



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ALEXYA VITORIA FELIX CARVALHO

TÓPICOS DE BIOTECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO

FORTALEZA

2019

ALEXYA VITORIA FELIX CARVALHO

TÓPICOS DE BIOTECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Izabel Gallão.
Coorientadora: Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho.

FORTALEZA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C321t Carvalho, Alexya Vitoria Felix.
Tópicos de biotecnologia : uma abordagem no ensino médio / Alexya Vitoria Felix Carvalho. – 2019.
34 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2019.

Orientação: Profa. Dra. Maria Izabel Gallão.

Coorientação: Profa. Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho.

1. Biotecnologia vegetal. 2. Ensino de biologia. 3. Cultura de tecidos vegetais. I. Título.

CDD 570

ALEXYA VITORIA FELIX CARVALHO

TÓPICOS DE BIOTECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Maria Izabel Gallão (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Marcello Spiandorin
Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC)

Me. Rafael Guimarães
Departamento de Biologia/UFC

A Deus.

Aos meus pais, Luciana e Bruno.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará por me proporcionar a oportunidade de cursar Ciências Biológicas, e aos excelentes professores que foram fundamentais para a minha formação acadêmica.

À professora Maria Izabel Gallão, pela orientação e grande colaboração na realização deste trabalho.

À Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, por todos os ensinamentos desde o início da minha graduação.

Ao Rafael Guimarães e ao Marcello Spiandorin pelas contribuições neste trabalho.

À Cíntia Gonçalves Sombra, por me acolher e ajudar em sala de aula.

À minha mãe, Francisca Luciana Felix, por todo o amor, cuidado e dedicação.

Ao meu pai, Alex Bruno de Sousa Carvalho, pela confiança e incentivo.

Ao meu namorado, Victor Lacerda Moura, por todo suporte, cuidado e amor.

Aos meus amigos, pelo companheirismo. A vida é mais leve graças a vocês.

Por fim, manifesto a minha gratidão a Deus, que me deu forças e acalmou o meu coração nos momentos mais difíceis.

RESUMO

O ensino da Biotecnologia é fundamental para entender e relacionar as questões que abrangem desde a saúde das espécies até sua interferência em fatores como segurança, produtividade animal e vegetal, reparo de danos e preservação ambiental. Entretanto, tendo em vista ser um assunto que está em constante desenvolvimento técnico-científico com aplicações importantes no cotidiano dos seres vivos, a atualização desses conceitos é de extrema importância no ensino para formação crítica de opinião. Assim, o objetivo deste trabalho foi apresentar aos alunos de uma escola de ensino médio, da rede pública do Estado do Ceará, os conceitos e fundamentos atuais da Biotecnologia, com ênfase em Biotecnologia Vegetal. A metodologia consistiu em duas aulas expositivas dialogadas, que abordaram temas básicos de Biotecnologia, além de um conteúdo específico sobre a Biotecnologia Vegetal (Cultura de Tecidos Vegetais e suas aplicações), por meio da apresentação de vídeo sobre o assunto e realização de aula prática sobre micropropagação de uma espécie ornamental. A avaliação geral de desempenho dos alunos baseou-se na comparação das respostas aos questionários, aplicado no início e ao final do projeto. Foi utilizado o teste de *Mann-Whitney* para comparar as notas gerais médias obtidas pelos alunos nos questionários inicial e final. O teste de *McNemar* foi empregado com o objetivo de avaliar as mudanças nas respostas dos alunos após a aplicação do estudo. Não houve diferença significativa entre os valores médios obtidos nos questionários inicial e final. Entretanto, foi possível verificar um aumento de 18,4% na média geral obtida pelos alunos no questionário final (4,18 pontos), havendo uma redução na porcentagem de alunos com notas inferiores a 5 e um aumento de 16% no número de alunos que alcançaram nota 7 no questionário final. A avaliação dos acertos por questão possibilitou observar um aumento na porcentagem de acerto nas questões 3, 5, 6, 8, 9 e 10, contudo sendo significativo apenas nas questões 5, 6 e 9. Porém, as questões 1, 2 e 4 apresentaram diminuição nos índices de acerto no questionário final, sendo que apenas a questão 1, sobre o assunto “Totipotência”, apresentou uma redução significativa no número de acertos. Sendo assim, a proposta metodológica abordada na pesquisa proporcionou uma visão contextualizada do conteúdo Biotecnologia, permitindo compreender alguns mecanismos envolvidos nessa temática.

Palavras-chave: Biotecnologia vegetal. Ensino de biologia. Cultura de tecidos vegetais.

ABSTRACT

Biotechnology teaching is fundamental to understand and relate the health of species to their interference in factors such as safety, animal and plant productivity, damage repair and environmental preservation. However, given the subject is in constant technical-scientific development with significant applications in the daily life of living beings, the updating of these concepts is extremely important for critical opinion formation. Therefore, this research aimed to present the actual concepts and fundamentals of Biotechnology with emphasis on Plant Biotechnology to the students of a high school, of the public institution of the state of Ceará. The methodology consisted of two expository lessons, presenting basic topics of Biotechnology and a specific content about Plant Biotechnology (Plant Tissue Culture and its applications), through the presentation of video on the subject and performing a practical activity on micropropagation with an ornamental species. The general assessment of student performance was based on comparing the responses to the questionnaires, applied at the beginning and end of the study. The Mann-Whitney test was carried out to compare the average general grades obtained in the initial and final questionnaires. Assess changes in student responses after the study was applied using the McNemar test. There was no significant difference between the mean values achieved in the initial and final tests. Although it was possible to verify an 18.4% growth in the average obtained in the last questionnaire (4.18 points), with a reduction in the percentage of grades below 5 and a 16% increase in the number of students who achieved grade 7 in the final questionnaire. The evaluation of the correct answers per question made it possible to observe an increase in the correct answer percentage in questions 3, 5, 6, 8, 9, and 10, however being significant only in questions 5, 6, and 9. However, questions 1, 2 and 4 showed a decrease in the hit rates in the final questionnaire, and only question 1 on the subject "Totipotency" presented a significant reduction in the number of hits. Thus, the methodological proposal addressed in the research provided a contextualized view of the Biotechnology content, allowing us to understand some mechanisms involved in this theme.

Keywords: Plant Biotechnology. Biology teaching. Plant tissue culture.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo geral.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1 O Ensino de Biologia.....	14
3.2 Biotecnologia.....	15
3.2.1 <i>Ensino de Biotecnologia</i>	16
3.3 Biotecnologia Vegetal.....	17
4 METODOLOGIA.....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
APÊNDICE A – PLANO DE AULA 1.....	31
APÊNDICE B – PLANO DE AULA 2.....	32
APÊNDICE C – PLANO DE AULA PRÁTICA.....	33
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia, ramo das Ciências da Natureza, é relevante e deve ser tratado com muita atenção, logo que suas construções científicas e tecnológicas estão presentes em diversos setores da atualidade. Sendo assim, se faz necessária a aplicação de metodologias inovadoras e de contextualização capazes de formar alunos questionadores, críticos e éticos, integrando a comunidade e a escola (KRASILCHIK, 2008). É, principalmente, no ensino médio que os estudantes devem compreender as inter-relações entre o entendimento científico e as mudanças tecnológicas, bem como analisar o impacto que essas tecnologias podem produzir sobre a nossa qualidade de vida (BOSSOLAN et al., 2005). Um dos temas que se adequam a esse contexto é a Biotecnologia.

A Biotecnologia pode ser conceituada como um conjunto de tecnologias que possibilita a modificação ou a utilização dos organismos para a obtenção de novos produtos para fins práticos ou industriais (CANHOTO, 2010).

O desenvolvimento da Biotecnologia é evidente e cabe à sociedade avaliar e julgar suas práticas, e sempre que necessário, contestar seus resultados quando estes não atenderem as expectativas correspondente às necessidades da vida e do meio ambiente (PRADO; FIGUEIREDO, 2016). O reconhecimento e o posicionamento frente às demandas científicas tecnológicas têm como pré-requisito a necessidade de se alfabetizar cientificamente a sociedade (BONIS; COSTA, 2009). Sendo assim, as práticas orientadas para a contextualização, reflexão, discussão e ensino da Biotecnologia enquadram-se no processo de alfabetização científica.

Existem diversos temas polêmicos relacionados à Biotecnologia, como pesquisa genômica, clonagem de órgãos e organismos, utilização de células tronco e organismos transgênicos, que são abordados e discutidos dentro e fora da escola. Sendo fundamental que haja discussões acerca das vantagens e desvantagens desses assuntos. Cabe ao professor tratar desses assuntos relacionados à Biotecnologia, para que os alunos não tenham somente os meios de comunicação informal, como mídias sociais e televisão, informando, muitas vezes, erroneamente ou induzindo a determinados pensamentos equivocados (PEDRANCINI *et al.*, 2007).

Além disso, um ramo muito importante da Biotecnologia é a Biotecnologia Vegetal, que se refere à manipulação das plantas para obtenção de novas características ou à sua utilização para obtenção de determinados produtos ou funções (CANHOTO, 2010).

Alguns temas de Biotecnologia Vegetal, como a obtenção de plantas

geneticamente modificadas estão previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino médio, em aulas de Biologia Vegetal. Contudo, essa área unifica distintas disciplinas, o que demonstra a complexidade na compreensão da biologia dos vegetais. Entretanto, os livros didáticos utilizados em sala de aula, encontram-se desatualizados em relação aos temas de Biotecnologia Vegetal (XAVIER; FREIRE; MORAES, 2006). Assim, esses assuntos são apresentados de forma superficial, com escassez de fundamentação necessária para a formação do conhecimento e estabelecimento do pensamento crítico em relação a essa prática. Diante disso, torna-se importante a introdução desta relevante temática no ensino médio, visando à preparação de alunos mais conscientes sobre os impactos desse eixo em seus cotidianos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Apresentar aos alunos de uma escola de ensino médio da rede pública do Estado do Ceará, os conceitos e fundamentos da Biotecnologia, com ênfase em Biotecnologia Vegetal.

2.2 Objetivos específicos

- Informar aos estudantes sobre a importância da Biotecnologia para a humanidade;
- Exemplificar a utilização da Biotecnologia no cotidiano;
- Apresentar a Cultura de Tecidos Vegetais como importante ferramenta biotecnológica, com aplicação na conservação de recursos genéticos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O Ensino de Biologia

A formação de alunos com embasamento científico possibilitando seu posicionamento crítico e consciente diante das questões sociais atuais é o principal foco do ensino de Ciências. Delizoicov *et al.* (2009) também apontam sua importância no aprendizado do dinamismo e funcionamento de processos biológicos no ambiente.

O ato de aprender Ciências vai muito além da compreensão de seus conceitos. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias define competências e habilidades, nos primeiros níveis de ensino (Fundamental), que possibilitem a ampliação e a sistematização do conhecimento no que se refere: à conceitos da área; contextualização sociocultural, ambiental e histórica; às linguagens, processos e práticas das Ciências (BRASIL, 2017).

O ensino de Biologia, ramo das Ciências da Natureza, segundo Krasilchik (2008) torna-se relevante e detentor de merecida atenção, logo que suas construções científicas e tecnológicas estão presentes em diversos setores da atualidade. Sendo necessária a aplicação de metodologias de contextualização e inovadoras capazes de formar alunos questionadores, críticos e éticos, integrando-a à comunidade e a escola. Entretanto, não se torna uma tarefa simples sua aplicabilidade, tendo em vista a necessidade que professor e aluno tenham contato com diversas palavras diferentes de pronúncias e escrita difíceis, diferindo, por vezes, das comumente utilizadas pela população.

Outra significativa dificuldade frente ao ensino de Biologia, apresentado por Duré, Andrade e Abílio (2018), é o extenso currículo dessa disciplina para o ensino médio, proporcionando ao professor o desafio de trabalhar uma grande quantidade de conceitos, processos e mecanismos sobre seres vivos que se mostram distantes, inicialmente, da realidade dos alunos. O qual aliado à reduzida infraestrutura das instituições da rede pública não permite a execução de aulas práticas, distanciando ainda mais os conteúdos da vivência dos alunos.

Além das dificuldades apresentadas mediante infraestrutura e primeira vivência da disciplina, os professores devem ser capazes de desconstruir alguns conhecimentos prévios adquiridos ao longo da vida de cada aluno. Conhecimentos relacionados a informações que foram adquiridos através de meios de comunicação informal, como mídias sociais e televisão,

de forma fragmentada e superficial. Dessa forma, cabe ao professor apresentar os conteúdos de Biologia sem negligenciar as experiências dos alunos (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018; HOLANDA, 2013).

Diante disso, a escola deve abordar a Biologia de uma maneira sistêmica, transdisciplinar e contextualizada, promovendo uma educação que favoreça a apropriação do conhecimento a fim de que cada indivíduo possa tomar decisões conscientes e esclarecidas (PEDRANCINI et al., 2007).

Nesse contexto, noções sobre temas atuais em que se emprega conhecimento tecnológico podem aparecer em vários momentos na escola, principalmente nas disciplinas de ciências da natureza, com níveis diferentes de enfoque e aprofundamento. É principalmente no ensino médio que os estudantes devem compreender as inter-relações entre o entendimento científico e as mudanças tecnológicas e devem analisar o impacto que as tecnologias podem produzir sobre a qualidade de vida (BOSSOLAN et al., 2005). Um dos temas que se adequam a esse contexto é a biotecnologia.

3.2 Biotecnologia

A Biotecnologia pode ser definida como uma atividade multidisciplinar englobando diversos setores da sociedade, como saúde, meio ambiente e indústria, variando em cada país, em virtude dos recursos naturais, econômicos, políticos e as empresas públicas e privadas envolvidas nestas atividades (MALAJOVICH, 2007). Sua característica é a utilização de organismos vivos ou partes deles para a obtenção de um determinado produto. Processos simples, como a fermentação, também são considerados exemplos de Biotecnologia. A Biotecnologia pode ser utilizada tanto na produção de pães por meio da fermentação de leveduras, bem como no melhoramento genético utilizado para a seleção e o aprimoramento de características de interesse das espécies animais e vegetais. Entretanto, as técnicas de manipulação de DNA são mais recentes na ciência e passaram a caracterizar a engenharia genética, como no caso da geração de organismos transgênicos, identificação de pessoas com base na análise do DNA e da clonagem (LOPES, 2015).

Dessa forma, torna-se importante refletir em sala de aula sobre as implicações da Biotecnologia na vida da humanidade, passando por questões que abrangem desde a saúde das espécies até sua interferência em fatores como segurança, produtividade animal e vegetal, reparo de danos e preservação ambiental. Além disso, é relevante relacionar os resultados da Biotecnologia aos comportamentos e práticas bioéticas, confrontando sempre o que é

necessário, o que é ético e o que é nocivo à vida em todos os seus aspectos e formas (PRADO; FIGUEIREDO, 2016).

3.2.1 Ensino de Biotecnologia

O estudo da biotecnologia tem ganhado destaque em debates e pesquisas por apresentar temáticas como Genética e Biologia Molecular (FONSECA; BOBROWSKI, 2015). A compreensão desses temas, seus processos de análise e resultados possibilitam a formulação de visão crítica acerca das práticas biotecnológicas e sua aplicabilidade, pelos alunos.

Temas polêmicos, como pesquisa genômica, clonagem de indivíduos e órgãos, utilização de células tronco e transgênicos, estão relacionados a Biotecnologia e são bastante discutidos na sociedade contemporânea. Logo, o professor tem como função, diante desse fato, abordar esses assuntos, promovendo debates e discussões em sala de aula, evitando assim que as informações sejam transmitidas, muitas vezes, erroneamente e, assim, induzindo os alunos a formulação de pensamentos distorcidos da realidade (PEDRANCINI et al., 2007). De acordo com Holanda (2013) a abordagem na sala de aula de temas que enfoquem os avanços da ciência e da tecnologia, feita de forma clara, objetiva e significativa, acaba sempre incidindo sobre a responsabilidade dos professores. Além disso, a didática utilizada pelos educadores pode gerar o interesse ou a rejeição dos estudantes (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018), e por isso a abordagem de temas contemporâneos, tais como clonagem, transgênicos, projeto genoma, entre outros, deve ser realizada com cuidado, objetivando conceder aos alunos a oportunidade deles ampliarem seus conhecimentos e estimulá-los a adotar ações e a gerar transformações na sociedade atual.

O ensino de Biotecnologia e Engenharia Genética também desperta a atenção do aluno por estar relacionado ao desenvolvimento de diversos produtos, por meio de técnicas bioquímicas e moleculares. Neste contexto, a Bioengenharia torna-se uma porta de abertura para o mercado de trabalho, estando direcionada para diversos setores, como agricultura, nutrição, energia, meio ambiente, pecuária e saúde, além de estar associada a trabalhos de conservação e evolução de espécies endêmicas (SILVA JÚNIOR; SASSON, 2008). Assim, a execução de uma abordagem mais significativa do estudo da Bioengenharia para o ensino médio faz-se necessário, visando uma aproximação entre o cotidiano do aluno e o conhecimento científico (PRADO; FIGUEIREDO, 2016).

Entre as linhas de pesquisa da Biotecnologia, a vegetal possui significativa importância devido aos reflexos que seus processos têm nos setores de agricultura, indústria

alimentar e meio ambiente. A produção de plantas que não necessitem de pesticidas, ou menores quantidades de fertilizantes e água, ou que sejam capazes de produzir menores níveis de substâncias alergênicas ou tóxicas, são exemplos de finalidades e importâncias da Biotecnologia Vegetal (OLIVEIRA, 2000). Tornando-a um importante tema a ser discutido dentro do conteúdo de Biotecnologia.

3.3 Biotecnologia Vegetal

A Biotecnologia Vegetal é um instrumento de grande importância para a obtenção de produtos de interesse, utilizando as plantas como matéria-prima. Seus benefícios estão relacionados ao desenvolvimento sustentável, refletindo no aumento da geração de alimentos, medicamentos, combustíveis e outros produtos vinculados a economia do país (BRASIL, 2000).

Entretanto, Gagliardi et al. (2017), discutem a falta de interesse dos alunos ingressantes no curso de Ciências Biológicas na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Os autores não apresentam uma razão clara para o desinteresse desses alunos, podendo estar ligada a fatores sociais, econômicos e culturais, ou pela formação dos professores principalmente do ensino médio. Logo, os autores tomam por conclusão que a carência de conhecimento no ensino básico sobre o tema, dificulta sua compreensão nos estágios de ensino posteriores.

Alguns temas de Biotecnologia, como a obtenção de plantas geneticamente modificadas estão previstas na BNCC para o ensino médio, em aulas de Biologia Vegetal. Contudo, essa área unifica distintas disciplinas, como anatomia, fisiologia, taxonomia, organografia, evolução, biologia celular e genética, o que evidencia a complexidade na compreensão da biologia dos vegetais.

Além disso, de acordo com Peixe et al., (2017), ao analisarem oito livros didáticos na temática de DNA e Biotecnologia publicados no ano de 2013, observaram que 50% livros didáticos não fazem relação do conhecimento científico e tecnológico, com uma implicação direta na sociedade e no meio ambiente. Além disso, mesmo nos casos em que se desenvolve a contextualização com o cotidiano, esses autores observaram que não se explora ou não se evidencia devidamente a relação com genética e ética, ou não se discute sobre possíveis riscos e benefícios do uso da biotecnologia para as pessoas e para o meio ambiente.

Logo, esses temas são apresentados de forma superficial, com escassez de fundamentação necessária para a formação do conhecimento e estabelecimento do

pensamento crítico em relação a essa prática. Desta forma, a pesquisa seguiu a metodologia apresentada adiante visando a introdução do estudo de biotecnologia vegetal no ensino médio e preparação de alunos mais críticos sobre o papel desse conteúdo em seu cotidiano.

4 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado em uma escola estadual profissionalizante, localizada na cidade de Fortaleza, Ceará. O projeto foi aplicado durante o mês de outubro de 2019, em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, do turno da manhã, do curso profissionalizante em Redes de Computadores, durante horário das aulas de Biologia, ocupando uma carga horária de quatro horas, distribuídas em dois dias diferentes e abrangendo um total de 38 alunos.

A metodologia consistiu de duas aulas expositivas dialogadas (Apêndices A e B), que abordaram temas de Biotecnologia, como Primórdios da Biotecnologia; Produção de alimentos por meio da fermentação; Seleção artificial – plantas e animais; Melhoramento genético; Engenharia genética; Tecnologia do DNA recombinante; Organismos Geneticamente Modificados e Organismos Transgênicos; Clonagem reprodutiva e terapêutica; Conservação da biodiversidade: Bancos de germoplasma; Projeto genoma humano; Redes neurais; Sistema CRISPR Cas 9. Além de um conteúdo específico sobre a Biotecnologia Vegetal (Cultura de Tecidos Vegetais e suas aplicações). Além das aulas, foi apresentado um vídeo sobre melhoramento genético vegetal (“O melhoramento genético de plantas no nosso dia a dia”), disponibilizado pelo Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB). Após a apresentação do vídeo, foram promovidas discussões sobre o uso da Biotecnologia de forma contextualizada.

Além disso, foi realizada uma aula prática sobre micropropagação (Apêndice C), com mudas do banco de germoplasma de antúrio, doadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) - Agroindústria Tropical. Devido impossibilidade de realizar a atividade em laboratório, todas as atividades foram executadas em sala de aula, usando a infraestrutura disponível. Durante a prática, foi trabalhada a importância dos bancos de germoplasma e como a biotecnologia, utilizando a cultura de tecidos vegetais, pode auxiliar nesse processo. Também foi discutida a reprodução vegetativa das plantas e clonagem.

O processo avaliativo consistiu na aplicação de um questionário (Apêndice D) contendo dez questões de múltipla escolha com quatro alternativas cada, sendo apenas uma correta. Todos os temas abordados nas questões foram trabalhados em sala de aula. Os alunos tiveram aproximadamente 30 minutos para responder o questionário. As questões apresentaram como base os temas de Biotecnologia, dentre eles, transgênicos, sistema CRISPR Cas 9, projeto Genoma Humano, Cultura de Tecidos Vegetais e Melhoramento

Genético, conforme apresentado no quadro 1. O questionário foi aplicado no início e ao final do projeto. Uma questão dissertativa foi cobrada no questionário final. Essa questão discursiva tinha como objetivo verificar a opinião dos alunos sobre a execução do projeto e sugestões sobre a aula. Essa questão era composta por três frases (“que bom...”, “que pena...”, e “que tal...”), as quais os alunos deveriam completar.

Quadro 1: Temas das questões aplicadas no questionário.

Questão	Tema
1	Totipotência
2	Banco de Germoplasma
3	Cultura de Tecidos Vegetais – conservação do meio ambiente
4	Melhoramento Genético Vegetal
5	Reprodução vegetativa das plantas – Clonagem
6	Sistema CRISPR Cas9
7	Organismos transgênicos
8	Cultura de Tecidos Vegetais – desinfestação
9	Clonagem terapêutica
10	Projeto Genoma Humano

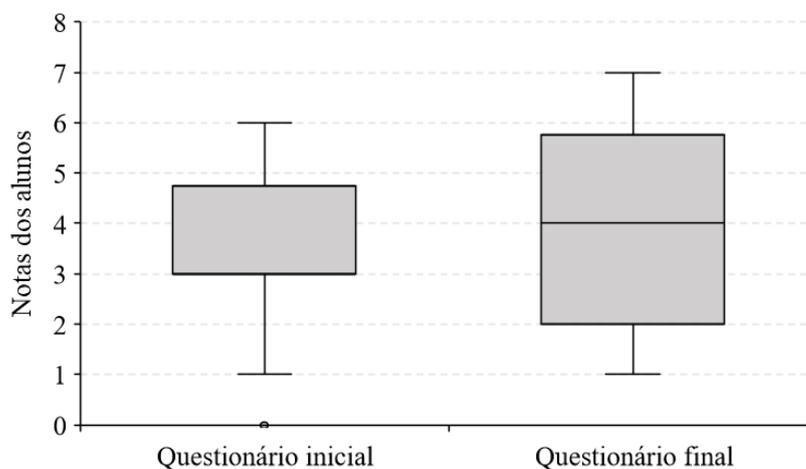
A avaliação geral de desempenho dos alunos baseou-se na comparação das respostas aos questionários, aplicado, em duas etapas, no início e ao final do projeto, entretanto foram contabilizados apenas os questionários de alunos que participaram de ambas etapas. Os dados gerados foram avaliados estatisticamente através de uma análise de *Shapiro-Wilk* para verificação da normalidade e posterior seleção dos testes a serem submetidos. Foi utilizado o teste de *Mann-Whitney* para comparar as notas gerais médias obtidas pelos alunos nos questionários inicial e final. Gráficos *boxplot* foram realizados visando apresentar a variação entre os resultados dos questionários inicial e final. O teste de *McNemar* foi empregado com o objetivo de avaliar as mudanças nas respostas dos alunos após a aplicação do estudo. O nível de significância usado para os testes foi de 95% ($p < 0,05$). Os programas utilizados para realização dos testes estatísticos e confecção de gráficos foram o *Past 3.05* (Copyright Hammer 1999-2015) e *Microsoft® Office 2016* (©Microsoft Corporation 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa (Mann Whitney, $p > 0,05$) entre os valores médios dos questionários final e inicial. Entretanto, foi possível verificar um aumento de 18,4% na média geral obtida pelos alunos no questionário final (4,2 pontos) em relação ao questionário inicial (3,2 pontos), apesar de ainda ser considerado um baixo valor (Figura 1). Sousa et al. (2018) aplicando questionários iniciais e finais em cinco turmas do 3º ano do ensino médio em uma instituição da rede pública do Rio de Janeiro, observaram ausência de diferença significativa em uma única turma, porém sendo possível observar um aumento na nota final, assim como em outras turmas.

A ausência de diferença significativa entre os questionários inicial e final pode estar relacionada ao tempo de apresentação dos conteúdos. A metodologia deste trabalho consistiu em dois dias de aula, totalizando 4h/aula, usando multimídias, aulas expositivas dialogadas e prática, sendo 30 minutos destinados a aplicação dos questionários no início e no final da pesquisa, entretanto, quando comparado a outros estudos desenvolvidos em perspectiva similar (GAGLIARDI et al., 2017; SILVA; ZINGARETTI; LISONI, 2018; SOUSA et al., 2018) o tempo dedicado à aplicação das metodologias foi bastante inferior. Borgerding, Sadler e Koroly (2013) mencionam que além da falta de recursos e equipamentos, o tempo curto de aplicação das aulas pode contribuir para o baixo rendimento dos alunos no ensino de Biotecnologia, segundo professores entrevistados.

Figura 1. Comparação das notas gerais médias obtidas pelos alunos nos questionários inicial e final.

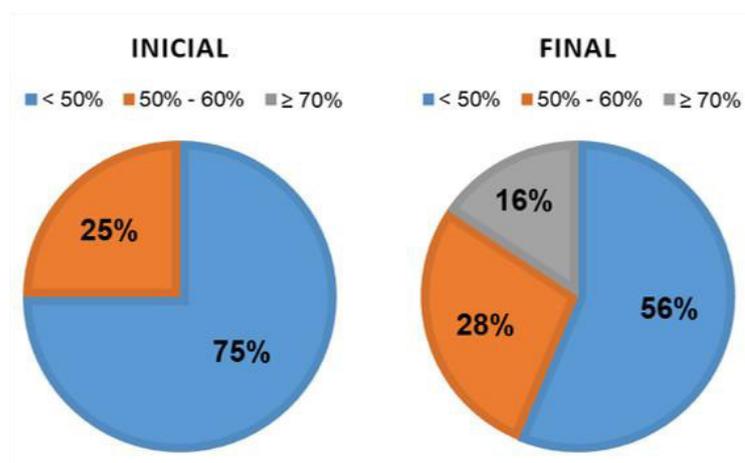


Fonte: Elaborada pela autora

O baixo rendimento dos alunos talvez esteja ligado a falta de embasamento científico dos alunos sobre o tema e um possível desinteresse diante do assunto abordado. Souza e Farias (2011) discutem essa questão em sua pesquisa avaliando a percepção de alunos do ensino médio sobre o uso de alimentos transgênicos na alimentação escolar, onde os alunos não utilizaram os conhecimentos científicos apresentados anteriormente em sala de aula para iniciar debates sobre o consumo de transgênicos.

A análise individual do rendimento dos alunos (Figura 2) apresentou uma melhora no desempenho no questionário final. Houve uma redução na porcentagem de alunos com notas inferiores a 5. Também é possível observar um aumento de 16% no número de alunos que alcançaram nota 7 no questionário final, esse valor não tinha sido alcançado por nenhum aluno no questionário inicial. Gagliardi et al. (2017) abordando a temática Biotecnologia Vegetal com alunos do ensino médio, entre os anos de 2013 e 2015, apresentaram resultados similares aos obtidos nesta pesquisa, havendo um aumento na porcentagem de acertos no questionário final em relação ao inicial.

Figura 2. Avaliação do rendimento dos alunos entre os questionários inicial e final.



Fonte: Elaborada pela autora.

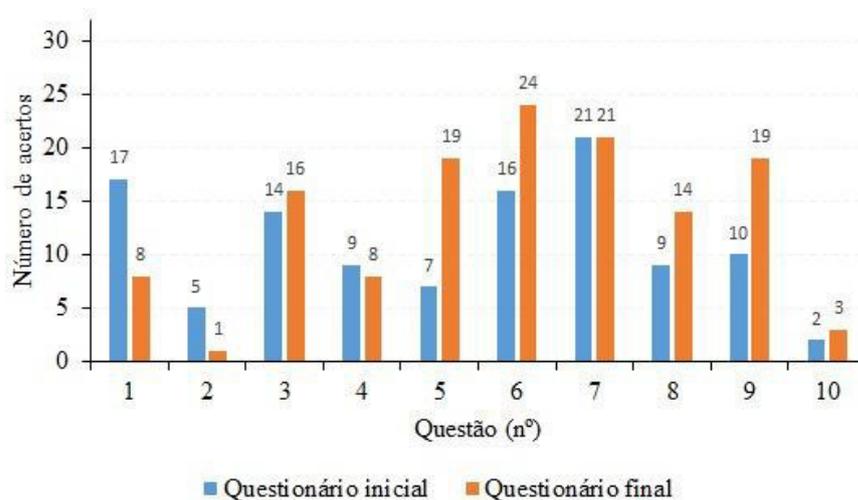
Tenenbaum (2011) discute a eficácia de quatro metodologias de ensino (uso de texto, aula expositiva, vídeo e *Power Point*), o qual observou que todos os métodos são igualmente eficazes no ensino de Biologia para alunos do ensino médio. Logo, apesar do baixo rendimento médio dos alunos desta pesquisa (Figura 1), o aumento na porcentagem de acertos observado no questionário final, deve estar relacionado às metodologias de ensino utilizadas em sala.

Krasilchik (2008) reconhece a importância de diferentes modalidades didáticas como estímulo para o interesse dos alunos e mudança no comportamento deles diante a apresentação de um conteúdo. Porém, a utilização dessa diversificação de modalidades didáticas nem sempre é aplicada, havendo prevalência de aulas expositivas, conforme relato de uma aluna presente no estudo desenvolvido por Araujo e Santos (2014). Um dos fatores que podem inviabilizar a aplicação de metodologias diferentes são os problemas de infraestrutura, que dificultam a realização de aulas práticas. Além disso, a falta de contextualização dos assuntos é outro fator que causa desinteresse dos alunos, prejudicando assim, o processo de ensino-aprendizagem e tornando desestimulante o ensino de Biologia.

A última etapa do projeto foi a aula prática, os estudantes receberam orientações de como realizar a micropropagação de mudas de uma espécie ornamental produzida *in vitro*. Contudo, devido a problemas de infraestrutura, não foi possível realizar a prática no laboratório de Ciências, esse foi um fator que impediu que todos os alunos manipulassem as plantas. Sendo assim, houve uma demonstração e apenas oito alunos, que se voluntariaram, conseguiram realizar a micropropagação. Segundo Gagliardi et al. (2017), esta etapa é crucial para dar a dimensão concreta da aplicabilidade do método.

A avaliação dos acertos por questão permitiu observar um aumento na porcentagem de acerto nas questões 3, 5, 6, 8, 9 e 10 (Figura 3), contudo sendo significativo apenas nas questões 5, 6 e 9 (McNemar, $p < 0,05$), essas questões abordavam os temas reprodução vegetativa das plantas (clonagem), sistema CRISPR Cas9 e clonagem terapêutica, respectivamente. Estes assuntos motivaram bastante a atenção dos alunos durante as aulas, principalmente o da questão 5, pois a prática realizada foi baseada nesse contexto. Porém as questões 1, 2 e 4 apresentaram diminuição nos índices de acerto no questionário final, sendo que apenas a questão 1, sobre o assunto “Totipotência”, apresentou uma redução significativa no número de acertos (McNemar, $p < 0,05$). Comportamento semelhante foi observado por Sousa et al. (2018), o qual uma pequena parcela de alunos apresentou rendimento negativo em algumas questões do questionário final. Os autores ressaltam que a diminuição no rendimento pode estar relacionada a falta de interesse no projeto, que também pode induzi-los a marcar respostas aleatórias ou a copiar as respostas dos colegas.

Figura 3. Avaliação da porcentagem de acerto das questões de Biotecnologia entre os questionários inicial e final.



Fonte: Elaborada pela autora.

Na questão 1, 53,1% dos alunos tinham marcado o item correto (A) no questionário inicial, entretanto houve uma mudança para o item “D” no questionário final (Tabela 1), provavelmente essa mudança ocorreu devido ao entendimento de forma equivocada do conteúdo abordado durante o projeto. Ao falar sobre clonagem terapêutica foi usado o termo “reprogramação celular” no qual era possível “reprogramar” células humanas, fazendo-as assumir características de células-tronco embrionária. Dessa forma, esse conteúdo pode ter induzido os alunos a trocarem de resposta.

Na questão 2, que tratava sobre o tema “Banco de Germoplasma”, também houve uma diminuição no número de acertos, contudo o item mais escolhido (item “D”) pelos alunos permaneceu o mesmo nos dois questionários (Tabela 1). Além disso, essa questão juntamente com a questão 10 (sobre “Genoma Humano”), foram as que apresentaram os menores índices de acerto. Esses baixos índices podem estar relacionados com a quantidade pequena de tempo disponibilizado para abordar esses assuntos.

Tabela 1. Porcentagem de itens marcados por questão nos questionários inicial e final.

Questões		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Questionário	Itens										
Inicial	A	53,1	21,9	43,8	21,9	25,0	6,3	21,9	28,1	31,3	12,5
	B	21,9	15,6	3,1	28,1	21,9	15,6	6,3	15,6	6,3	6,3
	C	9,4	6,3	0,0	34,4	28,1	50,0	65,6	28,1	31,3	40,6
	D	15,6	50,0	50,0	15,6	25,0	15,6	6,3	18,8	31,3	28,1
Final	A	25,0	37,5	50,0	12,5	6,3	9,4	25,0	43,8	25,0	12,5
	B	15,6	3,1	6,3	25,0	59,4	6,3	3,1	0,0	9,4	9,4
	C	15,6	3,1	3,1	18,8	3,1	75,0	65,6	40,6	59,4	31,3
	D	43,8	56,3	40,6	43,8	28,1	9,4	6,3	15,6	6,3	46,9
Gabarito		A	B	A	B	B	C	C	A	C	B

Em relação à questão discursiva, a maioria dos alunos respondeu de forma positiva. Foram encontradas frases como:

“Que bom que através de nossas aulas aprendemos muito sobre Biotecnologia, o que é, para que serve, temas e procedimentos importantes. Aulas muito interativas.”
“Que bom que os conteúdos foram bem explicados.”
“Que bom que tivemos prática e estudamos sobre clonagem.”
“Que bom, o fato de a gente poder ver como acontece o processo de manipulação das plantas.”
“Que bom que teve informação sobre assuntos ainda não explorados.”

Inclusive na frase em que deveriam dizer um ponto negativo (“que pena...”) foram encontradas respostas que demonstram a boa aceitação do projeto, como:

“Que pena não ter tempo para ter mais aulas.”
“Que pena que acabou, pois gostava muito.”

Entretanto também foram relatados:

“Que pena que perdemos tempo de aula por problemas de infraestrutura.”
“Que pena que não podemos conhecer os processos da clonagem de plantas no laboratório real.”
“Que pena que o conteúdo é complicado.”

Dentre as sugestões dadas (“que tal...”), foram encontradas:

“Que tal levar-nos ao laboratório.”
“Que tal dar mais exemplos e continuar com as práticas para melhor entendimento do conteúdo.”
“Que tal explicar um pouco mais devagar.”
“Que tal se tivesse mais aulas práticas sobre esse assunto.”
“Que tal passar aulas sem slides, se tornam um pouco cansativas.”

É interessante ressaltar que oito alunos mencionaram que gostariam de ter mais aulas práticas e realizar visitas aos laboratórios. Essas aulas não estão limitadas a ser apenas

uma forma de constatar a teoria explicada em sala de aula pelo professor. Este tipo de metodologia busca, através do uso de instrumentos, de discussões e análises de problemas, que o aluno tente explicar o que ocorreu da maneira que mais lhe faça sentido, mas levando em consideração o conhecimento científico. Isso faz com que o aluno compreenda eventos do cotidiano e adquira novos conhecimentos relacionados à ciência (LEITE; SILVA; VAZ, 2005).

A apresentação fundamentada de uma nova tecnologia, aos alunos do ensino público através de um trabalho direcionado, em função das dificuldades específicas desse público-alvo, representa um desafio até para os professores experientes, situação fácil de ser comprovada entre esses profissionais (GAGLIARDI et al., 2017). Esses autores, comprovaram que os resultados demonstram que é possível introduzir novos conhecimentos sobre temas atuais, o que motiva e desperta a curiosidade necessária ao aprofundamento de cada aluno. Entretanto, esses conhecimentos precisam ser integrados a uma base conceitual mais sólida. Durante a aplicação do projeto, este reforço pode ser obtido através de um planejamento conjunto com a professora responsável pelas turmas contempladas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta metodológica abordada na pesquisa mostrou-se eficaz para a realização do projeto. Dessa maneira, é fundamental abordar temas de Biotecnologia na escola, de forma contextualizada e atual, utilizando metodologias atrativas que possibilitem a aproximação dos alunos com o conteúdo apresentado. Entretanto, durante a realização do projeto foram observados alguns fatores que poderiam ter contribuído para um resultado melhor, como disponibilização de um tempo maior para aplicação das aulas, conjuntamente com o reforço de conteúdos relacionados a Biotecnologia; Utilização de ambiente laboratorial adequado para realização de aulas práticas; E possibilidade de visita técnica a uma instituição que tenha pesquisas relacionadas a Biotecnologia. O interesse demonstrado pelos alunos na aula prática e na apresentação do vídeo, indicaram que o uso de uma metodologia dinâmica e atrativa podem favorecer a aprendizagem significativa no ensino de Biotecnologia.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Aralli Aparecida da Costa; SANTOS, Sandro Prado. Olhares para o ensino em biologia: concepções de estudantes do ensino médio. **Didática e Prática de Ensino na relação com a Escola**, [s. l.], v. 1, p. 3315–3319, 2014.
- BONIS, Marcos De; COSTA, Marco Antonio Ferreira Da. Educação em biossegurança e bioética : articulação necessária em biotecnologia Education on biosafety and bioethics : necessary articulation in biotechnology. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 2107–2114, 2009.
- BORGERDING, L.; SADLER, T.; KOROLY, M. Teachers' concerns about biotechnology education. **Journal of Science Education & Technology**, v. 22, n.2, p.133-147. 2013.
- BOSSOLAN, Nelma Regina Segnini et al. O centro de biotecnologia molecular estrutural: aplicação de recursos didáticos desenvolvidos junto ao ensino médio. **Ciência e Cultura**, [s. l.], v. 57, n. 4, p. 41–42, 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Convenção da Diversidade Biológica. 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2017.
- CANHOTO, J. M. Biotecnologia Vegetal: da Clonagem de Plantas à Transformação Genética. Coimbra. 2010.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. O Ensino de ciências: fundamentos e métodos. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- DURÉ, Ravi Cajú; ANDRADE, Maria José Dias de; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino De Biologia E Contextualização Do Conteúdo: Quais Temas O Aluno De Ensino Médio Relaciona Com O Seu Cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 259–272, 2018.
- FAGUNDES, Wagner Andre et al. Metodologia De Ensino De Biologia Relacionada À Temática Biotecnologia. **III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], p. 8, 2012. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/ensino_bio/15.pdf>
- FONSECA, Viviane Barneche; BOBROWSKI, Vera Lucia. Biotecnologia na Escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 496–509, 2015.
- GAGLIARDI, Rachel Fatima et al. Produção e conservação in vitro de plantas medicinais: introdução da biotecnologia vegetal no ensino médio. **Interagir: pensando a extensão**, [s. l.], n. 24, p. 1–11, 2017.
- HOLANDA, Deborah Ximenes Torres. **A abordagem de temas contemporâneos de biologia no ensino médio: um estudo exploratório**. 2013.[s. l.], 166 f. Dissertação

(Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. 6.ed. São Paulo: Edusp, 2008.
LEITE, Adriana Cristina Souza; SILVA, Pollyana Alves Borges; VAZ, Ana Cristina Ribeiro. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 166–181, 2005.

LOPES, Rogério Mendes. **A concepção do ensino de clonagem nos livros didáticos de biologia do ensino médio numa perspectiva histórica**. 2015. [s. l.], 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

MALAJOVICH, Maria Antonia. O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA: ENFRENTANDO DESAFIOS. **II Simpósio de Popularização da Biotecnologia**, [s. l.], p. 1–3, 2007.

OLIVEIRA, M. Margarida. Aplicações e Avanços na Área da Biotecnologia Vegetal. **Boletim de Biotecnologia Campo Grande, 1700 Lisboa**, [s. l.], n. 1, p. 22–27, 2000.

PEDRANCINI, V. D. et al. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 299–309, 2007.

PEIXE, P. D.; PINHEIRO, L. G.; ARAÚJO, M. F. F.; MOREIRA, S. A. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. **Acta Scientiae**, v.19, n.1, 2017.

PRADO, Isabel Cristina de Oliveira Melo do; FIGUEIREDO, Josiane Aparecida Gomes. Prática e reflexões sobre a biotecnologia no terceiro ano do ensino médio do CERP – MORRETES / PR. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**, [s. l.], v. 1, 2016.

SILVA, Renan Gonçalves da; ZINGARETTI, Sonia Marli; LISONI, Flávia Cristina Rodrigues. Percepções de alunos do ensino médio público sobre a temática Biotecnologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 288–305, 2018.

SILVA JÚNIOR, César; SASSON, Sezar. **Biologia**. São Paulo: Saraiva, 1998.

SOUSA, Isabela Brandão de et al. Conservação in Vitro Da Biodiversidade Vegetal: Abordagem No Ensino Médio. **Revista Brasileira De Extensão Universitária**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 47–56, 2018.

SOUZA, Aline Furtuozo; FARIAS, Gilmar Beserra. Percepção do conhecimento dos alunos do ensino médio sobre transgênicos: concepções que influenciam na tomada de decisões. **Experiências em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 21–32, 2011.

TENENBAUM, Susane dos Santos. **Avaliação de diferentes metodologias de ensino para alunos de Biologia do Ensino Médio**. 2011. [s. l.], 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas)-Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2011.

XAVIER, Márcia Cristina Fernandes; FREIRE, Alexandre de Sá; MORAES, Milton Ozório. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 275–289, 2006.

APÊNDICE A – PLANO DE AULA 1

DADOS

Duração da atividade: 2h/aula

Ensino Médio

Disciplinas envolvidas: Biologia

Série: 3º ano

Conteúdos: Biotecnologia: Primórdios da biotecnologia; Produção de alimentos por meio da fermentação; Seleção artificial – plantas e animais; Melhoramento genético; Engenharia genética; Tecnologia do DNA recombinante; Organismos Geneticamente Modificados e Organismos transgênicos.

OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Compreender os fundamentos básicos da Biotecnologia.

Objetivos específicos:

- Apresentar conceitos ligados aos primórdios da biotecnologia;
- Discutir sobre a produção de alimentos por meio da fermentação;
- Apresentar conceitos sobre o melhoramento genético vegetal e animal;
- Apresentar os conceitos sobre engenharia genética;
- Diferenciar organismos geneticamente modificados de organismos transgênicos.

METODOLOGIA

- Aula expositiva-dialogada, com utilização de slides e vídeo;
- Os primeiros 30 minutos da aula serão destinados a resolução do questionário avaliativo.

RECURSOS

- Quadro;
- Pinceis;
- Data show;
- Caixa de som.

AVALIAÇÃO

Questionário avaliativo, utilizado antes e após o projeto (Apêndice D).

APÊNDICE B – PLANO DE AULA 2

DADOS

Duração da atividade: 1h/aula

Ensino Médio

Disciplinas envolvidas: Biologia

Série: 3º ano

Conteúdos: Biotecnologia: Clonagem reprodutiva e terapêutica; Conservação da biodiversidade: Bancos de germoplasma e sua importância; Projeto genoma humano; Redes neurais; Sistema CRISPR Cas 9.

OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Compreender os fundamentos básicos da Biotecnologia.

Objetivos específicos:

- Apresentar conceitos ligados ao clonagem reprodutiva e terapêutica;
- Discutir sobre a importância da conservação da biodiversidade e utilização de bancos de germoplasma;
- Apresentar conceitos sobre o Projeto Genoma Humano;
- Apresentar os conceitos sobre Redes Neurais e Sistema CRISPR Cas 9.

METODOLOGIA

- Aula expositiva-dialogada, com utilização de slides;

RECURSOS

- Quadro;
- Pinceis.
- Data show.

AVALIAÇÃO

Questionário avaliativo, utilizado antes e após o projeto (Apêndice D).

APÊNDICE C – PLANO DE AULA PRÁTICA

DADOS

Duração da atividade: 30 minutos

Ensino Médio

Disciplinas envolvidas: Biologia

Série: 3º ano

Conteúdos: Cultura de Tecidos Vegetais – micropropagação.

OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Compreender os fundamentos básicos da técnica de micropropagação de plantas.

Objetivos específicos:

- Manipular as plantas com auxílio de pinças e bisturis;
- Realizar a etapa de multiplicação das plantas;
- Relacionar a técnica de micropropagação com a utilização de bancos de germoplasma *in vitro*.

METODOLOGIA

Materiais necessários:

- Mudas de plantas *in vitro*.
- Frascos contendo meio de cultura;
- Pinças e bisturis;

Procedimento:

Realizar a etapa multiplicação, que consiste em dividir o material separando os brotos formados e transferi-los para um frasco contendo meio de cultura fresco, de modo a obter numerosas subculturas.

APÊNCIDE D – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS

Número na chamada: _____ Turma: _____ Data: _____

1) Totipotência é a capacidade de uma única célula se dividir e produzir outros tipos celulares. Podemos dizer que:

- a) As células totipotentes dos animais são chamadas de células-tronco.
- b) Nos animais qualquer célula viva pode ser considerada totipotente.
- c) As células totipotentes originadas de folhas não formam células de raiz.
- d) Qualquer célula viva pode ser considerada totipotente.

2) Dadas as seguintes afirmativas sobre Banco de Germoplasma, marque a alternativa verdadeira:

- a) Unidade conservadora de material genético com potencial somente de uso futuro.
- b) Pode ser classificado em Bancos de Base ou em Bancos Ativos.
- c) Banco de Germoplasma é utilizado somente para a conservação in situ.
- d) Um Banco de Germoplasma deve conter alta variabilidade genética de cada acesso.

3) A Biotecnologia Vegetal se baseia na cultura de tecidos (CTV) e envolve a manipulação de plantas para obter produtos úteis. Como a biotecnologia pode ajudar também na proteção ao meio ambiente?

- a) A CTV é usada na conservação ao multiplicar espécies ameaçadas de extinção.
- b) Não ajuda, pois as plantas cultivadas in vitro não sobrevivem no ambiente.
- c) Não é possível cultivar plantas ameaçadas in vitro.
- d) Através do melhoramento de plantas.

4) Dadas as afirmativas abaixo quanto à produção de sementes de milho híbrido, marque a alternativa falsa.

- a) As sementes de milho híbrido simples são obtidas por meio do cruzamento entre duas linhagens.
- b) A quantidade de sementes produzidas na obtenção do híbrido simples é maior que aquelas do híbrido duplo.
- c) Os agricultores ficam reféns dos produtores de sementes, uma vez que estes detêm as linhagens parentais.
- d) Para produzir um híbrido duplo é necessário o cruzamento entre dois híbridos simples.

5) A reprodução vegetativa de plantas por meio de estacas é um processo natural. O homem, observando esse processo, desenvolveu uma técnica para propagar plantas em escala comercial. A base genética dessa técnica é semelhante àquela presente no (a):

- a) transgenia.
- b) clonagem.
- c) hibridização.
- d) melhoramento genético.

6) São funções realizadas pelo sistema CRISPR Cas9, EXCETO:

- a) Deleção de genes.
- b) Inserção de genes.
- c) Síntese proteica.
- d) Inativação de genes.

7) Que nome é dado a um organismo que tem genes de outra espécie incorporados ao seu genoma?

- a) Heterozigótico.
- b) Homozigótico.
- c) Transgênico.
- d) Clone.

8) A desinfestação dos explantes e a assepsia dos instrumentos, meios de cultura e áreas onde as culturas são manipuladas são de grande importância nos trabalhos de cultura de tecidos vegetais, pois:

- a) buscam o melhor controle possível da contaminação nas culturas.
- b) auxiliam na eliminação de gemas e plantas não desejadas.
- c) garantem que microrganismos adequados sejam cultivados com as culturas.
- d) garantem que o manipulador das culturas não se contamine.

9) Apesar do que muitos pensam a clonagem não é utilizada apenas com a finalidade de gerar um indivíduo idêntico ao que o originou. Algumas vezes ela é realizada para produzir células-tronco para o tratamento de algumas enfermidades. Esse último tipo de clonagem é conhecido por:

- a) clonagem in vitro.
- b) clonagem reprodutiva.
- c) clonagem terapêutica.
- d) clonagem reparadora.

10) Sobre o Projeto Genoma, é INCORRETO afirmar:

- a) O projeto apresentou o mapa com a sequência de unidades químicas que formam o código genético humano.
- b) O programa reuniu 20 centros de pesquisas de apenas seis países: EUA, Grã-Bretanha, Japão, Alemanha, Brasil e Espanha.
- c) Os resultados do projeto demonstraram que a quantidade de genes do corpo humano é apenas um terço daquela que sempre se imaginou (cerca de 100 mil).
- d) Outra revelação importante diz respeito às semelhanças entre os seres vivos. A pesquisa conclui que na realidade, tudo o que é vida tem a mesma origem biológica.