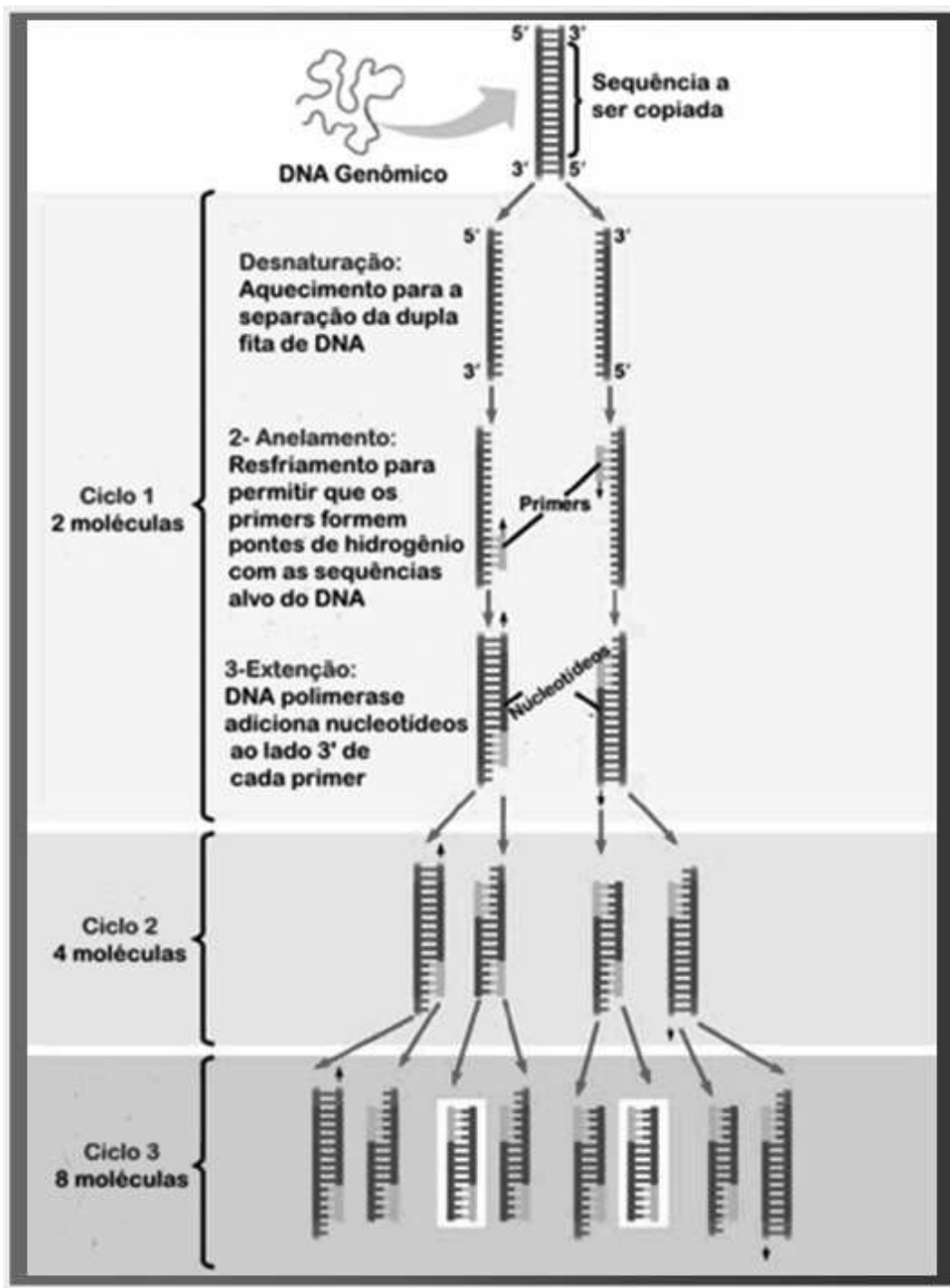
Observe a figura abaixo no qual é esquematizado o princípio da PCR.



O termociclador faz ciclos de temperatura, sendo:

- o primeiro a 95 °C para abrir a dupla fita de DNA (desnaturação),
- o segundo variando de 40 a 60 °C para pareamento dos primers com a região do DNA a ser amplificado (anelamento)
- e o terceiro a 72 °C para a DNA polimerase sintetizar o DNA usando como molde o DNA do organismo em análise (extensão). Este ciclo de três temperaturas é repetido por cerca de 30 vezes.

Observe o esquema dos ciclos da PCR abaixo:



Fonte: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Biotecnologia/PCR.php>

Após a PCR, ainda não é possível saber se houve amplificação ou não, pois mesmo com milhões de cópias não é possível ver o DNA amplificado. Para conseguirmos observar é necessário fazer **eletroforese**.

3.5. Eletroforese

É um método simples e eficiente utilizado para visualizar o produto da PCR. O processo da eletroforese consiste em separar fragmentos de DNA por seu tamanho em pares de bases e carga e de proteínas de acordo com a sua carga elétrica e seu peso molecular.

Para fazer o processo de eletroforese são utilizados equipamentos conhecidos como **cubas de eletroforese**.

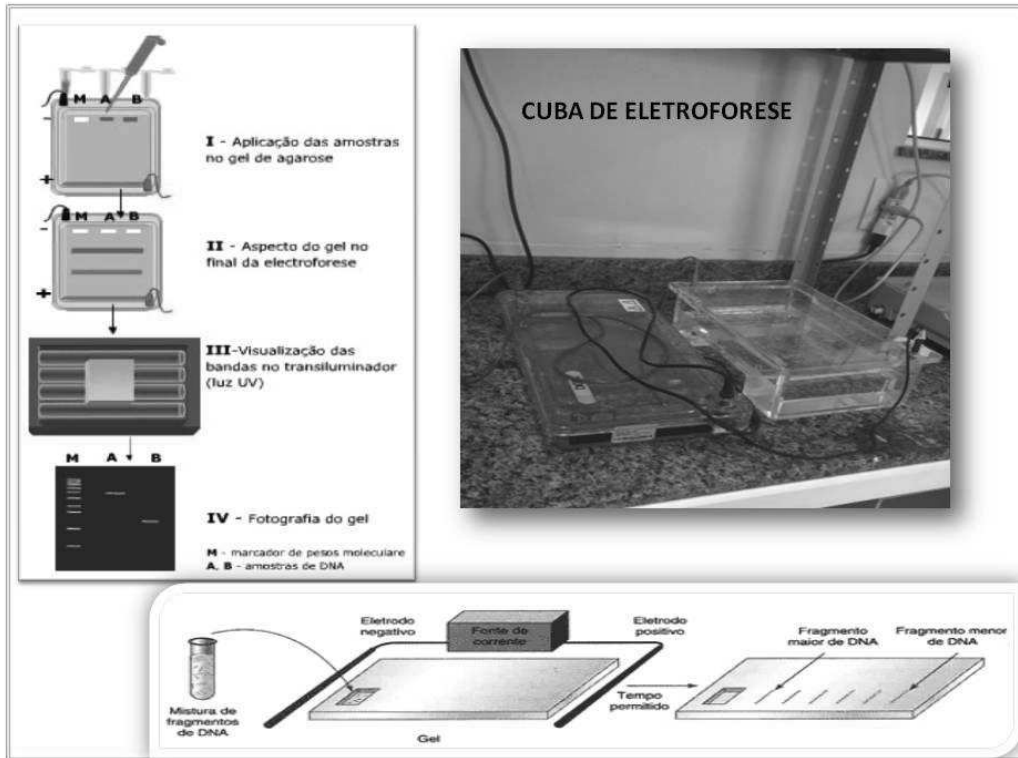


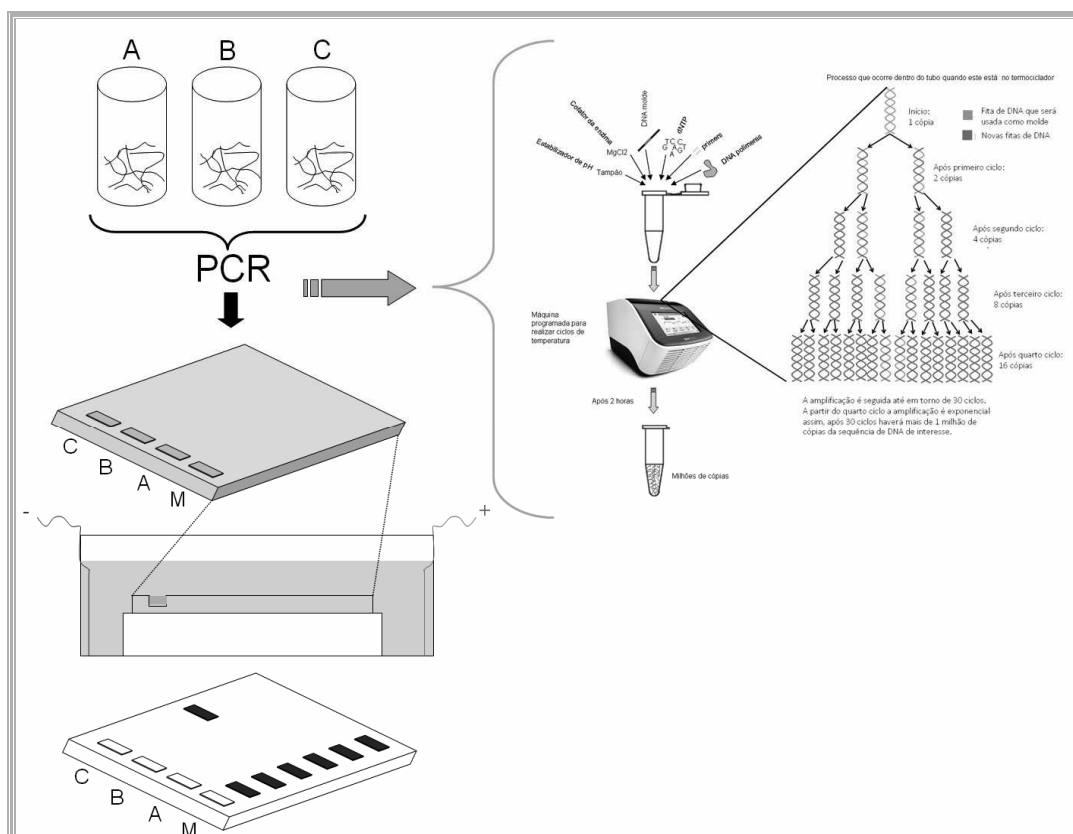
Figura mostrando a cuba de eletroforese e seu funcionamento.

Vejamos um exemplo de uma aplicação da PCR.

Considere que você tem três plantas (**A**, **B** e **C**) e deseja verificar qual delas tem um gene de resistência a certa doença. Deverá então, seguir o seguinte protocolo:

1. Extrair o DNA das três plantas e colocará o DNA de cada uma em um tubo diferente.
2. Estes tubos passarão pela PCR (técnica vista anteriormente), em seguida pela eletroforese.
3. Após a PCR e eletroforese será possível observar uma banda no gel (última figura em preto e branco na figura abaixo) somente na canaleta onde foi aplicado o DNA amplificado da planta que tinha o gene de resistência.

O M representado na figura é uma canaleta onde aplicamos um marcador que serve para sabermos o tamanho em pares de base da banda amplificada. Este marcador é comprado de empresas especializadas.



Esta mesma técnica é utilizada para realizar teste de paternidade, detecção de bactérias em alimentos, identificação de criminosos, identificação de restos mortais, sexagem de animais, etc.

Quer saber mais?



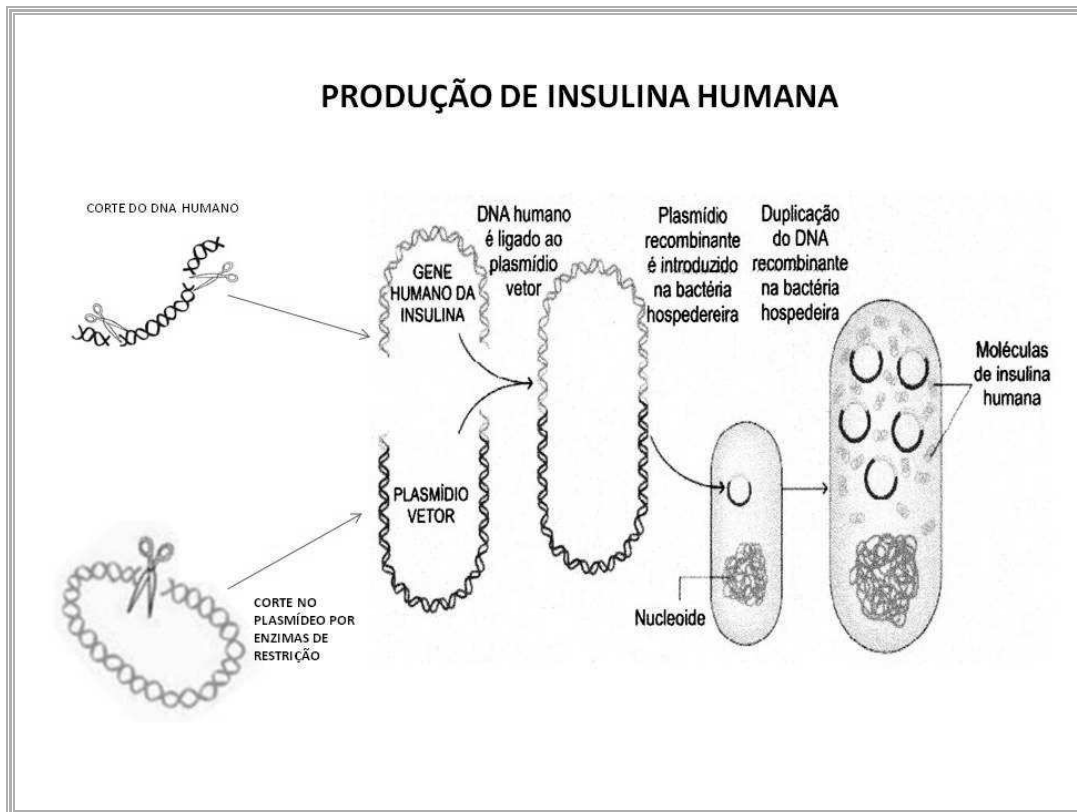
Acesse a internet e procure pelos termos:

- PCR animação;
- PCR aplicação;
- PCR Biologia Forense;
- PCR agricultura;
- PCR teste de paternidade.

Você irá encontrar várias animações mostrando a técnica de PCR e suas aplicações.

3.6 Organismos Geneticamente Modificados (OGM's)

O avanço das técnicas de biologia molecular/biotecnologia culminaram com a obtenção de organismos geneticamente modificados (OGM). Os OGM são organismos que tiveram o seu material genético modificado por meio da tecnologia do DNA recombinante. Muitas vezes os OGMs são chamados de transgênicos, no entanto é importante saber que: todo transgênico é um OGM, mas nem todo OGM é um transgênico. Transgênicos são organismos que pela tecnologia do DNA recombinante foi introduzido no seu genoma, sequencias de DNA de outros organismos. Já um OGM pode ter seu material genético alterado, no entanto sem a inserção de DNA exógeno.



Esquema da produção de insulina humana por meio da tecnologia do DNA recombinante.

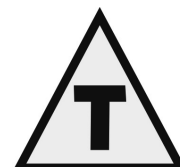


- O primeiro produto transgênico surgiu em 1983 com o desenvolvimento da primeira planta geneticamente modificada: uma espécie de tabaco resistente a antibióticos.
- Em 1994 foi desenvolvido nos EUA o primeiro produto transgênico comercial: um tomate que demora a amadurecer.

Atualmente os organismos transgênicos mais conhecidos são o milho, a soja e o algodão. No entanto várias outras espécies já tiveram seu material genético alterado, no entanto na maioria dos casos foram somente para pesquisa. Ainda é importante destacar que vários medicamentos são produzidos por OGMs, por exemplo, a insulina utilizada por diabéticos é produzida por bactérias que contem o gene humano para síntese de insulina.

Em virtude da soja e do milho transgênico serem amplamente cultivados em todo o mundo, vários produtos do nosso dia-dia possui em sua matéria prima derivados de transgênicos.

Todos estes produtos possuem o símbolo ao lado na embalagem:



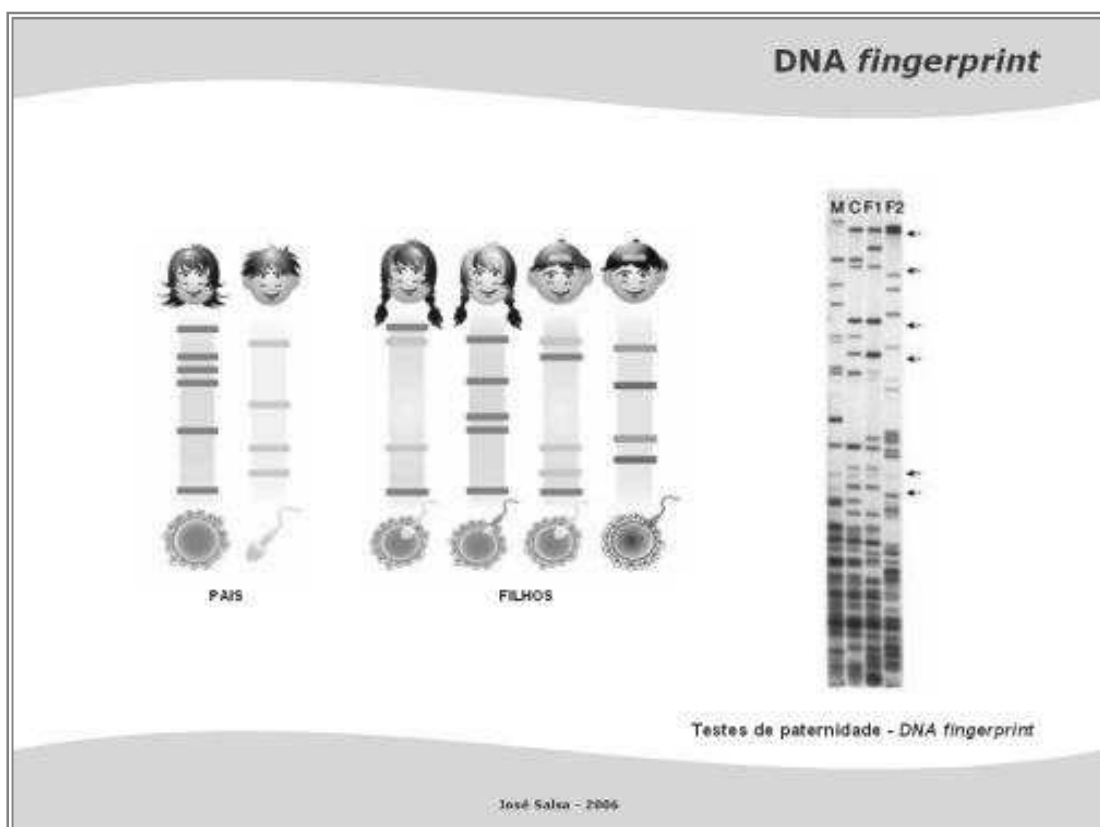
VAMOS PRATICAR?

Procure em sua casa alimentos que possuem esse símbolo.

3.7 Impressão digital de DNA (Fingerprint)

Sabe-se que as sequências de nucleotídeos são exclusivas de cada indivíduo, podendo ser transmitidas de geração para geração. A impressão digital do DNA é uma técnica realizada com base na análise de trechos do DNA pela PCR. Com base nessa característica, as análises do DNA tem muita aplicação na sociedade. Os médicos usam testes genéticos para detectar tipos específicos de doenças hereditárias, testes de paternidade, e também, recentemente a medicina forense está utilizando muito da análise de DNA (usa de amostras biológicas na cena do crime, para determinar qual dos suspeitos é o mais provável de ter cometido o crime).

No esquema abaixo está representado um teste de paternidade, onde estão sendo comparados fragmentos (bandas) do DNA do pai e da mãe com dos filhos. Perceba que a 2ª e 4ª criança, não são filhas do casal, pois possui bandas de DNA que não estão presentes no pai e/ou na mãe. São filhos do casal as crianças nº 1 e 3, pois possuem fragmentos de DNA que estão presentes no pai ou na mãe.



4. APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA

Você já comeu ou usou algum produto biotecnológico? Provavelmente, sua resposta foi não! E se a afirmarmos que é quase impossível passar um dia sem usar e/ou comer um produto biotecnológico?

Pois bem, imagine a seguinte situação: você levanta pela manhã, toma seu café: come uma fatia de pão com margarina e queijo, um copo de iogurte, e vai para escola. No lanche come um cachorro quente. Saiba que somente com estes poucos alimentos provavelmente você ingeriu **produtos biotecnológicos!**

Vamos aprofundar nossa discussão: você sabe se existem pessoas trabalhando com biotecnologia na sua região?

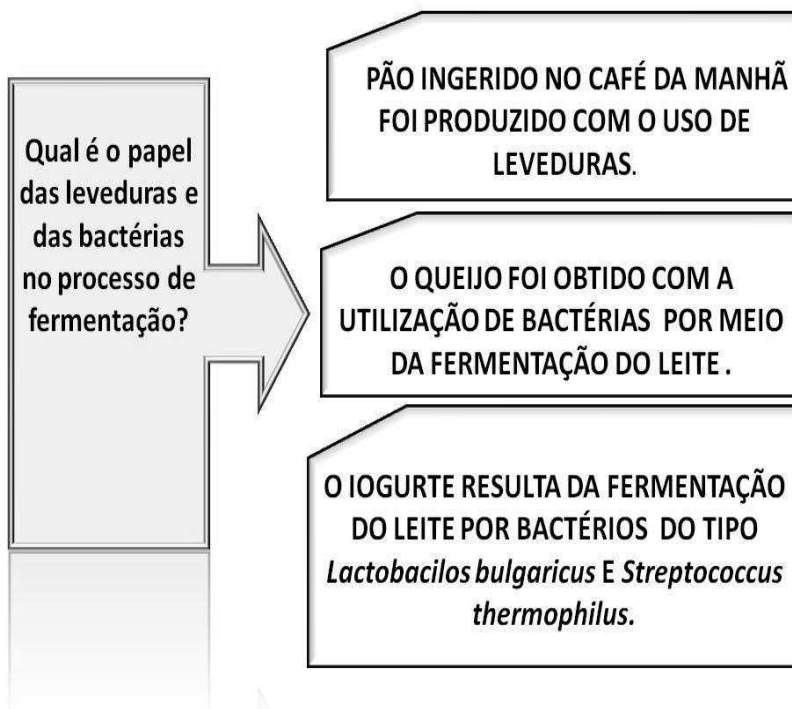
Neste capítulo, veremos os principais produtos biotecnológicos que usamos/consumimos no nosso dia-dia. Vamos abordar a biotecnologia na indústria de alimentos, na produção de produtos de higiene e limpeza, na agricultura e pecuária, na saúde e até na conservação da natureza. Estudaremos também as pesquisas desenvolvidas na nossa região que fazem uso de técnicas biotecnológicas.

4.1. Indústria de alimentos



Pães e queijos foram uns dos primeiros produtos biotecnológicos desenvolvidos pelo homem.

Vamos retornar ao exemplo do seu café da manhã. Você sabe o que o pão, o queijo e o iogurte têm haver com a biotecnologia? São na verdade, produtos biotecnológicos, pois utilizam micro-organismos para sua fabricação. Veja:



Quer saber mais?



A tecnologia de produção de queijos permite uma série de variações que se traduz em mais de 400 tipos diferentes. Algumas dessas variações são a origem do leite (vaca, cabra, ovelha, búfalo), o agente da coagulação (calor, enzimas, bactérias lácticas ou ambas), a umidade e consistência.

Fonte: MALAJOVICH M. A.
Biotechnologia 2012

Mas e o cachorro quente? Bem, neste lanche temos pão, o molho de tomate e a salsicha.

Todos estes ingredientes tem ou são produtos da biotecnologia. O pão já vimos que é produzido de forma biotecnológica, ainda o molho de tomate e a salsicha são produtos biotecnológicos, mas não pelo tomate ser transgênico, no preparo do molho e da salsicha é usado farinha de milho ou de soja transgênicos. Aquele tomate que foi citado lá atrás não está mais no mercado, pois foi substituído por um não transgênico com as mesmas características. No entanto, em breve serão disponibilizados novos tomates transgênicos, que são mais firmes mais resistentes a fungos, e tolerantes à seca.



A indústria de alimentos foi sem dúvida uns dos primeiros ramos a utilizar a biotecnologia. Na Antiguidade, antes de Cristo, os povos já utilizavam (muitas vezes sem saber) de organismos para produzir algum alimento.



A cerveja é umas das bebidas mais populares, sua produção vem de milhares de anos, e é feita por meio da fermentação dos açúcares que existem no malte por leveduras do tipo *Saccharomices cerevisae*

Como você pôde perceber é difícil passar um dia sem comer um produto biotecnológico. No entanto, a aplicação de biotecnologia vai além do uso de microorganismos inteiros. Com o desenvolvimento da biotecnologia moderna é possível que você utilize somente “**certo produto**” (enzima, proteína) produzido por um microorganismo. Essa técnica é conhecida como BIOSPROSPECÇÃO.

BIOSPROSPECÇÃO: PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ORGANISMOS CAPAZES DE PRODUIR PRODUTOS ÚTEIS AO HOMEM.

Por exemplo: no curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) de Pato Branco há um grupo de professores/pesquisadores que estudam diversas enzimas com potencial de uso na indústria de alimentos.

Uma das pesquisas desenvolvidas por estes professores tem aplicação na produção de vinhos, com o objetivo de produzir enzimas capazes de realizar o processo de fermentação. Vejamos quais são os procedimentos realizados durante o processo de pesquisa:

→ Coleta uvas produzidas na região;

- Isolamento de fungos que ocorrem naturalmente na casca das uvas;
- Realização de vários testes para identificar os melhores fungos com capacidade de degradar a casca da uva. O processo de degradação da casca da uva durante o processo de fermentação (fabricação do vinho) é importante para as características organolépticas do vinho.

Estas pesquisas mostram que há microorganismos que são excelentes neste processo, possibilitando o uso deste para melhorar a produção de vinhos. Agora, o próximo passo da pesquisa é isolar o gene deste fungo para produzir a enzima responsável por esse processo, e a partir daí, poder usar somente a enzima, ao invés do microorganismo inteiro.



Vinho, um produto biotecnológico no qual são desenvolvidas pesquisas na UTFPR em Pato branco para melhorar a produção e qualidade da bebida.

Ainda, na UNICENTRO, um grupo de professores trabalha isolando fungos, que ocorrem naturalmente no solo da Floresta de Araucária na Região de Guarapuava, com boa capacidade de produzir diversas enzimas úteis na indústria de alimentos.



Floresta de Araucárias local onde um grupo de professores da UNICENTRO, de Guarapuava, coleta solo para identificação de fungos que produzem enzimas que podem ser utilizadas na indústria de alimentos.



Seja curioso e aprenda mais. Verifique em sua casa quais produtos alimentícios (não vegetais e carnes frescas) usam microorganismos ou enzimas na produção. Todos que você encontrar serão produtos biotecnológicos.

4.2. Produtos de higiene e limpeza

No nosso dia-a-dia convivemos com inúmeros produtos industriais fabricados por meio da aplicação de microrganismos **transgênicos**. No detergente, por exemplo, enzimas (produzidas por organismos geneticamente modificadas) são usadas para degradar a gordura de utensílios domésticos. No sabão em pó, essas enzimas são usadas para aperfeiçoar o processo de remoção de sujeiras, permitindo a redução da água utilizada e o tempo de lavagem. Outro benefício associado com a utilização de enzimas em detergentes é que elas são biodegradáveis e substituem os constituintes químicos de detergentes sintéticos que são liberados para o ambiente, diminuindo assim o impacto ambiental gerado pelo seu descarte ao longo dos anos.

Nesse caso, a biotecnologia desempenha um papel importante através da utilização de engenharia genética, muitas enzimas de interesse industrial podem ser produzidas em grande escala e a baixo custo através de cultura de microrganismos, e acrescentadas em produtos de higiene e limpeza.

Na UNICENTRO, existem pesquisas que visam à produção dessas enzimas, a partir da identificação de fungos produtores de enzimas encontrados em Florestas de Araucárias e em estações de tratamento de dejetos de frigoríficos. Para a sua produção são utilizados resíduos agroindustriais (resíduos esses que são muitas vezes descartados, causando problemas de poluição ambiental). Ainda, a aplicação de enzimas produzidas a baixo custo em processos biotecnológicos poderá trazer inúmeros benefícios para as indústrias que as empregam, pois aumentam a eficiência de processos e melhoram a pureza do produto.



Para a obtenção de enzimas presentes em sabões e detergentes são empregadas técnicas de baixo custo como o emprego de resíduos agroindustriais.

4.3. Agricultura e Pecuária

A agricultura e a pecuária são um dos campos que mais foram beneficiados com a biotecnologia.

Na agricultura, podemos dizer que as principais aplicações, atualmente, estão no controle biológico de pragas e doenças das lavouras, a produção de sementes **geneticamente modificadas**, plantas com qualidades nutricionais aumentadas, sem substâncias que causam alergias. Práticas agrícolas como a utilização de variedades selecionadas reduzem a necessidade de aplicar pesticidas. O controle biológico dá um passo além, pois visa também à preservação das plantações e a produção de alimentos livre de agrotóxicos (pesticidas e herbicidas) possibilitando o aumento da produção agrícola, melhorar as condições econômicas dos agricultores, e traz benefícios para o meio ambiente, pois faz uso de prática agrícola ambientalmente sustentável. Já, as plantas transgênicas não é unanimidade entre a população, muitos são contra, muitos são a favor. Ambos têm argumentos plausíveis, com isso hoje o cultivo de transgênicos é regulamentado no Brasil. Como exemplos de plantas geneticamente modificadas no Brasil podemos citar a soja, milho, algodão, batata, feijão.

Quer saber
mais?



Uma década depois da liberação no mercado nacional, as sementes transgênicas dominam quase todas as lavouras de grãos do Paraná. Segundo avaliação do Departamento de Economia Rural (Deral) do estado, cerca de 95% da produção de soja paranaense é geneticamente modificada; em relação ao milho, o índice é ainda maior: a estimativa é de que os grãos com transgenia dominem uma área bem próxima a 100% das plantações estaduais.

Fonte: <http://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/2013/11/transgenicos-dominam-quase-100-das-lavouras-de-soja-e-milho-do-pr.html>



Na Unicentro um grupo de Professores/Pesquisadores da Biologia e Agronomia, usam a biotecnologia para acelerar a obtenção de novas cultivares de batata doce, alho e tomate. Estas novas cultivares não são transgênicas, no entanto em alguma etapa do seu desenvolvimento teve a biotecnologia como aliada para entendimento dos padrões de variabilidade. Isso é importante para selecionar os melhores materiais e para

planejar cruzamentos.

No campo da pecuária, a biotecnologia aparece na alimentação e na conservação da saúde dos animais, possibilitando também o controle da reprodução, a seleção genética, o aumento da produtividade de leite, de aves, peixes e suínos, a obtenção de produtos para a saúde animal como vacinas, medicamentos e até mesmo suplementos (hormônios). Há ainda o mapeamento do genoma de animais domésticos visando obter informações precisas e eficientes para a seleção de alguns caracteres e determinação do parentesco (*pedigree*) e também na seleção de animais resistentes a doenças.

Estudos relacionados à identificação de doenças e ao melhoramento de algumas plantas vêm sendo realizadas na UNICENTRO. Estas pesquisas são realizadas por meio da análise de genomas vegetais, utilizando técnicas biotecnológicas como a PCR, eletroforese, marcadores moleculares.

Outra pesquisa de relevada importância vem sendo realizada no curso de Mestrado em Ciências Farmacêuticas na UNICENTRO, com o objetivo de verificar os efeitos de um pesticida na reprodução animal, e também na identificação de doenças virais em animais.

4.4. Saúde

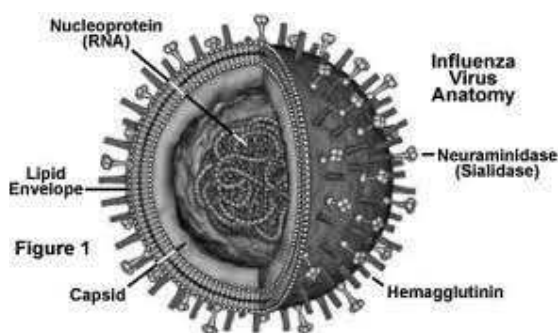
Você já deve ter recebido inúmeras doses de biotecnologia, sabia?

A Biotecnologia pode trazer inúmeros benefícios para a saúde. O seu uso na saúde é também remoto. Quando você precisou tomar algum tipo de antibiótico e/ou quando você tomou vacinas, você recebeu doses de biotecnologia.

Isso mesmo. Vacinas e antibióticos são produtos que foram manipulados pelo homem em prol da sua saúde. Alguns antibióticos que são utilizados no tratamento de infecções e são produzidos a partir de fungos ou são sintetizados em laboratório. Muitas doenças podem ser evitadas por meio de vacinas como a poliomielite, varíola e sarampo, e são produzidas por meio de bactérias, vírus e fungos.

A biotecnologia reduziu os custos de diagnósticos ao proporcionar a realização de testes diversos com uma única amostra de sangue, pois permitiu o desenvolvimento dos chamados testes rápidos, de utilização simples e leitura fácil.

Com o auxílio de técnicas biotecnológicas (**enzimas de restrição, PCR, eletroforese, sequenciamento de DNA**), um grupo de professores da UNICENTRO, faz pesquisas relacionadas ao estudo da diversidade de vírus que causam a gripe, análise molecular de tumores de boca, por meio da identificação de genes que são expressos nesse tipo de câncer.



Estudos visam avaliar o impacto e a transmissão intra-familiar das doenças respiratórias causadas pelo vírus Influenza na UNICENTRO

Fonte: <http://www.mundovestibular.com.br/articles/5302/1/Gripe/Paacutegina1.html>

4.5. Conservação da Natureza

Você conhece essas frutas?



Sabia que essas plantas podem futuramente estarem ameaçadas de extinção?

Nosso país é o mais rico em termos de biodiversidade. Estima-se que possua cerca de 20% de toda a biodiversidade existente no planeta. No entanto, devido à exploração irracional de nossa fauna e flora, muitas plantas e animais encontram-se em perigo de extinção.

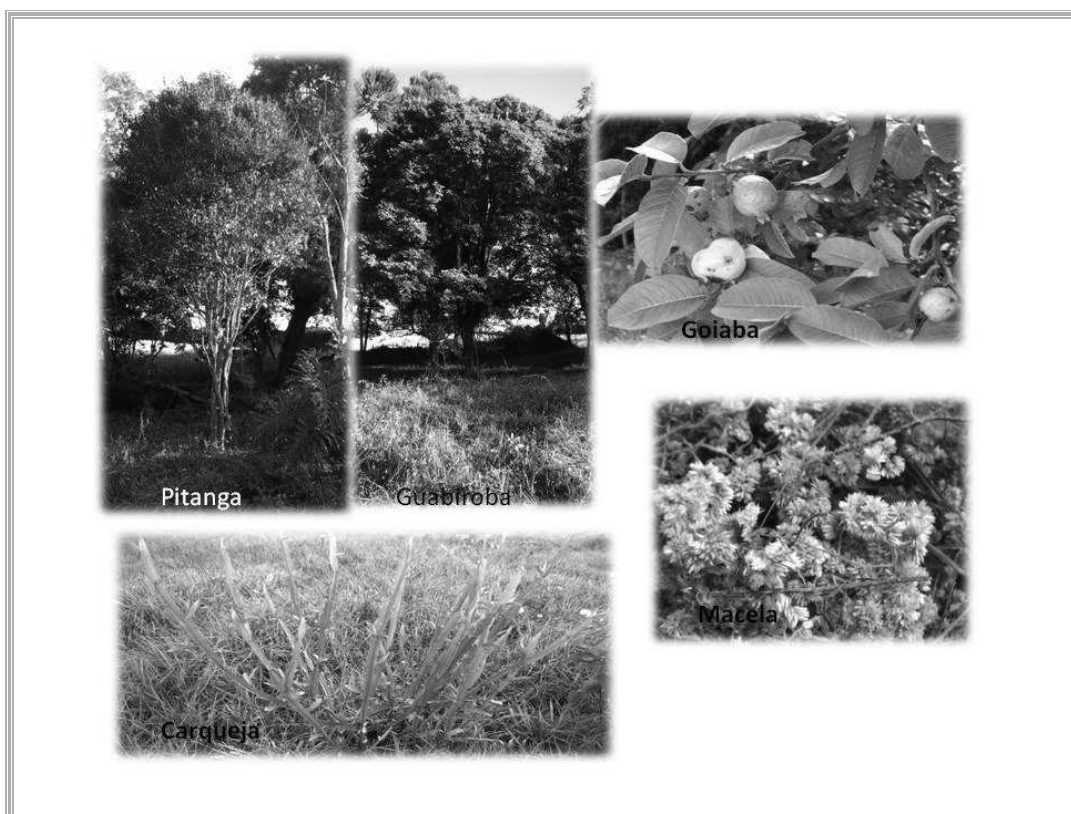
Diante dessa situação, tornou-se necessária a busca de alternativas para a sua conservação. A Biotecnologia vem sendo grande aliada na conservação de espécies. Por meio das ferramentas como os **marcadores moleculares**, é possível gerar dados que possibilitem mostrar os processos evolutivos atuais e históricos dessas espécies, permitindo a elaboração e implementação de estratégias para a sua conservação.

O conhecimento do genoma de um organismo é importante, pois permite a determinação de seqüências completas do DNA de vários organismos e a possibilidade de compará-las com outros da mesma espécie, oriundas de diferentes regiões.

Exemplificando o uso da Biotecnologia na conservação da natureza são as pesquisas realizadas no curso de Mestrado em Biologia Evolutiva na UNICENTRO. Um grupo de professores faz pesquisas com *Drosophila* (a mosca das frutas) com o objetivo de verificar a situação genética destes insetos. Essas moscas constituem importantes indicadores da qualidade do ambiente.



Também na UNICENTRO existem pesquisas que por meio uso da **eletroforese**, **PCR**, **marcadores moleculares** visam estudar plantas nativas da nossa região que se encontram em risco de extinção, visando a sua conservação.



Algumas das plantas estudadas na UNICENTRO utilizando técnicas biotecnológicas.

5. O FUTURO DA BIOTECNOLOGIA

Como você pôde ver a Biotecnologia, tornou-se uma ferramenta indispensável para o homem, apresentando inúmeras potencialidades e um futuro promissor para os diversos setores como a agropecuária, medicina, indústria de alimentos, meio ambiente. Vejamos alguns exemplos:

→ A vacina gênica (ou vacina de DNA), pode se tornar a maior promessa de combate a doenças infecciosas para as quais até hoje não existe prevenção como herpes, AIDS, malária, tuberculose, hepatite, dengue entre outras.

→ Na indústria de alimentos: **Tomate** com mais licopeno, antioxidante que ajuda a prevenir o câncer e doenças do coração. **Arroz** com maior teor de betacaroteno, que estimula a produção de vitamina A. **Grãos** com mais vitamina E, que fortalece o sistema imunológico. **Alface** enriquecida com um composto que ajuda a diminuir o mau colesterol e estimula o aumento do bom colesterol. **Arroz, trigo e feijão** com mais ferro, importante no combate a anemia. **Frutas** com maior teor de vitamina C. E muitas outras possibilidades.

Para entendermos o que a biotecnologia nos reserva para o futuro, leia o texto abaixo:

O futuro da biotecnologia

Os visionários e futurólogos esperam que a biotecnologia faça uma verdadeira revolução não apenas na Medicina, mas na agricultura, na despoluição dos mares e rios e na indústria em geral. Teremos novos medicamentos salvarão um número incontável de vidas e vão eliminar, principalmente as doenças geneticamente transmissíveis, como hemofilia, diabetes, doenças degenerativas e muitas formas de câncer.

A biotecnologia poderá ter aspectos polêmicos, como o planejamento de bebês, com genes alterados para aprimorar certas qualidades ou habilidades. Você poderá projetar um futuro jogador de futebol tão ou mais talentoso do que o Pelé. Ou crianças super inteligentes. Tudo isso que provoca dúvida ou risos será possível, a partir de 2033. Muita coisa que hoje parece ficção se tornará possível.

Um cientista bem humorado disse numa palestra que, em 30 anos, a biotecnologia poderá até mudar ou eliminar certas características indesejáveis das pessoas, como, por exemplo, sogras que falam demais, políticos que não mentem ou que roubem.

Fonte: <http://www.ethevaldo.com.br/>

6.PRODUTOS BIOTECNOLÓGICOS: DISCUTINDO SEU USO

6.1. Saúde

Os alimentos transgênicos não apresentam perigos à saúde do consumidor quando comparados aos alimentos ingeridos normalmente. Mesmo assim, recomenda-se que sejam feitos estudos rigorosos principalmente em relação aos agentes causadores de alergia.

Na verdade, essa não era a maior preocupação das pessoas, no início de seu uso. Um dos primeiros temores era se o DNA transferido para a planta não poderia passar para o ser humano que a consumisse.

Até agora, as pesquisas apontam que isso é uma possibilidade bastante remota. De fato, essa famosa molécula é consumida a todo o momento pelas pessoas. Dependendo dos alimentos, a quantidade de DNA pode variar entre 0,1 e 1,0g ao dia. O gene que foi inserido representa uma quantidade cerca de 20 mil vezes menor do que essa. Somente por isso, já é bastante reduzida a chance de haver uma transferência. Porém, outro ponto que dificulta a transferência, é que a molécula de DNA, transgênica ou não, é desintegrada durante o processo digestivo e dificilmente ficaria intacta para ser aproveitada pelas células do corpo.

Outra preocupação, que é também a mais compartilhada pela comunidade acadêmica, é o risco de se criar alimentos com alto potencial alergênico, ou seja, que causem alergia, ou que contenham substâncias tóxicas desconhecidas.

Esse mecanismo das reações alérgicas não é muito conhecido, mas alguns dados já podem ajudar na tentativa de verificar se um alimento é ou não seguro. Moléculas grandes, difíceis de serem digeridas e que têm partes semelhantes a proteínas reconhecidas como alergênicas, não devem estar presentes nos produtos alterados porque são potenciais causadores de alergias. Caso se verifique a presença delas, a pesquisa não deve continuar ou o produto não deve ser aprovado para consumo.

Além dessa verificação, os alimentos geneticamente modificados devem passar por testes que avaliam se as substâncias que eles contêm são

exatamente as mesmas que existem na versão tradicional. Nessa fase é examinada a possível presença de substâncias diferentes e tóxicas.

6.2. Ambiente

Eis alguns perigos que os OGM's podem oferecer ao ambiente:

Superpragas:

→ Boa parte dos chamados transgênicos de primeira geração recebe um gene que os tornam resistentes a herbicidas e inseticidas. Assim, podem receber mais agrotóxicos que o usual.

→ A quantidade exagerada de veneno pode, teoricamente, criar ervas daninhas e insetos extremamente resistentes, que não poderiam mais ser combatidos pelos defensivos agrícolas comuns.

→ Para evitar o problema, discute-se nos EUA um sistema de refúgio de espécies. Ou seja, o agricultor plantaria uma certa porcentagem (entre 10% e 50%) de plantas não modificadas para garantir o cruzamento entre espécies de pragas e, assim, diminuir a resistência.

Alvo errado:

→ Uma variedade de milho transgênico recebe um gene de bactéria para produzir uma toxina mortal para as pragas mais comuns da lavoura. Acontece que essa toxina é pouco seletiva: ela pode atingir também espécies não alvo, que habitam o milharal, mas não atacam a lavoura. O caso é crítico no Brasil, onde há muitas espécies desconhecidas.

Cruzamento perigoso:

→ Em lugares onde há espécies agrícolas selvagens (como é o caso do milho no México), o pólen de um transgênico poderia fecundar espécies nativas, reduzindo a biodiversidade. O México é considerado o Centro de Origem do milho e o mais importante centro de diversidade genética da espécie. Além disso, o milho é o alimento básico mais importante do país, tendo também grande importância cultural e até mesmo religiosa para sua população, sobretudo os indígenas. Por todos estes motivos, o governo mexicano nunca permitiu o plantio de milho transgênico, proibindo-o oficialmente em 1998.

Fonte: <http://www.linabiotec.com.br/index.php/ct-menu-item-9/365-article-1>

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A SITUAÇÃO DO MILHO TRANSGÊNICO NO MÉXICO. **Linabiotec**. Disponível em: <http://www.linabiotec.com.br/index.php/ct-menu-item-9/365-article-1>. Acesso em 06 fev. 2016.

GRIFE. **Mundo vestibular**. Disponível em: <http://www.mundovestibular.com.br/articles/5302/1/Gripe/Paacutegina1.html>. Acesso em: 13 abr. 2015.

MALAJOVICH, M.A. **Biotecnologia 2011**. Rio de Janeiro: Biblioteca Max Feffer, 2011. Disponível em: <http://www.bteduc.bio.br>. Acesso em 14 dez.2014.

O futuro da Biotecnologia. Disponível em: <http://www.ethevaldo.com.br/>. Acesso em 23maio.2015.

Transgênicos dominam quase 100% das lavouras de soja e milho do PR. **G1.com**. Disponível em: <http://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/2013/11/transgenicos-dominam-quase-100-das-lavouras-de-soja-e-milho-do-pr.html>. Acesso em 23 mai. 2015.

YouTube. **Clonagem do DNA**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nU2xhINuDZA>. Acesso em 23 mar. 2015.

YouTube. **Biotecnologia: profissões de futuro**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Uwzf1_Xiq6M. Acesso em 23 mar. 2016.