



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO
DE BIOLOGIA

MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS

**ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS: UMA PROPOSTA
PEDAGÓGICA BASEADA EM PROBLEMAS PARA A COMPREENSÃO DAS
BASES DA GENÉTICA MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO**

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE
2024**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO
DE BIOLOGIA

MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS

**ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS: UMA PROPOSTA
PEDAGÓGICA BASEADA EM PROBLEMAS PARA A COMPREENSÃO DAS
BASES DA GENÉTICA MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado
ao Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão da
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE do
curso de Mestrado Profissional em Ensino de
Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia
Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Garcia

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE
2024**

Catálogo na Fonte
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Lígia F. dos Santos, CRB-4/2005

Assis, Marcio Emerson da Silva.

Organismos geneticamente modificados: uma proposta pedagógica baseada em problemas para a compreensão das bases da genética molecular no ensino médio/ Marcio Emerson da Silva Assis - Vitória de Santo Antão, 2024.

123 f.; il., color.

Orientador: José Eduardo Garcia.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, 2024.

Inclui referências, anexo e apêndices.

1. Biotecnologia. 2. Organismos Geneticamente Modificados. 3. Aprendizagem Baseada em Problemas. 4. Biologia - estudo e ensino. I. Garcia, José Eduardo (Orientador). II. Título.

574.87328 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE - 18/2024

MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS

**ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS: UMA PROPOSTA
PEDAGÓGICA BASEADA EM PROBLEMAS PARA A COMPREENSÃO DAS
BASES DA GENÉTICA MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado
ao Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão da
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE do
curso de Mestrado Profissional em Ensino de
Biologia.

Aprovado em: 22/03/2024.

BANCA EXAMINADORA

(Assinado digitalmente em 06/06/2024 12:30)

JOSÉ EDUARDO GARCIA (Orientador)
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR
CCB CAV (12.34.24)
Matrícula: ###055#0

(Assinado digitalmente em 06/06/2024 12:36)

EMERSON PETER DA SILVA FALCÃO (Examinador Interno)
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR
CN - CAV (12.34.03)
Matrícula: ###415#8

(Assinado digitalmente em 06/06/2024 14:26)

ANA CRISTINA LAUER GARCIA (Examinador Externo)
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR
CCB CAV (12.34.24)
Matrícula: ###157#6

Visualize o documento original em <http://sipac.ufpe.br/documentos/> informando seu número:
830, ano: 2024, tipo: **ATA DE DEFESA DE DISSERTACÃO**, data de emissão: 06/06/2024
e o código de verificação: e3eb77926c

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a Deus pelo presente da vida e constante proteção;

À minha esposa, Christiane Kátya Lôbo Assis, pela compreensão, carinho e apoio fundamentais que tornaram possível esta conquista;

Ao meu filho, Marco Antônio Lôbo Assis, por compreender minhas ausências e por seu apoio constante;

Aos demais familiares, pelo amor e companheirismo sempre presentes;

Ao meu orientador, Dr. José Eduardo Garcia por sua dedicação e contribuição fundamental para a realização deste sonho;

Aos novos amigos e parceiros do PROFBIO/UFPE/CAV, turma de 2022, por toda atenção e companheirismo nesta jornada;

À amiga, Patrícia Kelly da Silva Lôbo, pelo apoio nos momentos de dificuldades;

Aos professores que me acompanharam, apoiaram e acreditaram em mim;

À companheira Maria Idália de Freitas Gomes, gestora da Escola José Carlos Florêncio, pelo apoio imprescindível para a realização desta pesquisa;

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)-Brasil-Código de Financiamento 001”)

À Universidade Federal de Pernambuco, por permitir a implementação deste programa de mestrado;

À UFMG e à Coordenação Nacional do PROFBIO, pois sem sua colaboração nada disso seria alcançado;

A todos que contribuíram para esta conquista, expresso minha profunda gratidão.

RELATO DO MESTRANDO

A busca pela qualificação profissional sempre foi um pilar fundamental em minha trajetória como educador, e o ingresso no programa de mestrado PROFBIO representou a concretização desse anseio por aprimoramento. Desde o início, vislumbrei essa oportunidade como um caminho para me tornar uma profissional mais inovador, eficiente e produtivo em minhas práticas pedagógicas.

A notícia da aprovação no processo seletivo foi recebida com imensa felicidade, ainda que ciente dos desafios que surgiriam ao longo do curso: deslocamentos semanais, impacto financeiro, distância da família, fadiga constante, entre outros obstáculos. Contudo, meu comprometimento e motivação foram inabaláveis, guiados pela convicção de que o retorno em termos de aprendizado superaria qualquer adversidade.

Ao longo do mestrado, cada conhecimento adquirido encontrou aplicação imediata em minhas práticas educacionais. Os projetos desenvolvidos durante o curso, que se entrelaçavam harmoniosamente com os encontros presenciais, revelaram-se como ferramentas valiosas para repensar e aprimorar minhas estratégias de ensino. As abordagens investigativas, em particular, destacaram-se como referências sólidas que permearam positivamente minha atuação docente.

Os professores desempenharam um papel fundamental nesse percurso, abrindo novos horizontes e incentivando constantemente a busca por aprofundamento nas temáticas abordadas ao longo do curso. As qualificações proporcionadas estimularam-me a transcender, incentivando a busca incessante por novas fontes de pesquisa.

Não posso deixar de expressar minha profunda gratidão por todo o suporte recebido. As orientações específicas para as Atividades de Aplicação em Sala de Aula (AASA), assim como para a elaboração do projeto e do TCM (Trabalho de Conclusão de Mestrado), desempenharam um papel crucial, expandindo meus horizontes e ressaltando a necessidade de buscar conhecimentos científicos para estar cada vez mais preparado para auxiliar os alunos em seu cotidiano escolar.

Este curso, embora árduo e intenso, revelou-se como um divisor de águas em minha carreira. A despedida desse período de aprendizado vai deixar saudades, mas também uma profunda gratidão por todos que contribuíram para minha evolução acadêmica e profissional.

“A função da educação é ensinar a pensar intensamente e pensar criticamente. Inteligência mais caráter: esse é o objetivo da verdadeira educação”.

Martin Luther King Jr.

RESUMO

O estudo da genética molecular, dos Organismos Geneticamente Modificados e da biotecnologia desempenha um papel vital no mundo contemporâneo, impactando diversas áreas, desde a saúde até a agricultura e o meio ambiente. Para os estudantes do ensino médio, compreender esses conceitos não apenas abre portas para futuras carreiras, mas também promove a conscientização sobre questões científicas que afetam diretamente suas vidas e o mundo ao seu redor. Assim, para que haja um maior interesse e aprendizado dos conceitos abordados em genética, é conveniente que o professor possa utilizar metodologias diferenciadas que promovam o protagonismo e as habilidades cognitivas dos discentes. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma sequência didática e um caderno didático instrucional utilizando a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas como instrumento facilitador para o ensino-aprendizagem dos conceitos básicos em genética molecular, através do estudo de Organismos Geneticamente Modificados. A aplicação da pesquisa contou com a participação de estudantes matriculados nas turmas 3º Anos do ensino médio da Escola José Carlos Florêncio, em Caruaru-PE. Essa metodologia colocou os estudantes no centro do processo de aprendizagem, desafiando-os a resolver problemas. Ao longo da sequência didática, as interações discursivas entre os estudantes revelaram posicionamento ativo, crítico e investigativo diante de problematizações relacionadas ao conhecimento científico proposto. Após cada etapa das resoluções das situações-problemas os estudantes mostraram aprimoramento no desenvolvimento de habilidades e compreensão sobre a temática. Conclui, então, que a abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas como estratégia educativa no Ensino Médio facilitou a compreensão da dinâmica da genética molecular e biotecnologia, minimizando o distanciamento entre o estudo teórico e sua aplicabilidade, bem como despertou um maior interesse dos estudantes em relação ao estudo da Genética e destacou o papel docente da atualidade como facilitador, valorizando, portanto, a postura ativa dos estudantes na construção do conhecimento.

Palavras-chaves: metodologias diferenciadas; aprendizagem baseada em problemas; sequência didática; biotecnologia.

ABSTRACT

The study of molecular genetics, Genetically Modified Organisms and biotechnology plays a vital role in the contemporary world, impacting several areas, from health to agriculture and the environment. For high school students, understanding these concepts not only opens doors to future careers, but also promotes awareness of scientific issues that directly affect their lives and the world around them. Therefore, for there to be greater interest and learning of the concepts covered in genetics, it is advisable for the teacher to use different methodologies that promote the protagonism and cognitive abilities of students. Therefore, the objective of this work was to develop a didactic sequence and an instructional textbook using the Problem-Based Learning methodology as a facilitating instrument for the teaching-learning of basic concepts in molecular genetics, through the study of Genetically Modified Organisms. The research was carried out with the participation of students enrolled in the 3rd year high school classes at Escola José Carlos Florêncio, in Caruaru-PE. This methodology placed students at the center of the learning process, challenging them to solve problems. Throughout the didactic sequence, discursive interactions between students revealed an active, critical and investigative positioning in the face of problematizations related to the proposed scientific knowledge. After each stage of solving problem situations, students showed improvement in the development of skills and understanding of the topic. It concludes, then, that the Problem-Based Learning approach as an educational strategy in high school facilitated the understanding of the dynamics of molecular genetics and biotechnology, minimizing the gap between theoretical study and its applicability, as well as arousing greater interest among students in relation to the study of Genetics and highlighted the current teaching role as a facilitator, therefore valuing the active and problematizing stance of students in the construction of knowledge.

Keywords: differentiated methodologies; problem-based learning; didactic sequence; biotechnology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sequência de trabalho na metodologia ABP	31
Figura 2– Compreensão da metodologia ABP.	32
Figura 3– Etapas da metodologia ABP	33
Figura 4– Vantagens da metodologia ABP	33
Figura 5– Sequência didática.....	35
Figura 6– Avaliação da sequência didática	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Livros e Sites disponibilizados aos estudantes.	29
Tabela 2– Resultados dos grupos (Problema 1).	41
Tabela 3 - Resultados dos grupos (Problema 2).....	45
Tabela 4– Resultados dos grupos (Problema 3)	49
Tabela 5– Resultados dos grupos (Problema 4).	52
Tabela 6 - Resultados dos grupos (Problema 5)	55

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAV - Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa de Seres Humanos

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO – Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas

HD – Hard Disc

OGM – Organismo Geneticamente Modificado

OMS – Organização Mundial da Saúde

PCR – Reação de Cadeia Polimerase

RNA – Ácido Ribonucleico

TCM – Trabalho de Conclusão de Mestrado

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Problematização.....	17
1.2 Justificativa	18
1.3 Hipótese	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 A metodologia de aprendizagem baseada em problemas (ABP) no ensino médio	20
2.2 A relevância da Tecnologia do DNA Recombinante e o desenvolvimento de OGMs	22
3 OBJETIVOS	25
3.1 Objetivo geral.....	25
3.2 Objetivos específicos.....	25
4 METODOLOGIA.....	26
4.1 Desenho da Pesquisa.....	26
4.2 Local da pesquisa.....	26
4.3 Caracterização dos Participantes.....	27
4.4 Critérios de Inclusão e Exclusão	28
4.5 Recrutamento dos Participantes	28
4.6 Instrumentos de coleta	28
4.7 Procedimentos para coleta.....	29
4.8 Fontes de informação e consulta para disponibilização.....	29
4.9 Proposta de sequência didática	30
4.10 Avaliação da sequência didática.....	37
4.11 Produto TCM.....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
6 CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE A – CADERNO DIDÁTICO INSTRUCIONAL.....	63
APÊNDICE B - RUBRICAS DE AVALIAÇÃO DOS PRÓPRIOS ESTUDANTES.....	77
APÊNDICE C - RESPOSTAS DAS ETAPAS (RESOLUÇÃO DAS SITUAÇÕES PROBLEMAS DOS GRUPOS).....	78
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	118

1 INTRODUÇÃO

A biotecnologia está se desenvolvendo rapidamente em campos da ciência que têm um grande impacto na sociedade. Um marco crucial para a biotecnologia moderna foi a elucidação da estrutura tridimensional da molécula de DNA por Watson e Crick, permitindo aos cientistas estudar detalhadamente o código genético da vida e inaugurando uma nova era, que daria origem à grandes áreas do conhecimento, tais como a engenharia genética, a biotecnologia moderna e a tecnologia do DNA recombinante.

A biotecnologia oferece conhecimentos sobre o aproveitamento de organismos vivos em prol do bem-estar humano. Embora os resultados desse campo estejam amplamente presentes no dia a dia, muitas vezes não percebemos que estamos usufruindo deles, desde atos simples como consumir iogurte até momentos vitais como receber uma vacina. Nem todos podem estar familiarizados com a definição precisa de biotecnologia, mas é inegável que todos desfrutamos dos produtos que ela proporciona, como queijos, detergentes, plásticos que se degradam naturalmente e medicamentos como antibióticos, apenas para citar alguns (Khan, 2020). Um dos temas mais discutidos a esse respeito são os Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), que são organismos que contêm uma sequência de DNA recombinante. Existem diferenças sutis entre os conceitos de OGMs e transgênicos. Nem todo OGM é um transgênico, ou seja, um OGM pode ter um gene superexpresso, ou subexpresso, pode não ter sido introduzido um gene, mas feitas remoções ou alterações em genes específicos que podem aumentar ou diminuir a expressão de uma determinada proteína (Arantes, 2003). Já o termo "transgênico" refere-se a um organismo que recebeu a introdução de um ou mais genes de uma espécie diferente por meio da técnica de transferência de genes (Ceccato, 2015). Essa técnica permite a transferência direta de genes entre espécies que não se cruzam naturalmente. Dessa forma, um organismo transgênico contém genes de uma espécie estranha incorporados ao seu genoma e, portanto, expressa uma proteína que originalmente aquela espécie não expressaria. Portanto, o conceito de OGM engloba o de transgênico (Ceccato, 2015).

No início do século XX, surgiu o movimento da biotecnologia moderna, especialmente focado na imunologia e genética (Khan, 2020). Este movimento foi impulsionado pelo avanço das técnicas e conhecimentos científicos relacionados à manipulação de organismos vivos, incluindo a manipulação genética, a produção de medicamentos e vacinas, bem como o desenvolvimento de métodos diagnósticos mais precisos na área da imunologia. Este período foi marcado por avanços significativos que moldaram o campo da biotecnologia e estabeleceram as bases para muitas das tecnologias e

aplicações que vemos hoje (Khan, 2020). A ciência forense e biomédica passaram por uma revolução com métodos laboratoriais inovadores, como o sequenciamento de DNA, análise de proteínas e a técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR) (Khan, 2020).

A revolução verde que expandiu a produção de alimentos em todo o mundo nas décadas de 1950 e 1960 foi uma modernização global da agricultura impulsionada pela inovação tecnológica na produção, com base na aplicação da genética, máquinas agrícolas e produtos químicos, como fertilizantes e pesticidas (Pierce, 2016). No Brasil, a integração técnica ocorreu por meio de incentivos governamentais, acompanhado com a expansão das fronteiras agrícolas na região do Cerrado. Na agricultura de hoje, as culturas são muito diferentes de seus ascendentes selvagens, tendo sofrido modificações genéticas significativas que aumentaram a produtividade a partir da expressão de características desejáveis, como resistência às doenças e pragas, qualidades nutricionais especiais e elementos que facilitam o manejo da cultura (Pierce, 2016).

Muitos medicamentos são produzidos a partir de bactérias e fungos que foram geneticamente modificados para torná-los produtores eficientes de substâncias. A indústria da biotecnologia utiliza técnicas de genética molecular para desenvolver e sintetizar substâncias economicamente importantes em larga escala. Insulina, fatores de coagulação do sangue, enzimas, antibióticos, vacinas e muitos medicamentos são produzidos comercialmente a partir de bactérias e outros organismos geneticamente modificados (Pierce, 2016).

O ensino de Genética molecular, através de OGMs permite aos estudantes do ensino médio a oportunidade de compreender as implicações sociais, éticas e ambientais da biotecnologia (Costa *et al.*, 2013). Eles podem explorar questões como segurança alimentar, sustentabilidade, impacto ambiental e políticas relacionadas aos OGMs. Para explorar essa temática foi desenvolvida nessa pesquisa uma sequência didática com a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para evidenciar seus prováveis benefícios na compreensão de conceitos e fenômenos relacionados aos avanços das técnicas do DNA recombinante.

Segundo Barrows e Tamblyn (1980), a ABP é definida como “um método de aprendizagem em que o estudante é apresentado a um problema no início do processo de ensino e é responsável por descobrir e aprender os conhecimentos necessários para resolver o problema”. Dessa forma, a ABP possibilita que os alunos se responsabilizem pelo próprio processo de aprendizado (Araz; Sungur, 2007). Impulsionados por suas investigações, os estudantes se transformam em aprendizes que conduzem autonomamente seu aprendizado (Torp; Sage, 2002).

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABP) tem como principal objetivo unir a teoria com a prática, tornando o aprendizado mais significativo e de forma simultânea, fazendo com que o estudante obtenha as bases teóricas e as teste simultaneamente (Berbel, 1998).

A abordagem ABP apresenta aos estudantes problemas abertos, a partir dos quais serão formadas bases dos conceitos da aprendizagem. O trabalho de compreensão dos princípios básicos dos problemas e soluções é realizado pelos estudantes em grupos e vislumbra a construção do conhecimento e o desenvolvimento do pensamento crítico. A elaboração dos problemas relacionados com a experiência do aluno é feita pelo professor/pesquisador que deve descrever situações em que a experiência do aluno pode ser utilizada (conhecimento prévio) como ponto de partida para a aquisição de novos conhecimentos.

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da educação Nacional 9.394/96 (Brasil, 1996) é um marco na política educacional ao assegurar a articulação entre o que se aprende na escola e o mundo do trabalho. Nessa ótica, a educação deve servir como preparação para o exercício da cidadania preparando o estudante para o aprendizado contínuo e capacitando-o para o desenvolvimento da organização intelectual e do pensamento crítico. Pressupõe-se também que na organização do ensino médio devem ser aplicados métodos de ensino e avaliação capazes de estimular a iniciativa dos estudantes em compreender o significado da ciência e dominar os princípios científicos e tecnológicos que permeiam a sociedade moderna. Assim, uma educação de qualidade tem objetivo de formar cidadãos capazes de intervir criticamente na realidade para transformá-la, considerando o desenvolvimento de capacidades que lhes permitam se adaptar às complexas condições e alternativas do mercado de trabalho atuais, com a capacidade e competências necessárias para enfrentar a rapidez de produção e circulação de novos conhecimentos e informações (Brasil, 1999).

A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) traz a competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o novo ensino médio que tem por objetivo investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Diante disso, é conveniente que sejam incluídas diferentes estratégias de ensino que proporcionem ao aluno acesso ampliado ao conhecimento tornando o ensino por investigação e solução de

problemas mais abrangente. Essas diretrizes estão em consonância com a BNCC, que, de forma ampliada, complementada pelo currículo, prevê indicações para um ensino baseado em uma metodologia de ensino ativo e significativo (Brasil, 2018).

Importante ressaltar que as diferentes habilidades relacionadas abaixo se encontram no documento norteador para o novo ensino médio:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. (Brasil, 2018, p. 559).

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas Ciências Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. (Brasil, 2018, p. 559).

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. (Brasil, 2018, p. 559).

A elaboração de problemas a serem investigados na sequência didática tem o intuito de proporcionar condições para a explanação e solução de fenômenos em questão, favorecer a determinação de variáveis na formulação de hipóteses, permitir a contextualização com os saberes cotidianos, favorecer a interdisciplinaridade, proporcionar meios de transmissão de ações manipulativas que abordam ações intelectuais e levam os alunos a erigir explicações baseadas em conceitos e leis científicas (Carvalho, 2018).

1.1 Problematização

Nossa pergunta de pesquisa consistiu em como a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas poderia colaborar para explorar as bases da genética molecular através do estudo de OGMs no ensino médio, indo além da simples transmissão de conhecimento teórico, buscando engajar os estudantes em situações desafiadoras e reais, que estimulam o pensamento crítico, a pesquisa, a análise de diferentes perspectivas e a tomada de decisões embasadas nas evidências científicas como facilitadora de uma aprendizagem significativa.

Portanto, esta pesquisa se propôs a desenvolver uma sequência pedagógica baseada em problemas para o ensino médio, que abordasse os OGMs de forma abrangente e significativa, capacitando os estudantes a compreender e participar ativamente dos debates

sobre essa tecnologia, contribuindo assim para sua formação como cidadãos conscientes e críticos.

1.2 Justificativa

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), originalmente desenvolvida nas faculdades de medicina, é uma proposta em que a aprendizagem ocorre por meio da resolução de problemas com pequenos grupos de alunos, acompanhados por um tutor. Os problemas são abertos e permitem o estudo do material científico no contexto. (Escrivão Filho; Ribeiro, 2009). Ao elaborar uma proposta de ABP para uma turma de Ensino Médio deve ser levada em consideração a diferença entre este nível de estudo e o nível universitário.

A aplicação da metodologia ABP ainda no ensino médio oferecerá aos estudantes uma oportunidade valiosa de mergulhar em questões científicas reais e contemporâneas, permitindo-lhes não só compreender os fundamentos da genética molecular e biotecnologia, mas também refletir sobre as implicações éticas, sociais e ambientais associadas ao uso e desenvolvimento de OGMs. Ao fomentar a exploração ativa, a troca de ideias e o debate informado, espera-se que os alunos se tornem não apenas consumidores críticos de informações, mas também participantes engajados e responsáveis em questões científicas e sociais relevantes para o mundo em que vivemos.

A justificativa desta pesquisa encontra suporte ao levar o aluno a perceber a importância da técnica de manipulação genética para solucionar problemas que afetam a humanidade, como: doenças, fome, efeitos das mudanças climáticas globais na cadeia produtiva dos alimentos etc. O desenvolvimento do conhecimento da genética no espaço escolar oferece muitas possibilidades para vislumbrar no aluno a vontade de avançar nos estudos da área científica.

Avançar nos estudos científicos durante o Ensino Médio é fundamental, pois proporciona aos alunos a oportunidade de desenvolver precocemente habilidades de pensamento crítico, investigativo e analítico. Além disso, permite que os estudantes compreendam a relevância da ciência na resolução de problemas do mundo real, capacitando-os a enfrentar desafios futuros de forma mais informada e consciente. Essa imersão precoce na área científica também pode estimular vocações e aspirações profissionais, incentivando os alunos a considerar carreiras nas ciências e tecnologias relacionadas.

1.3 Hipótese

“A aprendizagem baseada em problemas é uma abordagem eficaz para o estudo de genética molecular e organismos geneticamente modificados, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades e competências fundamentais para sua formação científica como cidadãos críticos e informados.”

Essa hipótese parte do pressuposto de que a abordagem baseada em problemas proporcionará aos estudantes a oportunidade de se envolverem em situações reais e desafiadoras relacionadas a genética molecular e os OGMs, estimulando sua curiosidade e promovendo uma aprendizagem mais significativa. Acredito que essa abordagem fornece um ambiente propício para que os estudantes desenvolvam habilidades de pesquisa, análise crítica e resolução de problemas, além de fomentar o pensamento ético e a consideração das múltiplas perspectivas envolvidas nas discussões sobre OGMs.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A metodologia de aprendizagem baseada em problemas (ABP) no ensino médio

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), inicialmente concebida para ambientes acadêmicos de medicina, é um método educacional que prioriza a aprendizagem por meio da resolução de problemas em pequenos grupos de alunos, orientados por um tutor. De acordo com Moraes, Souza e Lins (2019), a ABP “é um método de ensino que pode estimular a criatividade, a curiosidade e a capacidade de aprender, tornando o aluno o protagonista do processo”. Isso porque a metodologia incentiva a participação ativa dos alunos na busca pelo conhecimento necessário para resolver um problema, em vez de simplesmente receberem informações passivamente. Os problemas propostos são abertos, permitindo uma imersão no material científico contextualizado (Escrivão Filho; Ribeiro, 2009). Ao criar uma proposta de ABP para uma turma do ensino médio, é essencial considerar as diferenças entre este nível educacional e o ambiente universitário.

No contexto da Educação Básica no Brasil, essa prática pedagógica ainda não é amplamente difundida ou aplicada, e isso pode ser atribuído a alguns fatores como: Modelos tradicionais de ensino adotados em muitas escolas; a falta de formação específica ofertada aos professores para implementar métodos de ensino alternativos, como a ABP; o sistema educacional e curricular que muitas vezes é pautado em currículos rígidos e em avaliações padronizadas; a escassez de recursos adicionais, como materiais didáticos diversificados, acesso à tecnologia e ambientes de aprendizagem flexíveis, nas escolas (Lopes; Silva Filho; Alves, 2019).

O uso da ABP como método de ensino na educação básica requer uma reestruturação organizacional e prática na escola, possibilitando que os alunos se tornem participantes ativos do processo educacional. Essa reestruturação poderá oferecer condições para que os estudantes trabalhem em equipe, aprendam, desenvolvam e modifiquem conceitos, ampliem suas perspectivas do mundo ao resolver problemas, e se capacitem para contribuir e aprimorar a qualidade de vida na sociedade.

As práticas educacionais de uma escola são sempre moldadas e impactadas pelo contexto social, econômico, político e cultural da sociedade em que estão inseridas. Todas as atividades educativas dentro de uma escola são influenciadas por uma série de fatores, tanto internos (como decisões tomadas dentro da escola e das salas de aula) quanto externos (relacionados ao ambiente além dos limites físicos da escola). Os resultados dos processos

educacionais são correlacionados, entre outros elementos, com características individuais dos alunos (motivação, conhecimento prévio, estado de saúde), recursos disponíveis na escola e disposição física do ambiente escolar, seleção de conteúdos conforme valores e saberes, influenciando o planejamento curricular e político-pedagógico da instituição, além da valorização do papel dos professores e demais profissionais da educação.

Durante a resolução de um problema, os estudantes recebem orientação do professor, que os auxilia de forma discreta, incentivando-os a avaliar seu próprio desempenho. Essa responsabilidade do professor é crucial para esclarecer o caminho, permitindo que os estudantes assumam um papel mais ativo no processo de aprendizado (Delisle, 1997). Dessa forma, ao se envolverem em ciclos de aprendizagem para solucionar o problema apresentado, os alunos adquirem a habilidade de determinar quais conhecimentos são necessários para atingir seus objetivos. Ao compartilharem suas descobertas, identificam as lacunas no seu entendimento e aprimoram seus relatórios à medida que adquirem novos conhecimentos, preparando-se para considerar possíveis soluções para o problema (Torp e Sage, 2002).

Além disso, a ABP tem sido relacionada ao desenvolvimento de habilidades importantes para a vida adulta, como a capacidade de solucionar problemas complexos e trabalhar em equipe. Segundo Gonçalves e Silva (2018), a ABP “pode ajudar a tornar a educação mais significativa e prática, ao estimular o desenvolvimento de habilidades que os alunos precisarão ao longo de suas vidas”.

Segundo Abd-El-Khalick *et al.* (2016), a ABP pode ser uma estratégia eficaz para o ensino de ciências naturais, uma vez que permite que os estudantes desenvolvam uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos e éticos envolvidos, além de estimular a resolução de problemas reais.

Um artigo de Araz e Sungur (2007) buscou comparar a efetividade da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) com o método tradicional de ensino, centrado em palestras, no que diz respeito ao desempenho acadêmico e às competências dos alunos do ensino fundamental em uma unidade de estudo sobre genética. Os pesquisadores desenvolveram o Teste de Desempenho Genético para avaliar o desempenho acadêmico e as habilidades de desempenho dos alunos. Este instrumento foi desenvolvido pelos pesquisadores levando em consideração o currículo de ciências do ensino fundamental. O teste incluiu 20 itens de múltipla escolha e um item do tipo dissertação para medir o desempenho acadêmico e as habilidades de desempenho dos alunos, respectivamente. Os itens do teste estavam relacionados à Genética Mendeliana. Os resultados da Análise Multivariada de Covariância revelaram que os estudantes submetidos à Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

obtiveram pontuações mais altas em desempenho acadêmico e habilidades de desempenho em comparação com aqueles que frequentaram aulas tradicionais. Isso sugere que os alunos envolvidos na ABP têm maior propensão a assimilar conceitos científicos relacionados à genética, além de integrar e estruturar o conhecimento adquirido. Além disso, foi observado que a habilidade de raciocínio explicava uma parte significativa da variação nas pontuações de desempenho acadêmico e habilidades de desempenho.

Portanto, a aprendizagem baseada em problemas pode ser uma abordagem eficaz para o estudo de organismos geneticamente modificados, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades e competências fundamentais para sua formação como cidadãos críticos e informados.

2.2 A relevância da Tecnologia do DNA Recombinante e o desenvolvimento de OGMs

A Tecnologia do DNA Recombinante é uma área da ciência que abrangem um conjunto de técnicas moleculares que, de modo geral, permitem a inserção de fragmentos de DNA de interesse em um vetor para que possam ser recombinados ao genoma, replicados e expressos em células hospedeiras. Esse conjunto de saberes tornou possível a produção de proteínas recombinantes em grande escala possibilitando, entre outras coisas, o desenvolvimento de terapias gênicas e a manipulação genética de plantas e animais (Pierce, 2016).

Uma das principais aplicações da Tecnologia do DNA Recombinante é a produção de proteínas recombinantes. As proteínas recombinantes são utilizadas em uma ampla variedade de aplicações, como produção de medicamentos, vacinas, enzimas e proteínas de interesse industrial. Em 1982, foi produzida a primeira proteína recombinante de interesse comercial, a insulina humana, para tratamento de diabetes (Cohen *et al.*, 1980). Desde então, muitas outras proteínas recombinantes foram produzidas e comercializadas, como fator VIII para tratamento de hemofilia, eritropoietina para tratamento de anemia e fator de coagulação recombinante para tratamento de distúrbios hemorrágicos (Brambell *et al.*, 1984).

Outra aplicação da Tecnologia do DNA Recombinante é o desenvolvimento de bactérias, fungos, plantas e animais transgênicos. Os organismos geneticamente modificados (OGMs) são produzidos pela inserção de um ou mais genes de interesse em um organismo hospedeiro. A Tecnologia do DNA Recombinante tornou possível o desenvolvimento de variedades de plantas resistentes a insetos, plantas que produzem compostos medicinais e animais que produzem proteínas recombinantes em seu leite (Ho; Yau, 2019).

Da mesma forma, essa tecnologia também é a base para o desenvolvimento de terapias gênicas, que são procedimentos médicos que visam tratar doenças causadas por mutações em um ou mais genes. A técnica consiste na inserção de um gene saudável em um tecido doente para substituir ou corrigir a função do gene mutante. Embora esta seja uma área ainda em desenvolvimento, já foram realizados vários ensaios clínicos e alguns tratamentos gênicos foram aprovados para uso clínico (Ginn *et al.*, 2018).

Além disso, os OGMs também podem ser utilizados para aumentar a resistência de plantas e animais a doenças e pragas, o que pode ser particularmente importante em áreas onde a biodiversidade está ameaçada por patógenos invasores. Estão em curso pesquisas explorando o uso de plantas geneticamente modificadas que podem ajudar a remover contaminantes do solo e da água, contribuindo para a recuperação de áreas afetadas por poluição (Chen *et al.*, 2017).

Existem muitos estudos que abordam a relevância dos OGMs em diferentes aspectos. Um estudo publicado na revista científica “*Nature Biotechnology*”, por exemplo, avaliou a segurança alimentar dos OGMs e concluiu que “não há evidências científicas que sugiram que os alimentos derivados de OGMs sejam menos seguros do que os alimentos produzidos por métodos convencionais” (Kuiper *et al.*, 2001). Isso sugere que, com base na análise realizada, não há indicativos científicos significativos que coloquem em risco a segurança dos alimentos geneticamente modificados em relação aos alimentos produzidos de maneira tradicional. O Brasil, hoje, é um dos maiores produtores globais de cultivos geneticamente modificados e centro de origem e diversificação de espécies relevantes para a agricultura e a alimentação. As culturas transgênicas ocupam mais de 50 milhões de hectares do vasto território brasileiro (Fernandes *et al.*, 2022).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), “a segurança dos alimentos derivados de OGMs é avaliada caso a caso antes de sua liberação para o consumo humano” (Who, 2023) e “as avaliações de risco para os alimentos derivados de OGMs são geralmente realizadas com base nos princípios estabelecidos pela Comissão do Codex Alimentarius”. O *Codex Alimentarius* é um programa conjunto da OMS e da Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas (FAO) que estabelece normas e diretrizes internacionais para segurança alimentar e comércio de alimentos.

O Brasil é reconhecido internacionalmente por suas leis de biossegurança rigorosas, posicionando-o entre os países com normativas mais exigentes nessa área. A biossegurança engloba um conjunto de medidas direcionadas para prevenir e reduzir os riscos associados às atividades de pesquisa, produção e avanço tecnológico. Seu objetivo primordial é

salvaguardar a saúde humana e animal, preservar o meio ambiente e garantir a qualidade dos resultados obtidos (EMBRAPA, 2021).

No Brasil, a CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança), vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), é um órgão colegiado multidisciplinar com funções consultivas e deliberativas. Sua atribuição principal é prestar assistência e suporte técnico ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança, especialmente relacionada ao desenvolvimento de produtos oriundos da engenharia genética ou da biotecnologia, os quais em algum estágio podem resultar na formação de um organismo geneticamente modificado (OGM). Além disso, a CTNBio tem a responsabilidade de estabelecer normas técnicas de segurança para a autorização de atividades ligadas à pesquisa e à liberação comercial de OGMs (Ctnbio, 2023).

É importante ressaltar que os OGMs são regulados por agências governamentais em todo o mundo. Essas agências exigem que os OGMs sejam submetidos a uma avaliação de segurança rigorosa antes de serem autorizados para comercialização. Os resultados dessas avaliações são publicados e disponíveis para consulta. Essas organizações frequentemente destacam, em suas análises e relatórios, que não há evidências científicas substanciais que sugiram que os alimentos provenientes de OGMs sejam menos seguros do que os alimentos produzidos por métodos convencionais (WHO, 2023).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver uma proposta pedagógica baseada em problemas para o ensino de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) no ensino médio, visando promover uma compreensão facilitadora dos conceitos relacionados às bases da genética molecular.

3.2 Objetivos específicos

- Desenvolver uma sequência didática estruturada, sob o contexto metodológico de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para turmas do 3º ano do Ensino Médio que inclua a apresentação dos problemas, orientações para pesquisa, debates em sala de aula e elaboração de soluções embasadas em evidências científicas;
- Contribuir para a compreensão da importância do ensino de OGMs (Organismos Geneticamente Modificados), vinculando o conhecimento das técnicas da genética molecular como estratégia de soluções úteis para a humanidade;
- Avaliar a eficiência de uma proposta de ABP como facilitadora para o processo ensino aprendizagem de genética molecular;
- Produzir um caderno instrutivo impresso e digital para orientação, uso e adaptação da sequência didática a ser aplicada por outros professores.

4 METODOLOGIA

4.1 Desenho da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida e aplicada entre agosto de 2023 à setembro de 2023 pelo próprio professor/pesquisador das turmas participantes e abordou o conteúdo de genética molecular e Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) com os estudantes do 3^{os} anos A e B do Ensino Médio da Escola José Carlos Florêncio na Cidade de Caruaru-PE, escola da Gerência Regional do Agreste Centro-Norte da Secretaria Estadual de Educação de Pernambuco e trouxe uma abordagem metodológica investigativa, observacional e qualitativa, por meio de uma sequência didática com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

Através desta metodologia, pretende-se erigir uma alternativa mais atrativa para desenvolver o aprendizado do tema Genética Molecular e OGMs, onde seja possível estabelecer relações entre o individual e o coletivo, entre a caracterização e a soluções de situações-problema desenvolvidas em uma sequência didática.

4.2 Local da pesquisa

O projeto foi desenvolvido na Escola Estadual José Carlos Florêncio, Código INEP 26055210, localizada na Rua Zeneide Maria dos Santos Vasconcelos, SN – Bairro Divinópolis, Caruaru-PE. O prédio principal da escola onde o projeto foi desenvolvido possui 8 salas de aula, um laboratório de ciências, um laboratório de informática, uma sala de professores, um refeitório, uma cozinha, um auditório, uma secretaria, uma diretoria, uma sala de coordenação, banheiros masculino e feminino para estudantes, dois banheiros para professores e equipe pedagógica, sala do grêmio e uma biblioteca.

A escola funciona em três turnos e conta com 930 estudantes matriculados nas modalidades Ensino Médio Regular, Novo Ensino Médio, Ensino Médio de Educação de Jovens e Adultos e Educação de Jovens, Novo Ensino Médio de Educação de Jovens e Adultos. O corpo profissional da escola é formado por: 41 professores (incluindo 3 professores de apoio escolar), 4 merendeiras, 2 auxiliares de serviços gerais, 2 porteiros, 2 analistas educacionais, 1 chefe de secretaria, 1 auxiliar administrativo, 1 gestor escolar, 1 gestor pedagógico, 1 educador de apoio e 1 coordenador de biblioteca.

4.3 Caracterização dos Participantes

Os participantes desta pesquisa foram estudantes da Escola Estadual José Carlos Florêncio regularmente matriculados no 3º ano do Ensino Médio, numa faixa etária de 17 a 19 anos. Os estudantes frequentam o tempo regular das 7h10min às 11h40min sendo uma parte moradora da área urbana e a maioria proveniente da zona rural de Caruaru. Esses estudantes da zona rural acessam a escola através do transporte escolar fornecido pela secretária de Educação de Pernambuco e enfrentam desafios específicos, como tempo maior para acessar a escola, dificuldades de recursos didáticos e tecnológicos muitas vezes não disponíveis para pesquisas fora do ambiente da escola, além de um contexto socioeconômico muitas vezes mais restrito se comparado aos que são de áreas urbanas.

Os estudantes antes de participarem das atividades da pesquisa vinham tendo aulas nos bimestres 1 e 2 do ano 2023 em curso de genética sobre os princípios básicos da hereditariedade, incluindo as leis de Mendel, herança genética, dominância e recessividade, como também, estrutura do DNA e RNA. No bimestre 3 foi aplicada a sequência didática da pesquisa com foco no estudo de genética molecular através dos OGMs.

A amostra foi de 38 participantes que corresponde aos estudantes regularmente matriculados nas turmas dos 3º anos A e B, sendo 21 da turma A e 17 da turma B. Todos os alunos matriculados nos terceiros anos A e B participaram das atividades, uma vez que o conteúdo é previsto no currículo a ser trabalhado em sala de aula. Na aplicação das atividades os alunos se organizaram em equipes com cinco ou seis componentes no qual foi escolhido um líder por equipe que foi o responsável por promover a colaboração e a comunicação, manter o grupo focado no objetivo motivando os membros a se comprometerem com o processo de aprendizado e com a resolução do problema. É importante destacar que o líder de equipe na pesquisa não teve autoridade hierárquica sobre os demais componentes da equipe, mas desempenhou um papel de facilitador, estimulando a colaboração, organização e ação coletiva para atingir os objetivos propostos dentro do método da Aprendizagem Baseada em Problemas.

Durante a aplicação da pesquisa nenhum estudante foi obrigado a participar sendo assegurados os direitos individuais, coletivos e pessoais sem prejuízo no decorrer das aulas de biologia. As atividades desenvolvidas não tiveram atribuição de nota, apenas avaliação qualitativa prevista no projeto. (Número do Parecer CEP: 6.040.212).

4.4 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão da pesquisa foram:

- Os estudantes na faixa etária de 17 a 19 anos;
- Os estudantes cursando o 3º ano A e B do ensino médio regular.

Os critérios de exclusão foram:

- Estudantes que tiveram transferência escolar ou de turma no decorrer das atividades propostas do projeto.

4.5 Recrutamento dos Participantes

O pesquisador em um tempo de aula de 50 minutos em auditório, apresentou detalhadamente o projeto de pesquisa aos estudantes.

No encontro foi explicado o objetivo, o tempo de realização do projeto, riscos e benefícios de sua realização. Aos estudantes com 18 anos interessados em participar foi solicitada a assinatura do Termo Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Para os estudantes menores de idade, foi realizado também um encontro com os pais/responsáveis e presença da coordenação pedagógica para apresentação do projeto. Aos menores de 18 anos, cujos pais/responsáveis autorizaram, foi solicitada a assinatura do Termo Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os pais/responsáveis e o Termo de Assentimento Livre e esclarecido (TALE) para os alunos. Os termos foram entregues aos pais e alunos e estes tiveram uma semana para avaliar se desejavam ou não participar da pesquisa, usando este tempo também para tirar dúvidas sobre a pesquisa com o pesquisador por e-mail ou rede social WhatsApp. Nenhuma nota ou qualquer outra forma de premiação foi atribuída pela participação.

4.6 Instrumentos de coleta

Os instrumentos de coleta de dados foram: As anotações das respostas e soluções feitas pelos estudantes nos documentos elaborados e as anotações do professor-pesquisador realizados por meio de observação participante durante a realização das atividades.

4.7 Procedimentos para coleta

A pesquisa foi constituída com uma sequência didática na metodologia da ABP que se valeu das seguintes estratégias:

- Organização de 7 grupos de estudo para compor ideias e hipóteses;
- Os problemas colocados para os alunos foram baseados em formulações simples;
- Os problemas (parte integrante e principal da metodologia) apresentados como situações complexas e que necessitam de investigação, coleta de informações, raciocínio e reflexão para sua solução muitas vezes não clara;
- A avaliação é baseada no desempenho do grupo como um todo.

4.8 Fontes de informação e consulta para disponibilização

Para fornecer uma base sólida de conhecimento biológico para o desenvolvimento das atividades da pesquisa, optamos por selecionar cuidadosamente coleções de livros didáticos de Ensino Médio e sites relevantes para os estudantes consultarem durante a realização das atividades (ver Quadro 1). Nosso critério principal foi escolher obras em Português que estivessem alinhadas com o nível cognitivo dos alunos, além de serem amplamente acessíveis sem violar os direitos autorais.

Todo o material foi disponibilizado tanto em formato impresso na biblioteca da escola, garantindo acesso físico aos estudantes, quanto em formato PDF via compartilhamento no aplicativo WhatsApp, para facilitar ainda mais o acesso e a consulta.

Os materiais foram designados para consulta geral de todas as equipes, abordando os tópicos de genética molecular, tecnologia do DNA recombinante e OGMs. Essa abordagem visa proporcionar aos alunos uma base sólida de conhecimento biológico por fontes seguras, permitindo-lhes explorar os conceitos fundamentais que sustentam o projeto de forma abrangente e eficaz.

Tabela 1 – Livros e Sites disponibilizados aos estudantes.

Tipo	Obra
Coleção de Livro didático	Biologia moderna: Amabis & Martho. – 1. ed. – São Paulo: Moderna, 2016.

Coleção de Livro didático	Ser protagonista: ciências da natureza e suas tecnologias: Vida, saúde e genética: ensino médio / obra coletiva, desenvolvida e produzida por SM Educação ; editores responsáveis André Zamboni, Lia Monguilhott Bezerra. — 1. ed. — São Paulo: Edições SM, 2020.
Coleção de Livro didático	Multiversos: ciências da natureza: ciência, tecnologia e cidadania: ensino médio / Leandro Pereira de Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo, Wolney Candido de Melo. – 1. ed. – São Paulo: FTD, 2020.
Coleção de Livro didático	Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: Evolução, biodiversidade e sustentabilidade / Eduardo Motimer ... (et.al.) - 1.ed – São Paulo: Scipione, 2020.
Coleção de Livro didático	Moderna plus : ciências da natureza e suas tecnologias / Amabis & Martho - 1. ed. - São Paulo : Moderna, 2020.
Site	https://pt.khanacademy.org/science/biologia-ensino-medio/x008af9690f00e6cd:genetica-molecular
Site	https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/sobre-o-tema
Site	https://croplifebrasil.org/perguntas-frequentes/qual-a-diferenca-entre-ogm-transgenico-e-cisgenico/

Fonte: Elaborado pelo autor.

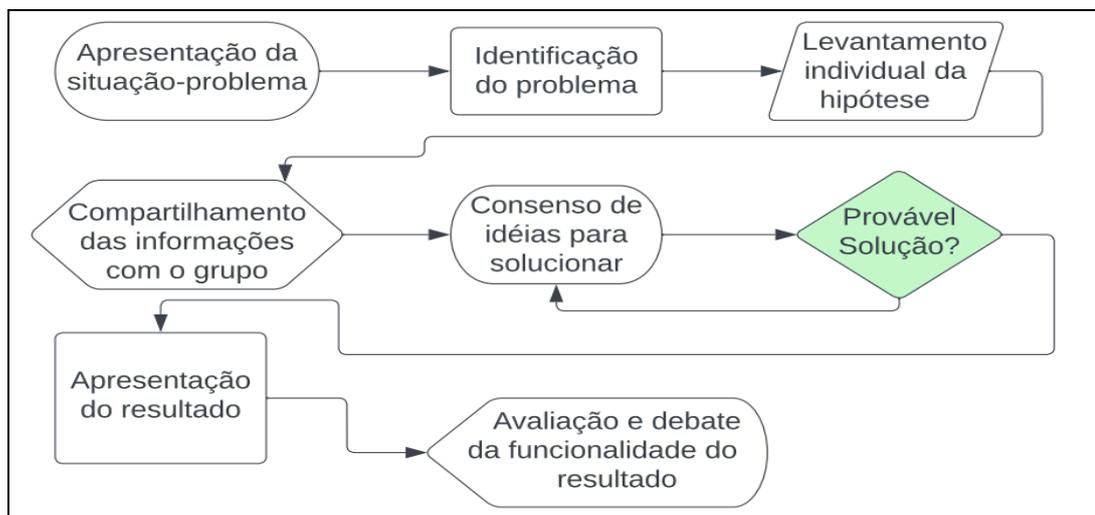
4.9 Proposta de sequência didática

O estudo partiu de uma abordagem qualitativa, pois se destinou a analisar, refletir e explorar fenômenos com base na observação, não existindo a preocupação com “representatividade numérica” (Gerhart; Silveira, 2009, p. 31). O que interessou foi a análise da realidade para qual o trabalho se destina e a necessidade da proposição, além de pesquisa bibliográfica que subsidiou a proposta e a elaboração do caderno didático, que visou ao processo de compreensão de cada etapa proposta.

A ABP é uma abordagem educacional que consiste na identificação de problemas contextualizados na vida real e na busca pelas potenciais resoluções. Esse método é executado por pequenos conjuntos de alunos, conhecidos como grupos tutoriais, que são orientados por um professor designado como tutor. Dentro de uma estrutura organizada, esses grupos operam por meio de uma sequência de trabalho e aprendizagem que promovem a interação entre estudantes e professores (Torp; Sage, 2002; Kain, 2003).

A sequência de trabalho na ABP é formada por momentos específicos (Figura 1). 1) O estágio inicial consiste na formulação e análise do problema. Após serem apresentados ao cenário problemático, os grupos são orientados a: 2) identificar as informações disponíveis (contexto do problema) e o 3) conhecimento prévio de cada membro do grupo sobre o tema (identificar fatos relevantes); 4) Compartilhar as informações com os demais membros do grupo (formular hipóteses) para solucionar o problema central destacado na situação apresentada; 5) Reconhecer as informações consideradas essenciais (identificar lacunas e alcançar o consenso de ideias) para resolver a questão proposta; 6) As informações identificadas como essenciais são coletadas para uma melhor compreensão do problema e a definição das estratégias a serem seguidas no momento da resolução (provável solução); 7) Caso o problema seja resolvido satisfatoriamente, o grupo redige um texto resposta com a solução encontrada. Se isso não acontecer, um novo ciclo de atividades é iniciado. 8) Por fim, o grupo debate e avalia a funcionalidade do resultado.

Figura 1 – Sequência de trabalho na metodologia ABP

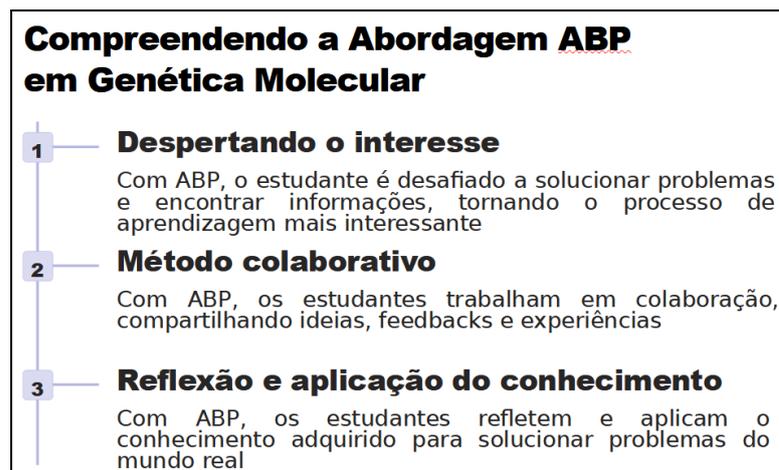


Fonte: Elaborado pelo Autor, adaptado do Ciclo de trabalho com o problema na ABP (Ribeiro, 2010).

O desenvolvimento das atividades ocorreu em um período de duas semanas com a necessidade de quatro aulas de 50 minutos para o desenvolvimento total das atividades propostas.

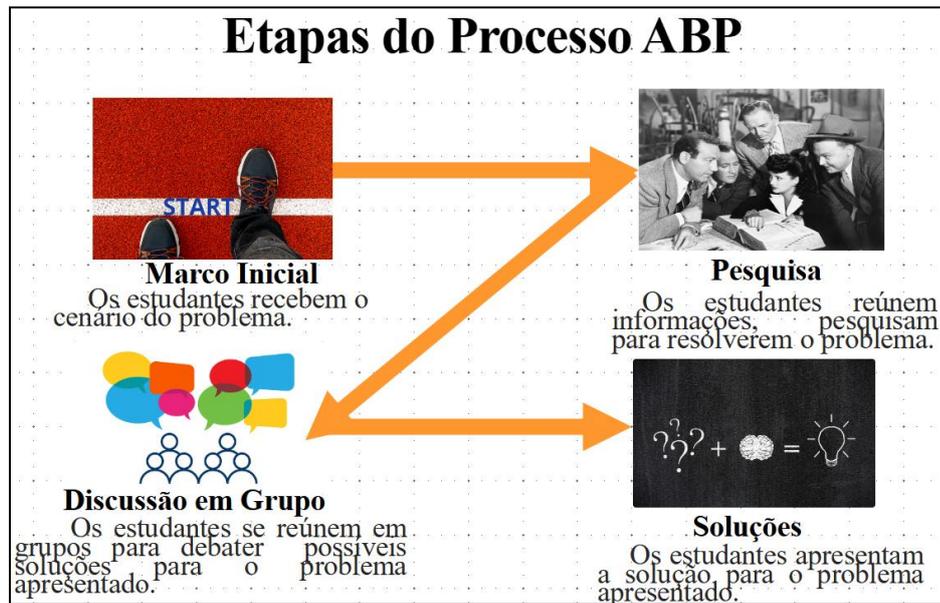
Para o desenvolvimento da pesquisa foi elaborado uma sequência de atividades em turmas de 3º ano com alunos divididos em 7 grupos, cada grupo com um líder, abrangendo cinco problemas de genética molecular com foco em organismos geneticamente modificados (OGMs). Antes de iniciar a aplicação dos problemas para a sequência didática, foi realizada uma aula expositiva sobre o ciclo de aplicação da sessão tutorial (baseada nos fundamentos do método ABP). Nesta aula expositiva foi apresentada a metodologia aos estudantes das turmas, sendo explicado a compreensão geral da ABP, etapas de resolução de problemas e vantagens da aplicação da metodologia (Figura 2, 3 e 4).

Figura 2– Compreensão da metodologia ABP.



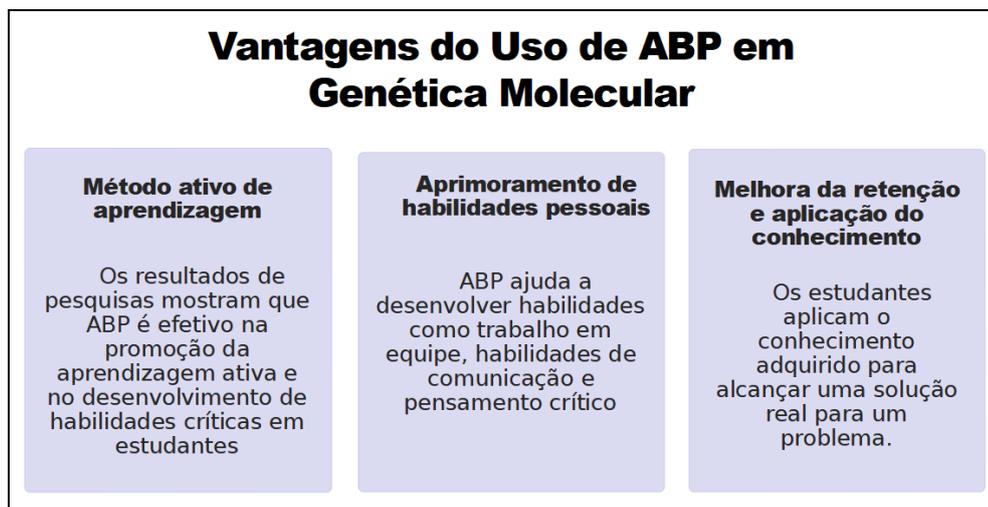
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 3– Etapas da metodologia ABP



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 4– Vantagens da metodologia ABP



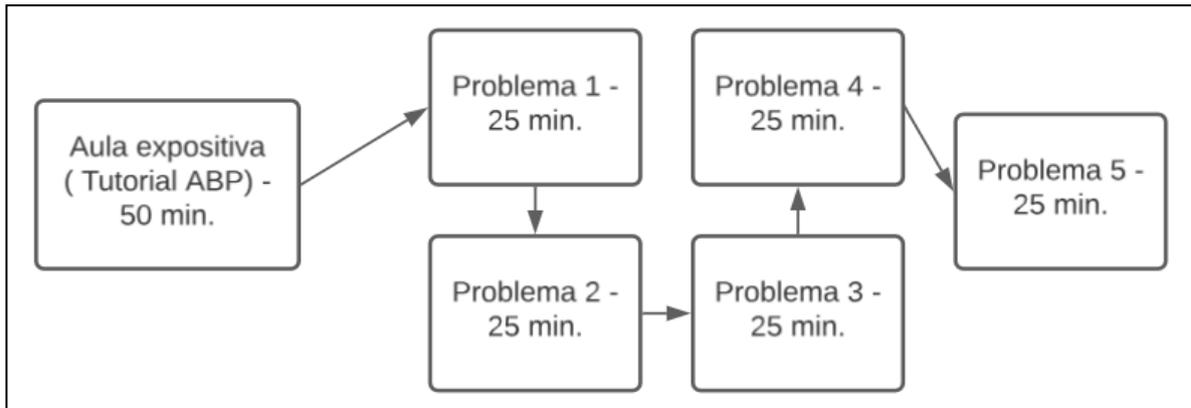
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na elaboração dos problemas envolvendo OGM e genética molecular, para a ABP foi considerado o nível da educação básica do ensino médio, como também os aspectos científicos, as implicações éticas, ambientais e sociais da utilização desses organismos. Isso permitiu uma abordagem mais completa e ética no desenvolvimento de soluções. Os problemas foram propostos em etapas que gradualmente foi contemplando conceitos, técnicas, aplicações e importância da genética molecular e do desenvolvimento de OGMs para auxiliar na mitigação de problemas de aflição a humanidade.

Cada etapa desses problemas de genética molecular envolvendo OGMs foi proposta para permitir aos alunos mergulharem em conceitos complexos da genética molecular, explorando aplicações práticas e éticas da engenharia genética, colaborando em grupos para encontrar soluções e, por fim, apresentando suas propostas para discussões reflexivas e aprendizado mútuo. Os cinco problemas de OGMs e genética molecular tiveram propósitos educacionais e formativos para os estudantes dentro da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP):

- A Etapa 1 (Situação-problema 1) contemplou a *Identificação dos Limites de um Gene* no qual os estudantes discutem as implicações e desafios na identificação dos limites de um gene, propondo possíveis critérios e métodos utilizados para sua definição.
- A Etapa 2 (Situação-problema 2) contemplou o *Isolamento e Recombinação de Genes* no qual os estudantes apresentam possíveis métodos viáveis para separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos.
- A Etapa 3 (Situação-problema 3) contemplou as *Diferenças entre OGM e Transgênico* no qual os estudantes deveriam apresentar as diferenças e discutir as implicações desses conceitos na sociedade.
- A Etapa 4 (Situação-problema 4) contemplou a *Utilização de OGM na Metabolização de Petróleo* no qual os estudantes deveriam analisar a utilidade e os impactos ambientais e econômicos da produção de OGMs capazes de metabolizar componentes do petróleo.
- A Etapa 5 (Situação-problema 5) contemplou o *Desenvolvimento de OGM para Suprir Carência Alimentar de Vitamina A*, no qual os estudantes deveriam pesquisar sobre transgenia e identificar culturas alimentares adequadas para receber genes que codificam precursores de vitamina A. Propor soluções e apresentar suas simulações de OGMs para solucionar a carência de vitamina A.

Figura 5– Sequência didática



Fonte: Elaborado pelo Autor

Etapa 1 – Situação-problema 1 (25 min.)

Com o conhecimento sobre a estrutura do DNA, a genética entrou em uma nova fase. A genética molecular tem origem no estudo das sequências de DNA. O conhecimento de uma sequência de DNA e a comparação com outras sequências possibilitam ao geneticista definir um gene quimicamente, no entanto, a abordagem molecular de análise genética é muito mais que o estudo das sequências de DNA. Os geneticistas aprenderam a cortar as moléculas de DNA em locais específicos. É possível retirar genes inteiros, ou pedaços de genes, de uma molécula de DNA e inseri-los em outra (Snustad, 2017). Uma pergunta que intrigou os cientistas durante muito tempo foi: **O que define o início e o fim do segmento de DNA a ser transcrito? Em outras palavras, quais são os limites de um gene?**

Etapa 2 – Situação-problema 2 (25 min.)

Um dos maiores obstáculos na manipulação de genes específicos é a sua própria organização e composição. Por exemplo, é impossível isolar genes com base em suas propriedades químicas, porque em termos de composição, os genes são praticamente idênticos – apenas a sequência de nucleotídeos muda. Portanto, a identificação e isolamento de fragmentos de DNA específicos, por exemplo, contendo um gene desejado, é um grande desafio para os biólogos moleculares (Thompson, 2016 p.201). **Como é possível separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos (genes)?**

Etapa 3 – Situação-problema 3 (25 min.)

Os termos "OGM" (Organismo Geneticamente Modificado) e “Transgênico” são frequentemente utilizados no contexto da engenharia genética e da modificação de organismos, mas possuem significados distintos (Ceccato, 2015 p.67). **Existem diferenças entre os dois conceitos? Qual a finalidade de se produzir Organismos Geneticamente Modificados? Explique as contribuições que o desenvolvimento de OGMs proporciona para o desenvolvimento da nossa sociedade?**

Etapa 4 – Situação-problema 4 (25 min.)

Um organismo é classificado como OGM quando o material genético de outra espécie é expresso por meio de sua maquinaria celular, resultando em um produto, geralmente uma proteína, com função diferente (Thompson, 2016 p.203).

Um exemplo é a combinação de vários genes em um único plasmídeo que permitem que as bactérias metabolizem os componentes do petróleo. **Qual a utilidade de se produzir um OGM capaz de metabolizar componentes de Petróleo?**

Etapa 5 – Situação-problema 5 (25 min.)

A carência da vitamina A, nutriente vital, é responsável pela cegueira em 250 mil a 500 mil pessoas no Mundo. Ela afeta milhões de pessoas na Ásia e na África e enfraquece de forma tão grave o sistema imunológico que 2 milhões morrem por ano (Silva Júnior, 2016 p,161) em decorrência da deficiência dessa vitamina. **Escolha uma cultura alimentar que possa através de transgenia receber de um doador específico um gene que codifique precursor de vitamina A e crie uma simulação de OGM para resolver a carência de vitamina A nos povos da Ásia e África.**

O desenvolvimento das atividades ocorreu em um período de duas semanas com a necessidade de quatro aulas de 50 minutos para o desenvolvimento total das atividades propostas.

4.10 Avaliação da sequência didática

A avaliação das atividades foi realizada de duas formas:

1- Avaliação da participação que os próprios alunos fizeram dos demais membros do grupo aplicada ao final de cada situação problema. Nesta avaliação, os alunos foram solicitados a avaliar o desempenho dos outros membros do grupo de acordo com critérios preestabelecidos. Os critérios são: participação individual, contribuição no grupo, concordância com a apresentação de resultados do grupo.

2 - Avaliação dos conteúdos realizada pelo pesquisador para a validação da sequência didática. Cada etapa foi avaliada a partir de observação participante dos estudantes por rubricas construídas para cada etapa da sequência, baseadas nos critérios com graus de atingimento das expectativas de níveis de participação, colaboração, competência, engajamento, protagonismo, organização e exposição de conceitos na elaboração de hipóteses, além de previsões e estimativas e na interpretação de dados e dos resultados acerca das atividades realizadas durante o método ABP nos grupos. A coleta de dados dos grupos ocorreu por meio de observações e coleta de textos-resposta elaborados pelos alunos. A análise dos dados inclui a identificação da presença de características e componentes do ABP, proporcionando a apresentação contextual do conteúdo desenvolvimento de aptidões de resolução de problemas e interação entre os alunos em atividades em grupos. Para avaliação das atividades foi adotada a metodologia de pesquisa de análise de conteúdo desenvolvida por Laurence Bardin, pois oferece uma estrutura teórica e prática para a realização desse tipo de análise. Esse método é eficiente para examinar e interpretar o conteúdo de diferentes tipos de materiais, como textos e imagens. (Bardin, 2011).

O foco principal para análise das respostas dos grupos de estudantes foi verificar o texto resposta que foram coletados por uma ficha contendo a situação problema da etapa avaliada. A análise documental foi adotada como forma de condensação das informações, para consulta e armazenamento.

Na perspectiva da análise do conteúdo (figura 6), as categorias foram avaliadas como rubricas que agrupam determinados elementos reunindo características comuns.

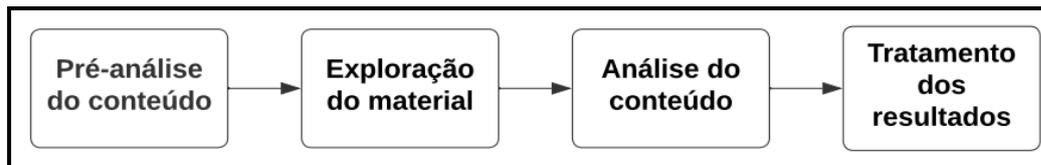
Na etapa de pré-análise do conteúdo foram definidos os objetivos dos problemas de pesquisa e estabelecido os critérios para seleção de dados.

Na etapa de exploração do material os problemas e respostas foram agrupados com base em semelhanças ou relações.

Na etapa de análise do conteúdo foi interpretado o significado das respostas e identificado padrões, tendências ou insights relevantes para a busca da compreensão do contexto mais amplo e as implicações dos resultados da análise.

Na etapa de tratamento de resultados foram analisadas as respostas e elaborados resumos para melhor esclarecer os argumentos elaborados pelos grupos de estudantes.

Figura 6– Avaliação da sequência didática



Fonte: Elaborado pelo Autor (Adaptado de Bardin, 2011).

4.11 Produto TCM

O professor/pesquisador produziu um caderno didático instrucional na forma digital e impressa para orientar outros professores no uso da sequência didática a ser utilizada. O caderno didático contém toda a sequência de instruções (Apêndice A).

O caderno digital foi publicado nas mídias sociais e o material impresso foi distribuído à comunidade na exposição escolar e exemplares estão disponíveis na biblioteca da escola.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao término da sequência didática foi realizada a análise qualitativa mediante análise de dados da pesquisa. A avaliação teve como critério a análise do conteúdo do texto resposta em todos os itens listados: estilo, clareza, coesão, coerência e objetividade. Assim, através do material coletado buscou-se:

- Compor uma relação entre a caracterização e interpretação das atividades desenvolvidas em uma sequência didática;
- Uma representação mais detalhada e racional do que os estudantes aprenderam e sabem sobre genética e biotecnologia;
- Revelar o desempenho dos estudantes com temas relacionados ao raciocínio, argumentação e explanação de conceitos ao desenvolver ideias, soluções e estimativas ao interpretar dados ou resultados.

Etapa 1 – Situação-problema 1 – A questão problema apresentada levou aos grupos estudantes a pensarem e discutirem o que tinham de conhecimento sobre o processo de transcrição gênica e a possível relação com os limites de um gene. Nesta primeira situação-problema foi avaliada a **compreensão do contexto, a exploração da complexidade, clareza dos argumentos e a evidência científica.**

CrITÉRIOS de Avaliação:

Compreensão do Contexto (0-5 pontos):

0: Não demonstrou compreensão do contexto.

1-2: Compreensão limitada do contexto.

3-4: Boa compreensão do contexto.

5: Excelente compreensão do contexto.

Exploração da Complexidade (0-5 pontos):

0: Não explorou a complexidade da questão.

1-2: Exploração limitada da complexidade.

3-4: Exploração adequada da complexidade.

5: Exploração profunda da complexidade.

Clareza dos argumentos (0-5 pontos):

0: Falta de clareza e argumentação.

1-2: Pouca clareza e argumentação.

3-4: Apresentação clara e argumentativa.

5: Apresentação extremamente clara e argumentada.

Evidência Científica (0-5 pontos):

0: Ausência de evidência científica.

1-2: Uso insuficiente de evidência científica.

3-4: Uso adequado de evidência científica.

5: Uso excelente de evidência científica.

Esta rubrica avaliou a capacidade dos estudantes em compreender o contexto, explorar a complexidade da questão, apresentar uma resposta clara e organizada, abordar adequadamente a questão dos limites de um gene, basear suas respostas em evidências científicas e demonstrar originalidade e criatividade na abordagem do problema.

Resumo da resposta (Grupo 1) – Os limites de um gene são determinados por sequências específicas de DNA chamadas de promotores e terminadores. O promotor inicia a transcrição, fornecendo instruções para a RNA polimerase, enquanto o terminador sinaliza o fim da transcrição. Essas sequências reguladoras interagem com proteínas que coordenam o processo, permitindo que o gene seja transcrito em um RNA mensageiro funcional.

Resumo da resposta (Grupo 2) – Todo processo ocorre no núcleo da célula. Inicialmente, uma molécula de DNA abre-se no ponto onde o gene a ser transcrito encontra-se. Isso acontece em virtude da ação da RNA polimerase, que promove a abertura e a exposição das sequências de nucleotídeos que irão ser transcritos. A identidade física dos genes não tem limites definidos ou estrutura concreta.

Resumo da resposta (Grupo 3) – O que define o início e o fim do gene que será transcrito são sequências específicas de nucleotídeos, o início é a região promotora do gene e

o fim é a região terminal. A identidade física dos genes não tem limites definidos ou estrutura concreta. O gene é a cadeia do ácido desoxirribonucleico (DNA), uma estrutura que se constitui como uma unidade funcional encarregada da transferência de características hereditárias.

Resumo da resposta (Grupo 4) – O que determina o início e o fim do gene que será transcrito são sequências específicas de nucleotídeos, o início é a região promotora do gene e o fim é a região terminal. A polimerase do RNA se encaixa na região promotora do gene e vai até a região terminal.

Resumo da resposta (Grupo 5) – Um fator importante é a presença de sequências específicas de DNA no início e no fim do gene. Essas sequências são chamadas de promotores e terminadores, respectivamente. Os promotores são as sequências de DNA que sinalizam a RNA polimerase, a enzima que transcreve o DNA em RNA, para iniciar a transcrição. Os terminadores são as sequências de DNA que sinalizam a RNA polimerase para terminar a transcrição.

Resumo da resposta (Grupo 6) – O início do segmento de DNA a ser transcrito é definido por uma sequência específica de DNA chamada promotor. Os genes são definidos por uma sequência específica do DNA, chamada de Promotor (início) e terminador (fim).

Resumo da resposta (Grupo 7) - A definição dos limites de um gene, ou seja, o que determina o início e o fim de um segmento de DNA a ser transcrito é uma questão complexa e tem sido objeto de estudo na genética molecular. O início da transcrição de um gene é geralmente controlado por uma região específica chamada promotor. O promotor é reconhecido pela RNA polimerase, a enzima responsável pela síntese do RNA a partir do DNA. Da mesma forma, os terminadores são sequências de DNA que sinalizam o fim da transcrição. Elas indicam à RNA polimerase quando parar a síntese do RNA. A análise da expressão gênica, que envolve o estudo dos níveis de RNA mensageiro (mRNA) produzidos a partir de um gene, também contribui para a definição de seus limites.

Tabela 2– Resultados dos grupos (Problema 1).

	Compreensão do Contexto	Exploração da complexidade	Clareza dos argumentos	Evidência científica
Grupo 1	4	4	4	4
Grupo 2	3	3	3	4
Grupo 3	3	3	2	4

Grupo 4	3	3	3	3
Grupo 5	4	4	3	4
Grupo 6	2	2	2	3
Grupo 7	4	4	4	3

Fonte: Dados da pesquisa.

Gabarito/Comentário:

Os limites de um gene são definidos por uma combinação complexa de elementos regulatórios (promotores, terminadores, sinais de processamento de RNA e características estruturais do DNA, e sua identificação requer uma abordagem integrada que combina análises computacionais, experimentais e comparativas (Snustad, 2017).

No geral, a questão dos limites de um gene é um reflexo da complexidade e da maravilha da biologia molecular. À medida que a tecnologia avança e nossa compreensão se aprofunda, estamos cada vez mais capacitados para definir esses limites de maneira mais precisa, o que tem implicações significativas em diversas áreas das ciências.

Etapa 2 – Situação-problema - Nesta situação-problema, os grupos de estudantes foram desafiados a descrever as técnicas de manipulação gênica, incluindo a clonagem de genes, o uso de enzimas de restrição/ligação e a técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR). Nesta situação-problema foi avaliada a **compreensão do desafio, descrição das técnicas e a clareza dos argumentos**.

Critérios de Avaliação:

Compreensão do Desafio (0-5 pontos):

0: Não demonstrou compreensão do desafio de separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos.

1-2: Compreensão limitada do desafio.

3-4: Boa compreensão do desafio.

5: Excelente compreensão do desafio.

Descrição da Técnica (0-5 pontos):

0: Não descreveu as técnicas de clonagem de genes, enzimas de restrição e PCR.

1-2: Descrição limitada das técnicas.

3-4: Descrição adequada das técnicas.

5: Descrição detalhada e precisa das técnicas.

Clareza na argumentação (0-5 pontos):

0: Falta de clareza na argumentação.

1-2: Pouca clareza e argumentação.

3-4: Apresentação clara e argumentativa.

5: Apresentação extremamente clara e argumentada.

Esta rubrica avaliou a capacidade dos estudantes em pesquisar e explicar de como os biólogos moleculares podem superar o desafio da identificação, isolamento e manipulação de genes específicos, utilizando a clonagem de genes e outras técnicas avançadas. A descrição das técnicas envolvidas, a clareza e organização na apresentação das informações foram avaliadas com base na precisão e profundidade de suas respostas.

Resumo da resposta (Grupo 1) – Através da tecnologia do DNA recombinante, também conhecida como clonagem molecular, trata-se do processo de transferência de DNA de um organismo para outro. Utilizando sequenciadores genéticos que, por processos bioquímicos, identificam os nucleotídeos de um fragmento de DNA, submetendo-os a uma série de procedimentos de decodificação, adicionando diferentes tipos de reagentes para fragmentar e ligar os nucleotídeos.

Resumo da resposta (Grupo 2) – Uma das técnicas mais utilizadas para separar fragmentos de DNA é a eletroforese em gel de agarose. Nessa técnica, os fragmentos de DNA são separados com base em sua massa molecular. Isso ocorre porque os fragmentos de DNA maiores se movem mais lentamente no gel do que os fragmentos menores. A recombinação de fragmentos de DNA é possível graças à enzima DNA ligase. Essa enzima catalisa a ligação de duas moléculas de DNA. Portanto, ela pode ser utilizada para ligar dois fragmentos de DNA, criando um novo fragmento.

Resumo da resposta (Grupo 3) – O gene é isolado do genoma do organismo que o contém por meio de uma técnica chamada digestão com enzimas de restrição. As enzimas de restrição cortam o DNA do genoma em fragmentos, e o gene desejado é identificado por meio da eletroforese em gel de agarose.

Em seguida, o gene é ligado a um vetor por meio da enzima DNA ligase. O vetor é uma molécula de DNA que transportará o gene para o organismo receptor.

O vetor contendo o gene é transferido para o organismo receptor por meio de um processo chamado transformação. No organismo receptor, o gene é replicado e expresso.

Resumo da resposta (Grupo 4) – Primeiro serão utilizadas enzimas de restrição para cortar o DNA em locais específicos, permitindo a clonagem e a análise de trechos específicos do DNA, logo depois enzimas de ligação são utilizadas para “colar” os fragmentos de DNA, criando uma sequência de DNA combinada. Em seguida replica-se esse DNA recombinante em bactérias através do processo reprodutivo.

Resumo da resposta (Grupo 5) – As enzimas de restrição são enzimas usadas em pesquisas científicas para cortar o DNA em locais específicos, permitindo a clonagem e a análise de trechos específicos do DNA.

As enzimas de ligação “colam” os fragmentos do DNA, criando uma nova sequência de DNA combinado.

Sequências circulares do DNA de bactérias (plasmídeos) são usadas como vetores para inserção de novas sequências de DNA.

Resumo da resposta (Grupo 6) – A separação de fragmentos de DNA é uma técnica importante para a biotecnologia molecular. Ela permite que os cientistas isolem genes específicos, identifiquem mutações e estudem a estrutura do DNA.

Existem várias técnicas que podem ser utilizadas para separar fragmentos de DNA. As duas técnicas mais comuns são a eletroforese em gel de agarose e a cromatografia de afinidade. Em seguida, o gene é ligado a um vetor por meio da enzima DNA ligase. O vetor é uma molécula de DNA que transportará o gene para o organismo receptor.

Resumo da resposta (Grupo 7) – A técnica do DNA recombinante permite a criação de novos genes e proteínas, promovendo avanços na medicina e biotecnologia. A tecnologia permite, entre outras coisas, transplantar genes de uma espécie para outra e criar, assim, uma molécula de DNA diferente das originais. Essa molécula, formada pela combinação de duas moléculas diferentes de DNA, é chamada DNA recombinante. O processo de DNA recombinante geralmente implica a clonagem de um fragmento de DNA de interesse em um

vetor, isso permite a amplificação do fragmento de DNA inserido. Os vetores mais comuns são plasmídeos que são moléculas circulares de DNA presentes em bactérias.

Tabela 3 - Resultados dos grupos (Problema 2)

	Compreensão do Descrição da técnica		Clareza na
	desafio		argumentação
Grupo 1	2	2	3
Grupo 2	3	3	3
Grupo 3	4	3	4
Grupo 4	4	3	3
Grupo 5	4	3	4
Grupo 6	4	2	4
Grupo 7	3	3	4

Fonte: Dados da pesquisa

Gabarito/Comentário:

A separação e recombinação de fragmentos de nucleotídeos (genes) envolve uma combinação de técnicas de amplificação onde a mais comum é a reação em cadeia da polimerase (PCR), que permite amplificar seletivamente regiões específicas do DNA. A separação e isolamento dos genes ocorre geralmente por determinadas Enzimas de restrição que são utilizadas para cortar o DNA em locais específicos. Se as sequências de reconhecimento dessas enzimas estiverem presentes nas proximidades do gene desejado, isso possibilitará o corte preciso do fragmento contendo o gene. A amplificação e recombinação da sequência do gene ocorre por vetores de clonagem, como plasmídeos bacterianos ou vírus bacteriófagos. Isso permite a replicação e ligação por enzimas específicas, do fragmento de DNA em uma célula hospedeira, como uma bactéria para atender às necessidades específicas de cada experimento ou aplicação. Essas técnicas são fundamentais para a manipulação e estudo dos genes em biologia molecular (Thompson, 2016 p.201).

A manipulação de genes específicos, envolvendo a separação e recombinação de fragmentos de DNA, é um desafio complexo enfrentado pelos biólogos moleculares. O conjunto de metodologias que torna isso possível é a Tecnologia do DNA Recombinante, que

permite isolar, amplificar e modificar sequências específicas de DNA. Esta tecnologia é baseada em várias metodologias e ferramentas.

Etapa 3 – Situação-problema 3 - Nesta situação-problema os grupos de estudantes foram estimulados a descrever os conceitos corretos de OGMs e transgênicos distinguindo seus significados. As diferenças entre os dois conceitos, a demonstração das finalidades de se produzir Organismos Geneticamente Modificados e suas contribuições para o desenvolvimento da sociedade foram os objetivos de aprendizagem desta situação-problema. Nesta situação-problema foi avaliada a **Compreensão dos Termos, Descrição da Finalidade de OGMs, Explicação das Contribuições dos OGMs e clareza na argumentação.**

Resumo da resposta (Grupo 1) – Sim existe, Organismo Geneticamente Modificado (OGM) refere-se a qualquer organismo cujo material genético foi alterado, enquanto o termo "transgênico" é mais específico, descrevendo um organismo que teve genes inseridos em seu genoma originado de outra espécie. As principais aplicações da engenharia genética e desenvolvimento de OGM é na diminuição da fome no mundo modificando plantas para ter mais resistência contra fungos, insetos e mudanças climáticas, sendo importante para a sociedade, pois é possível obter cultivos de milho, soja, cana-de-açúcar, trigo e muitos outros vegetais com vantagens sobre a produção agrícola.

Resumo da resposta (Grupo 2) – Um organismo geneticamente modificado é um ser vivo que teve seu material genético (DNA/RNA) modificado por engenharia genética, já o termo “transgênico”, que não é definido pela lei, é um organismo que contém um ou mais segmentos de DNA ou genes que foram manipulados. Entre as vantagens podemos destacar o aumento de produtividade, diminuição do uso de agrotóxicos, aumento do valor nutricional de alguns alimentos e a tolerância das plantas as condições ruins do meio ambientes.

Resumo da resposta (Grupo 3) – Organismo Geneticamente Modificado (OGM) é um termo amplo que se refere a qualquer organismo cujo material genético foi alterado por técnicas de engenharia genética. Por outro lado, “transgênico” é um tipo específico de OGM que contém material genético inserido de outra espécie. A finalidade de se produzir OGMs é variada. Ela inclui o desenvolvimento de culturas resistentes a pragas, plantas tolerantes a herbicidas, alimentos com maior valor nutricional e até mesmo a produção de medicamentos por meio de plantas geneticamente modificadas. Os OGMs oferecem contribuições significativas para nossa sociedade. Eles podem reduzir o uso de pesticidas e herbicidas, aumentar a produtividade agrícola, ajudar na conservação de recursos naturais e até mesmo proporcionar culturas mais resistentes a condições adversas, como secas e solos pobres.

Resumo da resposta (Grupo 4) – Sim, os organismos geneticamente modificados podem ter recebido outros alelos da mesma espécie ou algum alelo deletado, já os transgênicos recebem genes de outras espécies, há nele uma transformação no gene. Os organismos geneticamente modificados nos trazem benefícios no aumento da produtividade, diminuição dos agrotóxicos nas plantações, aumentam o valor nutricional de alguns alimentos e a tolerância das plantas a condições climáticas.

Resumo da resposta (Grupo 5) – Um organismo geneticamente modificado (OGM), segundo a lei de biossegurança, é um ser vivo que teve seu material genético (DNA/RNA) modificado por engenharia genética. Já, o termo "transgênico", que não é definido pela lei, é um organismo que contém um ou mais segmentos de DNA ou genes que foram manipulados. A finalidade é que os indivíduos ficam mais fortes contra mudanças de clima radical ou pragas em grandes escalas, aumento da produção em larga escala aumentando a quantidade de alimento para a população.

Resumo da resposta (Grupo 6) – OGM, conforme a lei de Biossegurança (11105/05) é um ser vivo que teve seu material genético (DNA/RNA) modificado por engenharia genética. Já o termo transgênico, que não é definido pela lei, é um organismo que possui um ou mais segmentos de DNA ou genes que foram manipulados. Uma das principais aplicações da engenharia genética e desenvolvimento de OGM é na diminuição da fome no mundo, uma vez que ao acelerar o melhoramento genético de plantas é possível obter cultivares de milho, soja, cana-de-açúcar, trigo e muitos outros vegetais com vantagens sobre a produção agrícola.

Resumo da resposta (Grupo 7) – A principal diferença entre OGM e transgênico é que OGM é um termo mais abrangente, que inclui todos os organismos que tiveram seu genoma alterado por técnicas de engenharia genética. Transgênico, por outro lado, é um tipo específico de OGM que recebeu um gene de outra espécie doadora. Os OGMs oferecem contribuições significativas para nossa sociedade. Eles podem reduzir o uso de pesticidas e herbicidas, aumentar a produtividade agrícola, ajudar na conservação de recursos naturais e até mesmo proporcionar culturas mais resistentes a condições adversas, como secas e solos pobres.

Critérios de Avaliação:

Compreensão dos Termos (0-5 pontos):

0: Não demonstrou compreensão dos termos "OGM" e "transgênico" e suas diferenças.

1-2: Compreensão limitada dos termos.

3-4: Boa compreensão dos termos.

5: Excelente compreensão dos termos e de suas diferenças.

Descrição da Finalidade de OGMs (0-5 pontos):

0: Não descreveu adequadamente a finalidade de se produzir OGMs.

1-2: Descrição limitada da finalidade.

3-4: Descrição adequada da finalidade.

5: Descrição clara e abrangente da finalidade de OGMs.

Explicação das Contribuições dos OGMs (0-5 pontos):

0: Não explicou adequadamente as contribuições dos OGMs para a sociedade.

1-2: Explicação limitada das contribuições.

3-4: Explicação adequada das contribuições.

5: Explicação abrangente e detalhada das contribuições dos OGMs.

Clareza na argumentação (0-5 pontos):

0: Falta de clareza na argumentação.

1-2: Pouca clareza e argumentação.

3-4: Apresentação clara e argumentativa.

5: Apresentação extremamente clara e argumentada.

Esta rubrica avaliou a compreensão dos termos "OGM" e "transgênico", a descrição da finalidade de OGMs, a explicação das contribuições dos OGMs para a sociedade e a clareza da organização na apresentação das informações. Os estudantes são avaliados com base na precisão e profundidade de suas respostas, bem como na qualidade da explicação das contribuições dos OGMs para a sociedade.

Tabela 4– Resultados dos grupos (Problema 3)

	Compreensão dos termos	Descrição da finalidade de OGMs	Explicação das contribuições dos OGMs	Clareza na argumentação
Grupo 1	4	3	3	4
Grupo 2	4	4	4	4
Grupo 3	1	2	3	3
Grupo 4	4	2	2	3
Grupo 5	1	2	2	2
Grupo 6	2	2	2	3
Grupo 7	4	4	4	4

Fonte: Dados da pesquisa

Gabarito/Comentário:

O termo OGM refere-se a qualquer organismo cujo material genético tenha sido alterado de uma maneira que não ocorra naturalmente. Isso pode incluir não apenas a inserção de genes de outras espécies (transgenes), mas também a modificação ou supressão de genes existentes no organismo. O termo Transgênico refere-se a um tipo específico de OGM que contém material genético de uma espécie diferente, inserido deliberadamente através de técnicas de engenharia genética (Ceccato, 2015).

No geral, os OGMs representam uma ferramenta poderosa com o potencial de abordar desafios globais relacionados à segurança alimentar, sustentabilidade agrícola, saúde pública e conservação ambiental. Embora existam preocupações e debates em torno de questões como segurança alimentar e impactos ambientais, os OGMs continuam a desempenhar um papel importante no desenvolvimento e avanço da sociedade.

Etapa 4 – Situação-problema 4 - Nesta situação-problema os grupos de estudantes foram estimulados a explicar a utilidade de desenvolvimento de OGMs com a capacidade de metabolizar componentes do petróleo. Nesta etapa foi avaliada a **compreensão da situação-problema, explicação da aplicabilidade e clareza na argumentação**.

Resumo da resposta (Grupo 1) – Um OGM capaz de metabolizar componentes de petróleo pode ser usado para limpar derramamentos de petróleo. As bactérias transgênicas podem ser usadas para degradar o petróleo em compostos menos tóxicos, que podem então ser removidos do meio ambiente.

Resumo da resposta (Grupo 2) – Um OGM capaz de metabolizar componentes de petróleo pode ser usado para produzir produtos químicos. As bactérias transgênicas podem ser usadas para converter o petróleo em compostos químicos que podem ser usados na fabricação de uma variedade de produtos, como medicamentos, plásticos e fertilizantes.

Resumo da resposta (Grupo 3) – O petróleo derramado é altamente prejudicial para a vida marinha. O desenvolvimento de OGMs capazes de metabolizar esses poluentes pode ajudar a proteger a vida nos oceanos, minimizando danos a animais marinhos e ecossistemas costeiros.

Resumo da resposta (Grupo 4) – Essa capacidade de degradação é crucial para reduzir a persistência e a toxicidade dos resíduos de petróleo em ecossistemas afetados por derramamentos. Esses OGMs podem ser usados para degradar compostos tóxicos presentes no petróleo, transformando-os em substâncias menos nocivas ou até mesmo em produtos não prejudiciais ao ambiente, contribuindo para a redução da poluição. Pesquisas e testes são necessários para garantir não apenas a eficácia na degradação dos compostos, mas também a segurança ambiental desses microrganismos.

Resumo da resposta (Grupo 5) – Os OGMs quando metabolizam com os componentes do Petróleo, fazem os mais diversos produtos, exemplo: componentes de computador, plásticos, alguns alimentos, etc. Por isso que os OGMs são de grande utilidade modificando os componentes.

Resumo da resposta (Grupo 6) – Temos muitas vantagens: Criar outros componentes (gasolina, óleo diesel gás liquefeito, querosene, lubrificantes, asfalto e plástico). Criar bactérias para a degradação do próprio petróleo (em lugares poluídos, como mares, rios e o próprio solo, etc.).

Resumo da resposta (Grupo 7) – Os OGMs metabolizadores de petróleo podem ser aplicados em processos de biorremediação, um método ambientalmente amigável de limpeza de áreas contaminadas, promovendo a recuperação de ecossistemas afetados por vazamentos de petróleo. Ao utilizar OGMs para degradar poluentes do petróleo, estamos impulsionando o desenvolvimento de tecnologias verdes e sustentáveis, que priorizam métodos biológicos para resolver problemas ambientais.

CrITÉRIOS de Avaliação:

Compreensão da situação-problema (0-5 pontos):

0: Não demonstrou compreensão do conceito de OGM capaz de metabolizar componentes de petróleo.

1-2: Compreensão limitada do conceito.

3-4: Boa compreensão do conceito.

5: Excelente compreensão do conceito.

Explicação da Aplicabilidade (0-5 pontos):

0: Não explicou adequadamente as aplicações dos OGMs na remediação de derramamentos de petróleo.

1-2: Explicação limitada das aplicações.

3-4: Explicação adequada das aplicações.

5: Explicação abrangente e detalhada das aplicações dos OGMs.

Clareza na argumentação (0-5 pontos):

0: Falta de clareza na argumentação.

1-2: Pouca clareza na argumentação.

3-4: Apresentação clara e bem argumentada

5: Apresentação extremamente clara e argumentada.

Esta rubrica avaliou a compreensão do conceito, a descrição da utilidade, a explicação das aplicações, a consideração de questões éticas e ambientais, além da clareza e organização na apresentação das informações. Os alunos foram avaliados com base na precisão e profundidade de suas respostas, bem como na qualidade da explicação das aplicações dos OGMs na remediação de derramamentos de petróleo e/ou produção de componentes de interesse.

Tabela 5– Resultados dos grupos (Problema 4).

	Compreensão da situação-problema	Explicação da aplicabilidade	Clareza na argumentação
Grupo 1	5	5	5
Grupo 2	5	5	5
Grupo 3	5	5	5
Grupo 4	5	4	5
Grupo 5	5	5	4
Grupo 6	5	5	5
Grupo 7	5	5	5

Fonte: Dados da pesquisa

Gabarito/Comentário:

Esses OGMs podem ser projetados com a capacidade de degradar ou transformar os componentes tóxicos do petróleo em compostos menos prejudiciais ou até mesmo em produtos inofensivos, através de processos metabólicos específicos. Isso pode contribuir significativamente para a limpeza e recuperação de áreas contaminadas pelo petróleo.

É importante destacar que a utilização desses OGMs na remediação ambiental precisa ser cuidadosamente regulamentada e monitorada para garantir que os benefícios ambientais superem quaisquer riscos potenciais à saúde humana ou ao meio ambiente. Além disso, deve haver um entendimento abrangente dos ecossistemas afetados e das possíveis consequências a longo prazo dessa intervenção. Além disso, esses organismos modificados têm aplicação potencial na indústria, podendo ser utilizados para a produção de substâncias úteis. Por exemplo, ao metabolizarem o petróleo, podem ser projetados para gerar compostos químicos de interesse industrial

Etapa 5 – Situação-problema 5 - Nesta situação-problema os grupos de estudantes tiveram o desafio de criar uma simulação de Organismo Geneticamente Modificado (OGM) usando uma cultura alimentar relevante para resolver a carência de vitamina A. Os grupos foram avaliados quanto a **compreensão dos conceitos de biotecnologia, e explicação dos benefícios humanitários e clareza na argumentação.**

Resumo da resposta (Grupo 1) – Uma cultura alimentar que poderia ser modificada através de transgenia para combater a deficiência de vitamina A em populações da Ásia e da África seria o arroz. Para isso é preciso identificar um doador de gene que codifique um precursor da vitamina A (betacaroteno) que pode ser extraído de cenoura ou espinafre, depois inserir o gene do doador no DNA do arroz permitindo assim que o arroz produza betacaroteno e atenda a necessidade das populações da África e da Ásia.

Resumo da resposta (Grupo 2) – Uma cultura alimentar adequada para abordar a carência de vitamina A nas populações da Ásia e África poderia ser o milho, uma cultura muito consumida nessas regiões. O milho vitA teria o gene do Beta-caroteno inserido no seu DNA por meio de técnica de engenharia genética, garantindo que seja expresso em partes comestíveis do milho, como os grãos. O milho vitA se tornaria uma fonte natural de vitamina A ajudando a abordar a deficiência de vitamina A nessas regiões.

Resumo da resposta (Grupo 3) – A batata transgênica produzida seria capaz de produzir caroteno, um precursor da vitamina A pelo isolamento do gene do caroteno de uma planta doadora, como a abóbora, e inserção do gene do caroteno no genoma da batata, através da engenharia genética. O consumo deste alimento poderia ajudar a prevenir a cegueira e outras deficiências nutricionais causadas pela falta de vitamina A.

Resumo da resposta (Grupo 4) – O arroz é consumido em ambos os continentes e é rico em vitaminas B e E podendo ser geneticamente modificado recebendo em seu genoma um material genético de outra espécie rica em vitamina A, exemplo manga, que tem genes que codificam enzimas produtoras de vitamina A. O arroz ao receber esse gene passará a se reproduzir sendo rico em vitamina A. Povos da África e Ásia ao consumir o arroz transgênico já receberiam a vitamina A em suas células, dando um fim a carência dela nesses continentes.

Resumo da resposta (Grupo 5) – Desenvolveríamos o trigo transgênico com a introdução de um gene doador específico que codifica o precursor da vitamina A. Esse trigo enriquecido com betacaroteno poderia ser cultivado em áreas da África e da Ásia, onde o trigo é um alimento básico, ajudando a combater a deficiência de vitamina A.

Resumo da resposta (Grupo 6) – Através da transgenia, introduziríamos um gene doador como o mamão que codifica o caroteno em mandioca. A mandioca transgênica poderia ser cultivada em regiões da África e da Ásia onde é uma fonte importante de carboidrato vegetal, fornecendo vitamina A para combater a deficiência nutricional.

Resumo da resposta (Grupo 7) – Criaríamos soja transgênica incorporando um gene doador como a laranja que codifica o precursor da vitamina A. Essa soja enriquecida com carotenoides seria amplamente cultivada e estocada por ser um grão nas regiões da África e

Ásia onde a soja é um componente crucial da dieta, oferecendo benefícios nutricionais adicionais para atender as deficiências de vitamina A.

CrITÉRIOS de Avaliação:

Compreensão dos Conceitos de biotecnologia (0-5 pontos):

0: Não demonstrou compreensão dos conceitos de Organismo Geneticamente Modificado (OGM) e sua aplicação para resolver a deficiência de vitamina A.

1-2: Compreensão limitada dos conceitos.

3-4: Boa compreensão dos conceitos de OGM.

5: Excelente compreensão dos conceitos de OGM e sua aplicação.

Explicação dos Benefícios Humanitários (0-5 pontos):

0: Não descreveu adequadamente os benefícios humanitários da modificação genética de plantas.

1-2: Descrição limitada dos benefícios.

3-4: Descrição adequada dos benefícios humanitários.

5: Descrição clara e abrangente dos benefícios humanitários.

Clareza na argumentação (0-5 pontos):

0: Falta de clareza na argumentação.

1-2: Pouca clareza na argumentação.

3-4: Apresentação clara e argumentativa.

5: Apresentação extremamente clara e argumentada.

Esta rubrica avaliou a compreensão dos conceitos relacionados ao desenvolvimento de OGMs, a descrição dos benefícios da tecnologia para solucionar problemas de carência de nutrientes, a consideração das implicações sociais e éticas, além da clareza e organização na apresentação das informações. Os estudantes foram avaliados com base na precisão e

profundidade de suas respostas, bem como na qualidade da discussão sobre a solução da problemática.

Tabela 6– Resultados do problema 5

	Compreensão dos conceitos de biotecnologia	Explicação dos benefícios humanitários	Clareza na argumentação
Grupo 1	3	4	4
Grupo 2	3	4	4
Grupo 3	3	4	4
Grupo 4	3	4	4
Grupo 5	3	4	4
Grupo 6	3	4	5
Grupo 7	3	4	4

Fonte: Dados da pesquisa

Gabarito/ Comentário:

A simulação da criação de um Organismo Geneticamente Modificado (OGM) para abordar a carência de vitamina A passa por etapas:

Identificação do Gene Doador: O gene doador é selecionado a partir de uma fonte conhecida por sua capacidade de produzir altos níveis de betacaroteno, como algumas variedades de cenoura.

Clonagem do Gene Doador: O gene doador é identificado, isolado e clonado por técnicas como por exemplo a PCR (Amabis, 2016).

Construção do Vetor de Transferência: O gene doador é inserido em um vetor de transferência, como um plasmídeo bacteriano, que contém sequências regulatórias que permitem a expressão do gene nas células da cultura alimentar (Amabis, 2016).

Transformação da cultura alimentar: O vetor de transferência contendo o gene doador é introduzido nas células germinativas da cultura alimentar através de técnicas de transformação genética, como bombardeamento de partículas ou agroinfiltração (Amabis, 2016).

Seleção e Regeneração de Plantas Transgênicas: As células da cultura alimentar transformadas são selecionadas com base em sua capacidade de expressar o gene doador (Amabis, 2016).

Testes de Campo e Avaliação: As plantas transgênicas de são cultivadas em testes de campo para avaliar sua capacidade de produzir betacaroteno. A quantidade e a estabilidade da produção de betacaroteno são monitoradas e comparadas com as plantas não transgênicas (Amabis, 2016).

Disponibilização para Cultivo: Uma vez comprovada a eficácia e segurança das plantas transgênicas de arroz na produção de betacaroteno, elas são disponibilizadas para cultivo em áreas onde a deficiência de vitamina A é prevalente, como na Ásia e na África (Silva Júnior, 2016).

A criação de um Organismo Geneticamente Modificado (OGM) para abordar a carência de vitamina A em regiões como Ásia e África é uma estratégia promissora para combater a deficiência desse nutriente vital na dieta das populações afetadas.

6 CONCLUSÕES

Ao finalizar a sequência didática com a utilização da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), tornou-se claro o impacto positivo e significativo que esta abordagem pedagógica pode proporcionar ao processo de aprendizagem, pois ao iniciar o processo de aprendizagem com um problema intrigante, a ABP estimulou a curiosidade dos alunos e os incentivou a explorar, investigar e descobrir por conta própria as respostas.

Os resultados obtidos revelaram não apenas um maior engajamento dos alunos, mas também um desenvolvimento de habilidades essenciais para sua formação pessoal e científica. Ao colocar os estudantes no centro do processo de aprendizagem, essa metodologia os motivou a buscar conhecimento de forma autônoma, tornando-os protagonistas ativos do próprio aprendizado.

Embora a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ofereça uma série de benefícios e oportunidades de aprendizado, foram evidenciadas algumas limitações que os estudantes tiveram com essa metodologia. Uma dificuldade foi a necessidade de uma orientação mais direta para alguns grupos de estudantes. Nem todos se adaptaram de imediato com a autonomia oferecida pela ABP, encontrando dificuldades na condução autônoma da aprendizagem ou na definição de estratégias para lidar com os problemas apresentados.

Um aspecto crucial a ser enfatizado neste estudo foi a dificuldade enfrentada pelos alunos ao redigirem os resultados e análises das atividades realizadas. Isso aponta para a urgência de implementar medidas que estimulem os estudantes a aprimorarem suas habilidades de escrita e leitura. Outro ponto de atenção foram as dificuldades de gestão do tempo, a ABP demanda um planejamento eficiente para a resolução dos problemas, e alguns estudantes tiveram dificuldade em gerenciar adequadamente o tempo disponível, levando a atrasos.

Entretanto, é importante ressaltar que, embora o estudo não apresente uma análise baseada em números, mas sim em aspectos qualitativos, ficou evidente por meio dos depoimentos dos alunos e das observações do professor/pesquisador que houve uma sensação de motivação e engajamento significativo dos estudantes com essa abordagem pedagógica. As soluções dos problemas foram satisfatórias e demonstraram importantes habilidades dos estudantes na busca por soluções das etapas da sequência didática.

A elaboração do caderno didático instrucional para o ensino de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) e Genética Molecular com a metodologia ABP representou um passo significativo para enriquecer o meu aprendizado profissional e me

antenas para estar sempre me desafiando com novas metodologias e em constante evolução nos métodos de ensino/aprendizagem.

Assim, podemos concluir que o uso da metodologia ABP de forma estrita em turmas do ensino médio é muito interessante e importante, pois forneceu a oportunidade para os estudantes em lidar com problemas para os quais não possuíam a base de conhecimento necessária expondo-os em situações desafiadoras e do mundo real. Isso os preparou para lidar com incertezas, tomar decisões informadas e enfrentar desafios em busca de resultados.

Essa abordagem não apenas estimulou a participação e o engajamento dos estudantes, mas também promoveu o desenvolvimento de habilidades críticas, como resolução de problemas, colaboração e pensamento crítico. Ao adotarmos a ABP, os estudantes se tornaram protagonistas ativos de seu próprio processo de aprendizagem, o que resultou, acredito, em uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos. Acredito que o uso da ABP pode ser potencializada quando incorporada a outras metodologias ativas em uma sequência didática, como Aprendizagem Colaborativa, Sala de Aula Invertida ou Metodologia de Projetos. Ao integrar essas metodologias em uma sequência didática, poderá ser possível criar uma experiência educacional ainda mais dinâmica e abrangente. Por exemplo, a combinação da ABP com a Aprendizagem Colaborativa permitirá que os alunos estudem em equipe para resolver problemas complexos, promovendo a troca de ideias e o aprendizado mútuo, ampliando, assim as oportunidades de aprendizagem através da interação social.

A ABP pode se beneficiar da Sala de Aula Invertida ao usar recursos online para fornecer aos estudantes materiais de estudo prévio antes das sessões presenciais. Isso permite que os alunos cheguem preparados para enfrentar os problemas apresentados durante as aulas.

A Metodologia de Projetos pode complementar a ABP ao permitir que os estudantes mergulhem em projetos de longo prazo, explorando questões complexas e desenvolvendo soluções de forma mais abrangente. Enquanto na ABP os problemas são frequentemente apresentados aos estudantes para resolução, na Metodologia de Projetos os alunos geralmente escolhem ou criam seus próprios projetos, o que pode envolver a identificação e resolução de problemas específicos.

A diversidade de metodologias oferece um ambiente mais inclusivo e flexível, adaptando-se aos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos. Essas combinações podem enriquecer a experiência de aprendizagem, permitindo uma abordagem mais holística, envolvente e alinhada com as necessidades dos estudantes do Ensino Médio, promovendo não apenas o aprendizado de conteúdo, mas também o desenvolvimento de habilidades essenciais para a vida.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 53, n. 2, 2016, p. 191-209.
- AMABIS, José Mariano. **Biologia moderna**: Amabis & Martho. São Paulo: Moderna, 2016.
- ARANTES, O. M. N. **O que é preciso saber sobre clonagem e transgênicos**. São Paulo: Loyola, 2003.
- ARAZ, G.; SUNGUR, S. Effectiveness of Problem-Based Learning on academic performance in genetics. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 35, n. 6, p. 448-451, 2007.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, p. 229.
- BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. M. **Problem-based learning**: An approach to medical education. [S. l.]: Springer, 1980.
- BERBEL, N. N. “Problematization” and Problem-Based Learning: different words or different ways? **Interface Com Saúde Educ.**, 1998.
- BRAMBELL, F. W. R.; HEMMIG, H. G.; MORRIS, I. D.; RODWELL, J. D.; PUGH, K. The preparation of human clotting factor VIII by recombinant DNA technology. **Nature**, London, v. 312, n. 5992, p. 330-337, 1984.
- BRASIL. **Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 08 set. 2022.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20.
- CECCATO, V. M. **Biologia molecular**. 2. ed. Fortaleza: Ed. UECE, 2015.
- CHEN, H.; WU, J.; ZHANG, J. Bioremediation of polluted environments by genetically modified microorganisms. **Journal of Environmental Management**, p. 570-579, 2017.

COHEN, S. N., CHANG, A. C., BOYER, H. W., & Helling, R. B. **Construction of biologically functional bacterial plasmids in vitro**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 70(11), 1973, p. 3240-3244

Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Disponível em: <http://ctnbio.mctic.gov.br/a-ctnbio>. Acesso em 29 de setembro 2023.

Costa, J., Cruz, A. H., Faria, J. C., Reis, A., & Santos, R. (2013). A BIOTECNOLOGIA APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DE ORGANISMOS TRANSGÊNICOS E SUA DISCUSSÃO EM SALA DE AULA . *ENCICLOPEDIA BIOSFERA*, 9(16). Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3529>. Acesso em 28 de março 2024.

DELISLE, R. **How to Use Problem-based Learning in the Classroom**. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development - ASCD, 1997

EMBRAPA. **Transgênicos**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos>. Acesso em: 30 março. 2023.

ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. C. **Aprendendo com PBL: aprendizagem baseada em problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESCUSP**. São Carlos, 2009.

FERNANDES, G. B.; Silva, A. C. D. L.; Maronhas, M. E. S.; Santos, A. D. S. D.; Lima, P.H.C. **Transgene Flow: Challenges to the On-Farm Conservation of Maize Landraces in the Brazilian Semi-Arid Region**. *Plants* 2022, 11, 603. doi: 10.3390/plants11050603.

GERHART, Tatiana Engel. SILVEIRA, Denise Tolfo. (orgs.). **Métodos de Pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil– UAB/UFRGS, Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS (coord.). – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GINN, S. L., AMAYA, A. K., & ALEXANDER, I. E. **Gene therapy clinical trials worldwide to 2017: an update**. *The Journal of Gene Medicine*, 20(5), e3015, 2018.

GONÇALVES, S. S., & SILVA, M. C. S. **Aprendizagem baseada em problemas na educação básica: uma proposta de ensino interdisciplinar**. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 3(12), 2018, p. 41-51.

HO, H. P., & YAU, J. Y. **Genetic engineering and biotechnology in agriculture for improving global food security**. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 16, 2019, p. 1-9.

KAIN, D.L. **Problem-Based Learning for Teachers, Grades 6-12**. Boston: Pearson Education, Inc., 2003.

KHAN, Firdos Alam. **Biotechnology Fundamentals**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020.

LINHARES, Sérgio. **Biologia hoje** / Sérgio Linhares, Fernando Gewandsznajder, Helena Pacca. - 3. ed. - São Paulo: Ática, 2016.

LOPES, S. **Bio**, volume 3. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

MORAES, M. M. B.; SOUZA, M. C.; LINS, E. B. Aprendizagem baseada em problemas: uma proposta metodológica para o ensino fundamental. **Revista Brasileira de Educação Básica e Tecnológica**, v. 6, n. 2, p. 5-16, 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Genetically modified organisms (GMOs)**. Genebra: OMS, [2023]. Disponível em: https://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/. Acesso em 16 ago. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Genetically modified organisms (GMOs)**. Genebra: OMS, [2023]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/safety-assessment-of-foods-derived-from-genetically-modified-microorganisms>. Acesso em: 30 set. 2023.

PIERCE, B. A. **Genética**: um enfoque conceitual. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

KUIPER, H.A. *et al.* Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. **Nature Biotechnology**, London, v. 19, n. 9, p. 771-774, 2001.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; ALVES, N. G. **Aprendizagem baseada em problemas**: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

SILVA JÚNIOR, C. **Biologia, 3: ensino médio**. 11. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

SNUSTAD, D. P. **Fundamentos de genética**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

THOMPSON, Miguel. **Conexões com a Biologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

TORP, L.; SAGE, S. **Problems as Possibilities**: Problem-Based Learning for K-16 Education. Alexandria: ACSD, 2002.

ZAHA, A. **Biologia molecular básica**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CADERNO DIDÁTICO INSTRUCIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



Agradecimentos ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001, que contribuiu para a realização do mestrado.

CADERNO DIDÁTICO INSTRUCIONAL

**ORGANISMOS GENETICAMENTE
MODIFICADOS (OGMS): UMA PROPOSTA
PEDAGÓGICA BASEADA EM PROBLEMAS
PARA A COMPREENSÃO DAS BASES DA
GENÉTICA MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO.**

**MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS
JOSÉ EDUARDO GARCIA**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE

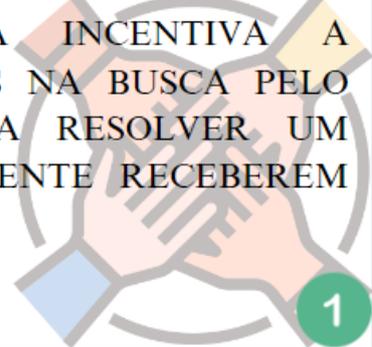
2024

O QUE É A METODOLOGIA ABP ?

A METODOLOGIA ABP, SIGLA PARA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS, É UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA QUE COLOCA O ALUNO NO CENTRO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM. NESSA METODOLOGIA, OS ESTUDANTES SÃO DESAFIADOS A RESOLVER PROBLEMAS DO MUNDO REAL, TRABALHANDO DE FORMA COLABORATIVA E INTERDISCIPLINAR PARA ENCONTRAR SOLUÇÕES (BARROWS, 2016).

A METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) FOI DESENVOLVIDA ORIGINALMENTE NA ÁREA DA MEDICINA NA DÉCADA DE 1960, NA UNIVERSIDADE DE MCMASTER, NO CANADÁ. FOI INTRODUZIDA PELO DR. HOWARD S. BARROWS, JUNTAMENTE COM SUA EQUIPE, COMO UMA ALTERNATIVA AO MODELO DE ENSINO TRADICIONAL (BARROWS, 2016).

A IMPLEMENTAÇÃO DA ABP NA EDUCAÇÃO BÁSICA TEM SE MOSTRADO PROMISSORA. DE ACORDO COM MORAES, SOUZA E LINS (2019), A ABP “É UM MÉTODO DE ENSINO QUE PODE ESTIMULAR A CRIATIVIDADE, A CURIOSIDADE E A CAPACIDADE DE APRENDER, TORNANDO O ALUNO O PROTAGONISTA DO PROCESSO”. ISSO PORQUE A METODOLOGIA INCENTIVA A PARTICIPAÇÃO ATIVA DOS ALUNOS NA BUSCA PELO CONHECIMENTO NECESSÁRIO PARA RESOLVER UM PROBLEMA, EM VEZ DE SIMPLEMENTE RECEBEREM INFORMAÇÕES PASSIVAMENTE.

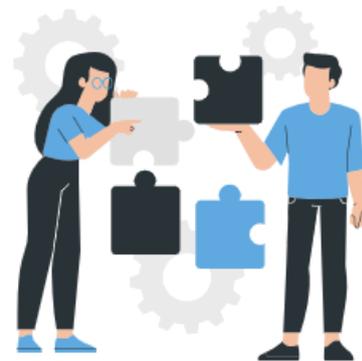


DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA:

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA FACILITADORA COM A METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) PARA AUXILIAR O PROFESSOR DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO NO TEMA GENÉTICA MOLECULAR E ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS.

Objetivos da ABP:

- Estimular a aprendizagem ativa.
- Promover o pensamento crítico.
- Desenvolver habilidades de resolução de problemas.
- Fomentar a colaboração entre os alunos.
- Facilitar a aplicação prática do conhecimento.



DICAS PARA FACILITAR A ABP

ENCORAJE A COLABORAÇÃO:

- PROMOVA A INTERAÇÃO ENTRE OS MEMBROS DO GRUPO.
- INCENTIVE A DISCUSSÃO E O COMPARTILHAMENTO DE IDEIAS.

ESTIMULE A AUTODIREÇÃO:

- DÊ AUTONOMIA AOS ALUNOS PARA BUSCAR INFORMAÇÕES.
- DESENVOLVA A CAPACIDADE DE AUTORREGULAÇÃO.

PROMOVA A ANÁLISE CRÍTICA:

- INCENTIVE OS ALUNOS A QUESTIONAR FONTES E INFORMAÇÕES.
- DESENVOLVA A HABILIDADE DE AVALIAR A QUALIDADE DA INFORMAÇÃO.

PAPEL DO FACILITADOR NA ABP

AS PRINCIPAIS RESPONSABILIDADES DO FACILITADOR NA ABP INCLUEM:

- **APRESENTAR O PROBLEMA AOS ALUNOS E ORIENTÁ-LOS NO PROCESSO DE RESOLUÇÃO.** O FACILITADOR DEVE AJUDAR OS ALUNOS A COMPREENDER O PROBLEMA, A DEFINIR OS OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM E A DESENVOLVER UM PLANO PARA RESOLVÊ-LO.
- **FORNECER AOS ALUNOS RECURSOS E APOIO.** O FACILITADOR PODE FORNECER AOS ALUNOS MATERIAIS DE REFERÊNCIA, COMO LIVROS, ARTIGOS OU SITES, OU PODE CONECTAR OS ALUNOS COM ESPECIALISTAS NA ÁREA DO PROBLEMA.
- **CRIAR UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM POSITIVO.** O FACILITADOR DEVE CRIAR UM AMBIENTE EM QUE OS ALUNOS SE SINTAM SEGUROS PARA EXPRESSAR SUAS IDEIAS E TRABALHAR EM COLABORAÇÃO. O FACILITADOR DEVE SER UM MODELO DE COMPORTAMENTO POSITIVO E PROMOVER O RESPEITO MÚTUO E A COLABORAÇÃO.
- **SEJA UM BOM OUVINTE.** ESCUTE ATENTAMENTE O QUE OS ESTUDANTES TÊM A DIZER E FAÇA PERGUNTAS PARA AJUDÁ-LOS A APROFUNDAR SEU PENSAMENTO.
- **SEJA FLEXÍVEL.** ESTEJA PREPARADO PARA ADAPTAR O PROCESSO DE ACORDO COM AS NECESSIDADES DOS ALUNOS.

FASES DA METODOLOGIA ABP

A ABP É COMPOSTA POR VÁRIAS FASES SEQUENCIAIS QUE ORIENTAM O PROCESSO DE APRENDIZAGEM. ESTAS FASES INCLUEM:

1. ESCOLHA DO PROBLEMA:

- SELECIONE PROBLEMAS AUTÊNTICOS E RELEVANTES PARA O CONTEXTO DE ENSINO.
- CERTIFIQUE-SE DE QUE OS PROBLEMAS SEJAM DESAFIADORES E MOTIVADORES PARA OS ALUNOS.

2. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA:

- APRESENTE O PROBLEMA DE FORMA ESTIMULANTE E AUTÊNTICA.
- INSTIGUE A CURIOSIDADE DOS ALUNOS E MOTIVE-OS A INVESTIGAR.

3. FORMULAÇÃO DE PERGUNTAS-CHAVE:

- AUXILIE OS ALUNOS NA FORMULAÇÃO DE PERGUNTAS-CHAVE QUE ORIENTARÃO A PESQUISA.
- INCENTIVE A CRIAÇÃO DE PERGUNTAS ABERTAS.

4. PESQUISA E APRENDIZADO AUTÔNOMO:

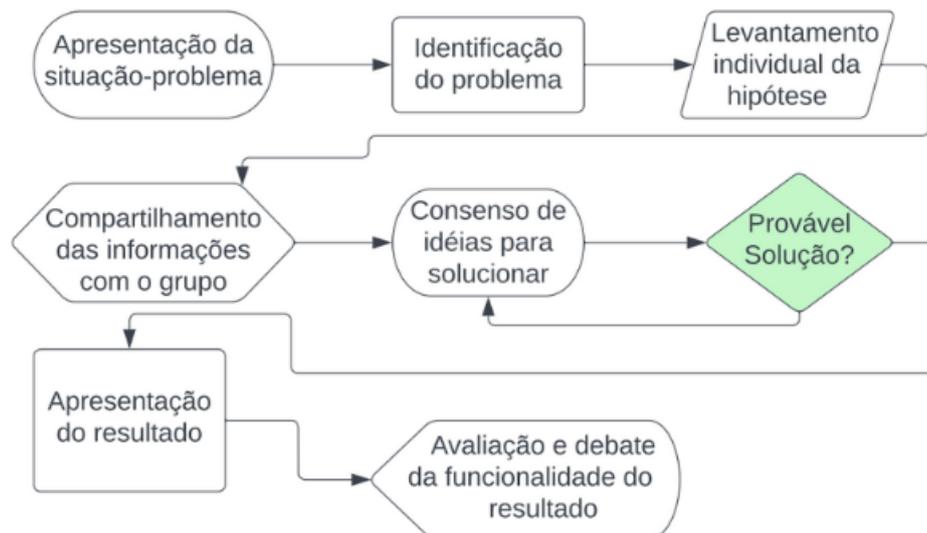
- OS ALUNOS REALIZAM PESQUISAS INDEPENDENTES PARA COLETAR INFORMAÇÕES RELEVANTES.
- DESENVOLVEM HABILIDADES DE BUSCA E SELEÇÃO DE RECURSOS.

5. DISCUSSÃO EM GRUPO:

- OS GRUPOS SE REÚNEM PARA COMPARTILHAR DESCOBERTAS, DISCUTIR IDEIAS E COLABORAR NA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA.

6. APRESENTAÇÃO DAS SOLUÇÕES:

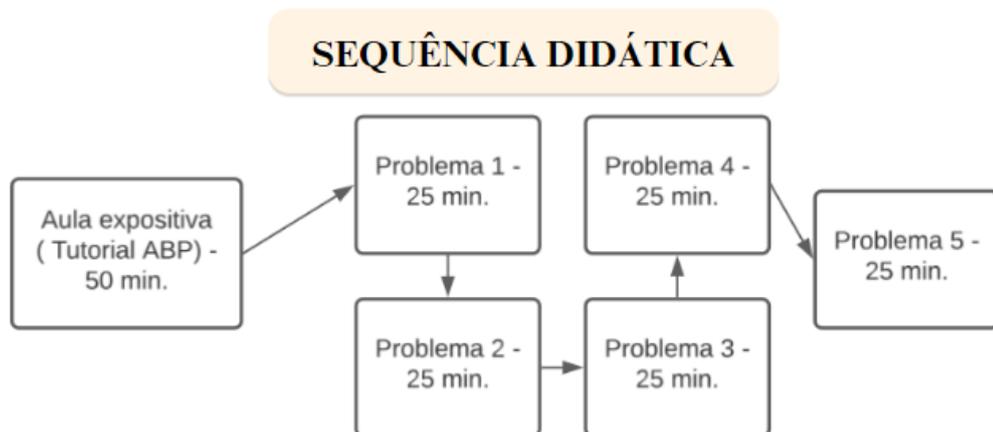
- CADA GRUPO APRESENTA SUAS SOLUÇÕES, COMPARTILHA DESCOBERTAS E RECEBE FEEDBACK.
- PROMOVE A COMUNICAÇÃO E A AVALIAÇÃO COLETIVA.



FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, ADAPTADO DO CICLO DE TRABALHO COM O PROBLEMA NA ABP (RIBEIRO, 2010).

ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

ANTES DE INICIAR A APLICAÇÃO DOS PROBLEMAS PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA, FOI REALIZADA UMA AULA EXPOSITIVA SOBRE O CICLO DE APLICAÇÃO DA SESSÃO TUTORIAL BASEADA NOS FUNDAMENTOS DO MÉTODO ABP. NESTA AULA EXPOSITIVA FOI APRESENTADA A METODOLOGIA AOS ESTUDANTES DAS TURMAS, SENDO EXPLICADO A COMPREENSÃO GERAL DA ABP, ETAPAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E VANTAGENS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA



FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

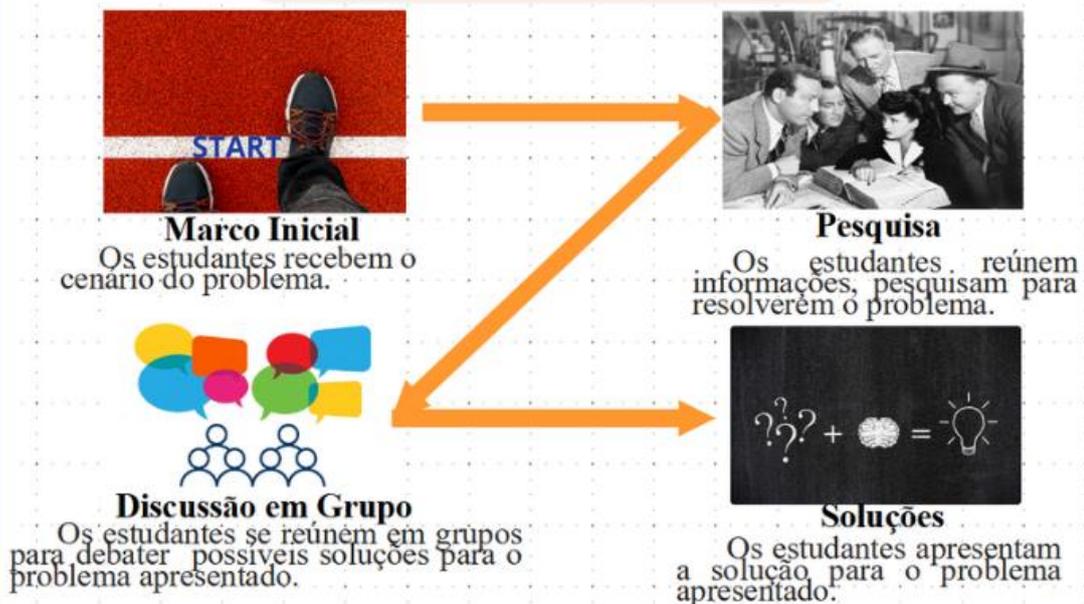
O SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES OCORREU EM TURMAS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO COM ALUNOS DIVIDIDOS EM 7 GRUPOS, CADA GRUPO COM 1 LÍDER, ABRANGENDO 6 PROBLEMAS DE GENÉTICA MOLECULAR COM FOCO EM ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGMS).

O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES OCORRE EM UM PERÍODO DE DUAS SEMANAS COM A NECESSIDADE DE 4 AULAS DE 50 MINUTOS PARA O DESENVOLVIMENTO TOTAL DAS ATIVIDADES PROPOSTAS.

Compreendendo a Abordagem ABP em Genética Molecular

- 1 **Despertando o interesse**
Com ABP, o estudante é desafiado a solucionar problemas e encontrar informações, tornando o processo de aprendizagem mais interessante
- 2 **Método colaborativo**
Com ABP, os estudantes trabalham em colaboração, compartilhando ideias, feedbacks e experiências
- 3 **Reflexão e aplicação do conhecimento**
Com ABP, os estudantes refletem e aplicam o conhecimento adquirido para solucionar problemas do mundo real

Etapas do Processo ABP



PROBLEMA 1

TEMÁTICA: ESTRUTURA DO DNA E DOS GENES

- APRESENTE AOS ALUNOS A PERGUNTA SOBRE A ESTRUTURA DO DNA E COMO OS GENES SÃO DEFINIDOS.
- OS ALUNOS INVESTIGARÃO A ESTRUTURA DO DNA E OS LIMITES DOS GENES POR MEIO DE PESQUISAS E DISCUSSÕES EM GRUPO.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1(25 MIN.)

COM O CONHECIMENTO SOBRE A ESTRUTURA DO DNA, A GENÉTICA ENTROU EM UMA NOVA FASE. A GENÉTICA MOLECULAR TEM ORIGEM NO ESTUDO DAS SEQUÊNCIAS DE DNA. O CONHECIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DE DNA E A COMPARAÇÃO COM OUTRAS SEQUÊNCIAS POSSIBILITAM AO GENETICISTA DEFINIR UM GENE QUIMICAMENTE, NO ENTANTO, A ABORDAGEM MOLECULAR DE ANÁLISE GENÉTICA É MUITO MAIS QUE O ESTUDO DAS SEQUÊNCIAS DE DNA. OS GENETICISTAS APRENDERAM A CORTAR AS MOLÉCULAS DE DNA EM LOCAIS ESPECÍFICOS. É POSSÍVEL RETIRAR GENES INTEIROS, OU PEDAÇOS DE GENES, DE UMA MOLÉCULA DE DNA E INSERI-LOS EM OUTRA (SNUSTAD, 2017). UMA PERGUNTA QUE INTRIGOU OS CIENTISTAS DURANTE MUITO TEMPO FOI: O QUE DEFINE O INÍCIO E O FIM DO SEGMENTO DE DNA A SER TRANSCRITO? EM OUTRAS PALAVRAS, QUAIS SÃO OS LIMITES DE UM GENE ?



PROBLEMA 2

TEMÁTICA: ISOLAMENTO DE GENES:

- DESAFIE OS ALUNOS COM A QUESTÃO DE COMO É POSSÍVEL ISOLAR GENES, DADA A SEMELHANÇA QUÍMICA ENTRE ELES.
- OS ALUNOS FORMULARÃO PERGUNTAS-CHAVE, CONDUZIRÃO PESQUISAS INDEPENDENTES E COMPARTILHARÃO DESCOBERTAS EM GRUPOS.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2 (25 MIN.)

UM DOS MAIORES OBSTÁCULOS NA MANIPULAÇÃO DE GENES ESPECÍFICOS É A SUA PRÓPRIA ORGANIZAÇÃO E COMPOSIÇÃO. POR EXEMPLO, É IMPOSSÍVEL ISOLAR GENES COM BASE EM SUAS PROPRIEDADES QUÍMICAS, PORQUE EM TERMOS DE COMPOSIÇÃO, OS GENES SÃO PRATICAMENTE IDÊNTICOS – APENAS A SEQUÊNCIA DE NUCLEOTÍDEOS MUDA. PORTANTO, A IDENTIFICAÇÃO E ISOLAMENTO DE FRAGMENTOS DE DNA ESPECÍFICOS, POR EXEMPLO, CONTENDO UM GENE DESEJADO, É UM GRANDE DESAFIO PARA OS BIÓLOGOS MOLECULARES (THOMPSON, 2016 P.201). COMO É POSSÍVEL SEPARAR E RECOMBINAR FRAGMENTOS DE NUCLEOTÍDEOS (GENES) ?



PROBLEMA 3

TEMÁTICA: FINALIDADES PARA PRODUÇÃO DE OGMS

- APRESENTE OS TERMOS "OGM" E "TRANSGÊNICO" E PEÇA AOS ALUNOS PARA DIFERENCIÁ-LOS.
- OS ALUNOS PESQUISARÃO AS DIFERENÇAS DOS TERMOS "OGM" E "TRANSGÊNICO", DISCUTIRÃO AS FINALIDADES DOS OGMS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A SOCIEDADE.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3 (25 MIN.)

OS TERMOS "OGM" (ORGANISMO GENETICAMENTE MODIFICADO) E "TRANSGÊNICO" SÃO FREQUENTEMENTE UTILIZADOS NO CONTEXTO DA ENGENHARIA GENÉTICA E DA MODIFICAÇÃO DE ORGANISMOS, MAS POSSUEM SIGNIFICADOS DISTINTOS (CECCATO, 2015 P.67). EXISTEM DIFERENÇAS ENTRE OS DOIS CONCEITOS? QUAL A FINALIDADE DE SE PRODUIZIR ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS? EXPLIQUE AS CONTRIBUIÇÕES QUE O DESENVOLVIMENTO DE OGMS PROPORCIONA PARA O DESENVOLVIMENTO DA NOSSA SOCIEDADE ?



PROBLEMA 4

TEMÁTICA: FINALIDADES DOS OGMS QUE METABOLIZAM PETRÓLEO

- APRESENTE A IDEIA DE OGMS QUE METABOLIZAM COMPONENTES DO PETRÓLEO PARA DISCUSSÃO DA SUA UTILIDADE.
- OS ALUNOS PESQUISARÃO E DEBATERÃO AS IMPLICAÇÕES E BENEFÍCIOS DESSA TECNOLOGIA.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 4 (25 MIN.)

UM ORGANISMO É CLASSIFICADO COMO OGM QUANDO O MATERIAL GENÉTICO DE OUTRA ESPÉCIE É EXPRESSO POR MEIO DE SUA MAQUINARIA CELULAR, RESULTANDO EM UM PRODUTO, GERALMENTE UMA PROTEÍNA, COM FUNÇÃO DIFERENTE (THOMPSON, 2016 P.203).

UM EXEMPLO É A COMBINAÇÃO DE VÁRIOS GENES EM UM ÚNICO PLASMÍDEO QUE PERMITEM QUE AS BACTÉRIAS METABOLIZEM OS COMPONENTES DO PETRÓLEO. QUAL A UTILIDADE DE SE PRODUZIR UM OGM CAPAZ DE METABOLIZAR COMPONENTES DE PETRÓLEO ?



PROBLEMA 5

TEMÁTICA: SOLUÇÃO DE OGM PARA MELHORIA DA SAÚDE DE POPULAÇÕES.

- **DESAFIE OS ALUNOS A ABORDAR O PROBLEMA DA CARÊNCIA DE VITAMINA A EM REGIÕES DA ÁSIA E ÁFRICA, ONDE ESSA DEFICIÊNCIA É UMA PREOCUPAÇÃO SIGNIFICATIVA PARA A SAÚDE PÚBLICA.**
- **PROPONHA A CRIAÇÃO DE UMA SIMULAÇÃO DE ORGANISMO GENETICAMENTE MODIFICADO (OGM) QUE POSSA SER CULTIVADO NESSAS REGIÕES PARA FORNECER VITAMINA A NA DIETA DAS COMUNIDADES AFETADAS.**

SITUAÇÃO-PROBLEMA 5 (25 MIN.)

A CARÊNCIA DA VITAMINA A, NUTRIENTE VITAL, É RESPONSÁVEL PELA CEGUEIRA EM 250 MIL A 500 MIL PESSOAS NO MUNDO. ELA AFETA MILHÕES DE PESSOAS NA ÁSIA E NA ÁFRICA E ENFRAQUECE DE FORMA TÃO GRAVE O SISTEMA IMUNOLÓGICO QUE 2 MILHÕES MORREM POR ANO (SILVA JÚNIOR, 2016 P,161) EM DECORRÊNCIA DA DEFICIÊNCIA DESSA VITAMINA. ESCOLHA UMA CULTURA ALIMENTAR QUE POSSA ATRAVÉS DE TRANSGENIA RECEBER DE UM DOADOR ESPECÍFICO UM GENE QUE CODIFIQUE PRECURSOR DE VITAMINA A E CRIE UMA SIMULAÇÃO DE OGM PARA RESOLVER A CARÊNCIA DE VITAMINA A NOS POVOS DA ÁSIA E ÁFRICA.



AVALIAÇÃO NA ABP

**AVALIAR COM BASE EM CRITÉRIOS RELACIONADOS À
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS,**

AVALIAÇÃO FORMATIVA:

- FORNECER FEEDBACK CONTÍNUO AO LONGO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM.
- DESTACAR PONTOS FORTES E ÁREAS DE MELHORIA.

AUTOAVALIAÇÃO DOS ALUNOS:

- INCENTIVO AOS ALUNOS A REFLETIREM SOBRE SEU DESEMPENHO PRÓPRIO E APRENDIZAGEM.
- PROMOVA A AUTORREGULAÇÃO E A RESPONSABILIDADE.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO:

- DESAFIO: AVALIAR A PARTICIPAÇÃO ATIVA E A COLABORAÇÃO DOS ALUNOS PODERÁ SER SUBJETIVA.
- SOLUÇÃO: UTILIZAR CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO CLAROS E OBJETIVOS, E INCLUINDO MÉTODOS COMO AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO POR PARES.

ESTE MANUAL INSTRUTIVO FORNECE ORIENTAÇÕES PARA IMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS USANDO EXEMPLOS PRÁTICOS. A ABP É UMA METODOLOGIA PODEROSA QUE PROMOVE O PENSAMENTO CRÍTICO, A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A APRENDIZAGEM ATIVA. LEMBRE-SE DE ADAPTAR OS PROBLEMAS E O PROCESSO DE ACORDO COM AS NECESSIDADES ESPECÍFICAS DE SEUS ALUNOS E DISCIPLINA.

REFERÊNCIAS

BARROWS, H. S. (1996). **Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview**. *New Directions for Teaching and Learning*, (68), 3-12.

CECCATO, Vânia Marilande. **Biologia molecular** / Vânia Marilande Ceccato. 2. ed. Fortaleza : EdUECE, 2015. p.67.

SAVIN-BADEN, M., & Major, CH (Eds.). (2013). **Fundamentos da aprendizagem baseada em problemas**. Educação McGraw-Hill (Reino Unido).

SILVA JÚNIOR, César da. **Biologia, 3: ensino médio** / César da Silva Júnior, Sezar Sasson, Nelson Caldini Júnior. -11. ed. - São Paulo : Saraiva, 2016.

SNUSTAD, D. Peter. **Fundamentos de genética**/D. Peter Snustad, Michael J. Simmons; revisão técnica Cláudia Vitória de Moura Gallo. – 7. ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

THOMPSON, Miguel. **Conexões com a Biologia** / Miguel Thompson, Eloci Peres Rios. - 2. ed. - São Paulo: Moderna, 2016.

APÊNDICE B - RUBRICAS DE AVALIAÇÃO DOS PRÓPRIOS ESTUDANTES.

CrITÉrios de avaliaÇão	Excelente desempenho	Bom desempenho	Razoável desempenho	Desempenho em construção
Participação individual	Participou ativamente das discussões.	Participou constantemente das discussões.	Participou pouco discussões.	Não participou das discussões.
Contribuição no grupo	Trouxe muitas ideias para discutir no grupo. Escutou atentamente as ideias dos seus colegas. Aceitou e apoiou as ideias dos seus colegas.	Trouxe ideias para discutir no grupo. Ouve os colegas. Conseguiu falar durante a discussão. Aceitou as ideias da maioria dos colegas.	Contribuiu pouco com as discussões. Às vezes ouviu os colegas. Raramente expos ideias ou aceitou as dos colegas.	Não contribuiu nas discussões. Interrompeu quando colegas estavam expondo suas ideias. Não ouviu os colegas e não apoiou as ideias deles.
Concordância com a apresentação de resultados do grupo	Concordou e apresentou as explicações e hipóteses com sucesso no grupo.	Aceitou explicações e hipóteses e apresentou os resultados com o grupo.	Aceitou explicações e hipóteses, mas não quis apresentar os resultados	Criticou e não apresentou resultados com o grupo.

APÊNDICE C - RESPOSTAS DAS ETAPAS (RESOLUÇÃO DAS SITUAÇÕES PROBLEMAS DOS GRUPOS)

Grupo 1



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 23/08/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Aline Nascimento

Ana Cecilia

Esther Micaela

Gabrielly Nicoly

Guilherme Menhque

Etapa 1 – Situação problema 1

Com o conhecimento sobre a estrutura do DNA, a genética entrou em uma nova fase, a genética molecular tem origem no estudo das sequências de DNA. O conhecimento de uma sequência de DNA e a comparação com outras sequências possibilitam ao geneticista definir um gene quimicamente. No entanto, a abordagem molecular de análise genética é muito mais que o estudo das sequências de DNA. Os geneticistas aprenderam a cortar as moléculas de DNA em locais específicos. É possível retirar genes inteiros, ou pedaços de genes, de uma molécula de DNA e inseri-los em outra (Snustad, 2017). Uma pergunta que intrigou os cientistas durante muito tempo foi: **O que define o início e o fim do segmento de DNA a ser transcrito? Em outras palavras, quais são os limites de um gene?**

Os limites de um gene são determinados por sequências específicas de DNA chamadas de promotor e terminador. O promotor inicia a transcrição, fornecendo instruções para o RNA enquanto o terminador sinaliza o fim da transcrição. Essa sequência reguladora interage com proteínas que coordenam o processo, permitindo que o gene seja transcrito em uma RNA mensageiro funcional.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 13/09/23 Disciplina: Biologia

Equipe: Esten Micaela

Guilherme Henrique

Alina Caroline

Ana Carla

Etapa 2 – Situação problema 2

Um dos maiores obstáculos na manipulação de genes específicos é a sua própria organização e composição. Por exemplo, é impossível isolar genes com base em suas propriedades químicas, porque em termos de composição, os genes são praticamente idênticos – apenas a sequência de nucleotídeos muda. Portanto, a identificação e isolamento de fragmentos de DNA específicos, por exemplo, contendo um gene desejado, é um grande desafio para os biólogos moleculares (Thompson, 2016 p.201). Como é possível separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos (genes)?

Através da tecnologia de DNA Recombinante, também conhecido como colagem molecular ou mesmo colagem genética. Trata-se do processo de transferência de DNA de um organismo para outro. Utilizando sequências genéticas, que pode ser explicada como a técnica que se utiliza de processos bioquímicos para identificar os nucleotídeos que fazem parte da cadeia do DNA. Submetendo um fragmento de DNA ou RNA a uma série de procedimentos de decodificação, adição

de diferentes tipos de reagentes para "traduzir" as características encontradas. Depois disso se introduz o sequenciador com marmetas de diâmetros que passam por uma corrente elétrica. Com a frequência pronta, os pequenos trechos de DNA são dilatados, permitindo que os nucleotídeos passem por interpostos individualmente. Feito o exame de bases, é possível remontar a sequência seguindo a ordem adequada.

Um exemplo é a Eletroforese em gel, uma técnica usada para separar fragmentos de DNA com base no tamanho e carga. A eletroforese envolve a passagem de uma corrente através de um gel contendo as moléculas de interesse. Em função do seu tamanho e carga, as moléculas não se movem através do gel em diferentes direções ou em diferentes velocidades, permitindo que sejam separados umas das outras.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 13 / 09 / 2023 Disciplina: Biologia

Equipe: ALME Nascimento

Ana Cecília

Ester Micaela

Gabrielly Nicoly

Guilherme Henrique

Etapa 3 – Situação problema 3

Os termos "OGM" (Organismo Geneticamente Modificado) e "transgênico" são frequentemente utilizados no contexto da engenharia genética e da modificação de organismos, mas possuem significados distintos (Ceccato, 2015 p.67) **Existem diferenças entre os dois conceitos? Qual a finalidade de se produzir Organismos Geneticamente Modificados? Explique as contribuições que o desenvolvimento OGMs proporciona para o desenvolvimento da nossa sociedade?**

Sim existe, Organismo Geneticamente Modificado (OGM) refere-se a qualquer organismo cujo material genético foi alterado, enquanto o termo "transgênico" é mais específico, designando um organismo que teve inseridos em seu genoma originais de outra espécie. As principais aplicações da engenharia genética e desenvolvimento de OGM é na diminuição da fome no mundo modificando plantas para ter mais resistência contra fungos, insetos e mudanças climáticas, sendo importante a sociedade, com as vantagens, uma vez que, ao acelerar o melhoramento genético de plantas é possível obter culturas de milho, cana-de-açúcar, trigo e muitas outras vegetais com vantagens sobre a produção agrícola.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 19/09/2022 Disciplina: Biologia

Equipe: Aline Nascimento

Ana Cecília

Ester Micaela

Gabrielly Nicoly

Guilherme Menrique

Etapa 4 – Situação problema 4

Um organismo é classificado como OGM quando o material genético de outro organismo é expresso por meio de sua maquinaria celular, resultando em um produto, geralmente uma proteína, com função diferente (Thompson, 2016 p.203).

Um exemplo é a combinação de vários genes em um único plasmídeo que permitem que as bactérias metabolizem os componentes do petróleo. Qual a utilidade de se produzir um OGM capaz de metabolizar componentes de Petróleo?

Um OGM capaz de metabolizar componentes de petróleo pode ser usado para limpar derramamentos de petróleo. As bactérias transgênicas podem ser usadas para degradar o petróleo em compostos menos tóxicos, que podem então ser removidos do meio ambiente. Essas bactérias são introduzidas no local do derramamento de petróleo, onde iniciam o processo de decomposição dos hidrocarbonetos, facilitando a recuperação e restauração do local afetado.



PROF. (A): Marcelo Emerson da Silva Assis

Turno: 3º ANO (A)

Data: ___/___/___ Disciplina: Biologia

Equipe: _____

Aline Nascimento

Ana Cláudia

ESTER M. Paula

Genilberto Henrique

Etapa 5 – Situação problema 5

A carência da vitamina A, nutriente vital, é responsável pela cegueira em 250 mil a 500 mil pessoas. Ela afeta milhões de pessoas na Ásia e na África e enfraquece de forma tão grave o sistema imunológico que 2 milhões morrem por ano (Silva Júnior, 2016 p,161). Escolha uma cultura alimentar que possa através de transgenia receber de um doador específico um gene que codifique precursor de vitamina A e crie uma simulação de OGM para resolver a carência de vitamina A nos povos da Ásia e África?

Uma cultura alimentar que poderia ser usada para a produção de transgenia seria o milho e a batata. A vitamina A em países da Ásia e África é muito baixa. O arroz doado é um exemplo de um OGM desenvolvido da transgenia e tem a vitamina A.

1. Identificar o Doador de Gene: um gene de milho de vitamina A (beta-caroteno) pode ser introduzido de uma fonte rica em beta-caroteno, como batatas em um milho.

2. Inserir o Gene no arroz: os cientistas inserem o gene doador no DNA do arroz, permitindo que o

Plantas produtora Beta-caroteno

3. Cultivo e distribuição: O arroz, modificado geneticamente, agora conhecido como "arroz dourado" é cultivado em regiões onde a deficiência de Vitamina A é prevalente, como partes da Ásia e África.

4. Benefícios para a saúde: O consumo regular de arroz dourado pode ajudar a combater a deficiência de Vitamina A, melhorando a saúde dos indivíduos afetados.

É importante lembrar que a introdução de OGMs na cultura alimentar enfrenta desafios regulatórios, preocupações ambientais e questões éticas. Portanto, qualquer implementação real seria sujeita a uma avaliação rigorosa e consideração cuidadosa das implicações.

Grupo 2



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 23/08/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Adrielly Ferreira

Mania Crazilly

Moria Izabela

Etapa 1 – Situação problema 1

Com o conhecimento sobre da estrutura do DNA, a genética entrou em uma nova fase, A genética molecular tem origem no estudo das sequências de DNA. O conhecimento de uma sequência de DNA e a comparação com outras sequências possibilitam ao geneticista definir um gene quimicamente. No entanto, a abordagem molecular de análise genética é muito mais que o estudo das sequências de DNA. Os geneticistas aprenderam a cortar as moléculas de DNA em locais específicos. É possível retirar genes inteiros, ou pedaços de genes, de uma molécula de DNA e inseri-los em outra (Snustad, 2017). Uma pergunta que intrigou os cientistas durante muito tempo foi: **O que define o início e o fim do segmento de DNA a ser transcrito? Em outras palavras, quais são os limites de um gene?**

Todo o processo ocorre no núcleo da célula. Inicialmente, uma molécula de DNA abre-se no ponto onde o gene a ser transcrito encontram-se seu orientes em virtude da ação do RNA polimerase, que promove a abertura e a exposição das seqüências de nucleotídeos que irão ser transcritos. A identidade física dos genes não tem limites de fimides ou estrutura concreta. O gene é a cadeia do ácido desoxirribonucleico (DNA), uma estrutura que se constitui como uma unidade funcional encarregada da transmissão de características hereditárias.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 13/09/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Adrielly Ferreira

Maria Grazielly

Maria Isabela

Jessamy Kelly

Julia Evelyn

Etapa 2 – Situação problema 2

Um dos maiores obstáculos na manipulação de genes específicos é a sua própria organização e composição. Por exemplo, é impossível isolar genes com base em suas propriedades químicas, porque em termos de composição, os genes são praticamente idênticos – apenas a sequência de nucleotídeos muda. Portanto, a identificação e isolamento de fragmentos de DNA específicos, por exemplo, contendo um gene desejado, é um grande desafio para os biólogos moleculares (Thompson, 2016 p.201). **Como é possível separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos (genes)?**

Uma das técnicas mais utilizadas para separar fragmentos de DNA é a eletroforese em gel de agarose. Nessa técnica, os fragmentos de DNA são separados com base em sua massa molecular. Isso ocorre porque os fragmentos de DNA movem-se através do gel de agarose de maneira proporcional ao tamanho dos fragmentos. A recombinarção de fragmentos de DNA é possível graças à enzima DNA ligase. Essa enzima catalisa a ligação de duas moléculas de DNA. Portanto, ela pode ser utilizada para ligar dois fragmentos de DNA, criando um novo fragmento.



PROF. (A): Marcia Emerson de Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 13/09/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Danielly Ferreira

Mania Inabelo

Mania Grazielly

Gabrielly Nicoly

Etapa 3 – Situação problema 3

Os termos "OGM" (Organismo Geneticamente Modificado) e "transgênico" são frequentemente utilizados no contexto da engenharia genética e da modificação de organismos, mas possuem significados distintos (Ceccato, 2015 p.67) Existem diferenças entre os dois conceitos? Qual a finalidade de se produzir Organismos Geneticamente Modificados? Explique as contribuições que o desenvolvimento OGMs proporciona para o desenvolvimento da nossa sociedade?

Um organismo geneticamente modificado (OGM) é um ser vivo que tem seu material genético (DNA/RNA) modificado por engenharia genética. Já o termo "transgênico", que define um organismo que contém um ou mais segmentos de DNA ou genes que foram manipulados. Uma das principais aplicações da engenharia genética e desenvolvimento de OGM é na diminuição do fome no mundo. Uma vez que, ao realizar a melhorias genéticas de plantas, é possível obter cultivos de milho, soja, canola, trigo e muitos outros vegetais com vantagens sobre a produção orgânica. As contribuições, podemos de-

taçar, o aumento da produtividade, diminuição do uso de agrotóxicos, aumento do valor nutricional de alguns alimentos e a tolerância das plantas às condições ruins do meio ambiente.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 19/09/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Adrielly Ferreira

Maria Graciele

Maria Isabela

Juanany Kelly

Julia Evelyn

Etapa 4 – Situação problema 4

Um organismo é classificado como OGM quando o material genético de outro organismo é expresso por meio de sua maquinaria celular, resultando em um produto, geralmente uma proteína, com função diferente (Thompson, 2016 p.203).

Um exemplo é a combinação de vários genes em um único plasmídeo que permitem que as bactérias metabolizem os componentes do petróleo. Qual a utilidade de se produzir um OGM capaz de metabolizar componentes de Petróleo?

Um OGM capaz de metabolizar componentes do petróleo pode ser usado para produzir produtos químicos. Bactérias transgênicas especialmente projetadas podem desempenhar um papel fundamental na conversão eficiente do petróleo em compostos químicos valiosos que podem ser usados na fabricação de uma variedade de produtos, como medicamentos, plásticos e fertilizantes.



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
ESCOLA JOSÉ CARLOS FLORÊNCIO

PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 26 / 09 / 2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Marcia Grogelly

Maria Inabela

Carilly Ferreira

Etapa 5 – Situação problema 5

A carência da vitamina A, nutriente vital, é responsável pela cegueira em 250 mil a 500 mil pessoas. Ela afeta milhões de pessoas na Ásia e na África e enfraquece de forma tão grave o sistema imunológico que 2 milhões morrem por ano (Silva Júnior, 2016 p.161). Escolha uma cultura alimentar que possa através de transgenia receber de um doador específico um gene que codifique precursor de vitamina A e crie uma simulação de OGM para resolver a carência de vitamina A nos povos da Ásia e África?

Uma cultura alimentar adequada para atender a carência de vitamina A nas populações da Ásia e África poderia ser o milho, uma cultura muito consumida nessas regiões.

Simulação de OGM: Doador de OGM: milho Vitis

Objetivo: Enriquecer o milho com vitamina A para combater a deficiência de vitamina A nas populações da Ásia e África.

Gene inserido: O gene da luteína - caroteno, um precursor da vitamina A, retirado a partir de uma fonte segura.

Método de inserção: O gene do Beta-carotenó é inserido no DNA do milho por meio de técnicas de engenharia genética, garantindo que seja expresso nas partes comestíveis do milho: corno e grãos.

Benefícios:

1. O milho VITA se torna uma fonte natural de vitamina A, ajudando a abordar a deficiência de vitamina A em várias regiões.

2. Pode ajudar a reduzir problemas de saúde associados à deficiência de vitamina A, como cegueira noturna e problemas de imunidade.

Grupo 3



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 22/08/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Cauam Amarim
 Wellington Diego
 Wanderson Rivalente
 Bruno Almeida
 Luis Felipe
 Antônio Ryan
 José Gabriel

Etapa 1 – Situação problema 1

Com o conhecimento sobre a estrutura do DNA, a genética entrou em uma nova fase. A genética molecular tem origem no estudo das sequências de DNA. O conhecimento de uma sequência de DNA e a comparação com outras sequências possibilitam ao geneticista definir um gene quimicamente. No entanto, a abordagem molecular de análise genética é muito mais que o estudo das sequências de DNA. Os geneticistas aprenderam a cortar as moléculas de DNA em locais específicos. É possível retirar genes inteiros, ou pedaços de genes, de uma molécula de DNA e inseri-los em outra (Snustad, 2017). Uma pergunta que intrigou os cientistas durante muito tempo foi: **O que define o início e o fim do segmento de DNA a ser transcrito? Em outras palavras, quais são os limites de um gene?**

O que define o início e o fim do gene que será transcrito são sequências específicas de nucleotídeos, o início é a região promotora do gene e o fim é a região terminal.

A identidade física dos genes não tem limites definidos ou estrutura concreta. O gene é a cadeia de ácidos desoxirribonucleico (DNA), uma estrutura que se comporta como uma unidade funcional, encarregada da transferência de características hereditárias.



PROF. (A): Marcie Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 13/09/23 Disciplina: Biologia

Equipe: Caua Moura

Wenderson Diego

Wanderson Rindato

Ferri Gabriel

Antônio Ryan

Luiz Felipe

Etapa 2 – Situação problema 2

Um dos maiores obstáculos na manipulação de genes específicos é a sua própria organização e composição. Por exemplo, é impossível isolar genes com base em suas propriedades químicas, porque em termos de composição, os genes são praticamente idênticos – apenas a sequência de nucleotídeos muda. Portanto, a identificação e isolamento de fragmentos de DNA específicos, por exemplo, contendo um gene desejado, é um grande desafio para os biólogos moleculares (Thompson, 2016 p.201). Como é possível separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos (genes)?

O gene é isolado do genoma de organismos que o contém por meio de uma técnica chamada digestão com enzimas de restrição. As enzimas de restrição cortam o DNA do genoma em fragmentos e o gene desejado é identificado por meio de eletroforese em gel de agarose.

Em seguida o gene é ligado a um vetor por meio da enzima DNA ligase. O vetor é uma molécula de DNA que vai transportar o gene para o organismo receptor.

O vetor contendo o gene é transportado para o organismo receptor por meio de um processo chamado transformação. No organismo receptor, o gene é replicado e expresso.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 13/09/23 Disciplina: Biologia

Equipe: Lucas Messias

Wanderton Dias

Wanderlan Almeida

José Gabriel

Antônio Ruyim

Luís Felipe

Etapa 3 – Situação problema 3

Os termos "OGM" (Organismo Geneticamente Modificado) e "transgênico" são frequentemente utilizados no contexto da engenharia genética e da modificação de organismos, mas possuem significados distintos (Ceccato, 2015 p.67) Existem diferenças entre os dois conceitos? Qual a finalidade de se produzir Organismos Geneticamente Modificados? Explique as contribuições que o desenvolvimento OGMs proporciona para o desenvolvimento da nossa sociedade?

Organismos Geneticamente Modificados (OGM) é um termo amplo que se refere a qualquer organismo cujo material genético foi alterado por técnicas de engenharia genética. Por outro lado, "transgênico" é um tipo específico de OGM que contém material genético inserido de outra espécie. A finalidade de se produzir OGMs é variada. Ela inclui o desenvolvimento de culturas resistentes a pragas, plantas tolerantes a herbicidas, alimentos com novos valores nutricionais e até mesmo a produção de medicamentos por meio de plantas geneticamente modificadas. Os OGMs oferecem contribuições significativas para nossa sociedade. Eles podem reduzir o uso de pesticidas e herbicidas, aumentar a produtividade agrícola, ajudar na conservação

de recursos naturais e até mesmo proporcionar culturas mais resistentes a condições adversas, como seca e altas temperaturas.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 19/09/23 Disciplina: Biologia

Equipe: Cassian Moura

Wanderton Diego

Wanderson Rinaldo

José Gabriel

Antônio Ryan

Luís Felipe

Etapa 4 – Situação problema 4

Um organismo é classificado como OGM quando o material genético de outro organismo é expresso por meio de sua maquinaria celular, resultando em um produto, geralmente uma proteína, com função diferente (Thompson, 2016 p.203).

Um exemplo é a combinação de vários genes em um único plasmídeo que permitem que as bactérias metabolizem os componentes do petróleo. Qual a utilidade de se produzir um OGM capaz de metabolizar componentes de Petróleo?

~~O petróleo é considerado altamente prejudicial para a vida marinha.
 O desenvolvimento de OGMs capazes de metabolizar esses poluentes
 pode ajudar a proteger a vida nos oceanos, minimizando
 danos à avifauna marinha e ecossistemas costeiros. Esse processo
 biotecnológico permite a transformação dos constituintes do petró-
 leo em substâncias mais facilmente degradáveis, reduzindo sua
 toxicidade e impacto ambiental.~~



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
ESCOLA JOSÉ CARLOS FLORÊNCIO

PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 26 / 09 / 23 Disciplina: Biologia

Equipe: Antônio Ruyon

Caio Moura

Luís Felipe

José Gabriel

Wanderlan Pinheiro

Werverton Diogo

Etapa 5 – Situação problema 5

A carência da vitamina A, nutriente vital, é responsável pela cegueira em 250 mil a 500 mil pessoas. Ela afeta milhões de pessoas na Ásia e na África e enfraquece de forma tão grave o sistema imunológico que 2 milhões morrem por ano (Silva Júnior, 2016 p,161). Escolha uma cultura alimentar que possa através de transgenia receber de um doador específico um gene que codifique precursor de vitamina A e crie uma simulação de OGM para resolver a carência de vitamina A nos povos da Ásia e África? .

Nossa equipe decidiu abordar a problemática da escassez de vitamina A na Ásia e na África criando uma cultura alimentar de batata doce transgênica. A batata doce transgênica produzida seria capaz de produzir carotenos, um precursor da vitamina A pelo isolamento do gene do caroteno de uma planta doadora, como a alface, e inserção do gene do caroteno no genoma da batata, através da engenharia genética. O consumo desta batata poderia ajudar a prevenir a cegueira e outras deficiências nutricionais causadas pela falta de vitamina A.

Grupo 4



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
ESCOLA JOSÉ CARLOS FLORÊNCIO

PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 23/08/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Maria Júlia

Geisiane Silva

Galvriel Trindade

Duzia Vitória

Eduarda Micaela

Etapa 1 – Situação problema 1

Com o conhecimento sobre da estrutura do DNA, a genética entrou em uma nova fase, a genética molecular tem origem no estudo das sequências de DNA. O conhecimento de uma sequência de DNA e a comparação com outras sequências possibilitam ao geneticista definir um gene quimicamente. No entanto, a abordagem molecular de análise genética é muito mais que o estudo das sequências de DNA. Os geneticistas aprenderam a cortar as moléculas de DNA em locais específicos. É possível retirar genes inteiros, ou pedaços de genes, de uma molécula de DNA e inseri-los em outra (Snustad, 2017). Uma pergunta que intrigou os cientistas durante muito tempo foi: **O que define o início e o fim do segmento de DNA a ser transcrito? Em outras palavras, quais são os limites de um gene?**

O que determina o início e o fim do gene que será transcrito são sequências específicas de nucleotídeos, o início é a região promotora do gene e o fim é a região terminal. A polimerase do RNA se encaixa na região promotora do gene e vai até a região terminal.

A identidade física dos genes não tem limites definidos ou estrutura concreta.



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
ESCOLA JOSÉ CARLOS FLORÊNCIO

PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 13 / 09 / 2023 Disciplina: Biologia

Equipe: _____

Eduarda Micaele _____

maria Julia _____

Luiza Vitoria _____

Geniane Silva _____

Gabriel Trindade _____

Etapa 2 – Situação problema 2

Um dos maiores obstáculos na manipulação de genes específicos é a sua própria organização e composição. Por exemplo, é impossível isolar genes com base em suas propriedades químicas, porque em termos de composição, os genes são praticamente idênticos – apenas a sequência de nucleotídeos muda. Portanto, a identificação e isolamento de fragmentos de DNA específicos, por exemplo, contendo um gene desejado, é um grande desafio para os biólogos moleculares (Thompson, 2016 p.201). Como é possível separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos (genes)?

Primeira não são utilizadas enzimas de restrição para cortar o DNA em locais específicos, permitindo a clonagem e a análise de trechos específicos do DNA, logo depois enzimas de ligação, são utilizadas para "cola" os fragmentos de DNA, criando uma nova sequência de DNA combinada. Em seguida replica esse DNA recombinante em bactérias através do processo reprodutivo.

O arroz dourado, um arroz transgênico que recebeu um gene, por exemplo de um couve que é rico em vitamina A, esse gene foi aplicado no arroz e agora ele se reproduz com essa característica.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 13/08/2023 Disciplina: Biologia

Equipe:

Eduarda Micaele

Inana Julia

Luiza Vitória

Geisiane Silva

Gabriel Trindade

Etapa 3 – Situação problema 3

Os termos "OGM" (Organismo Geneticamente Modificado) e "transgênico" são frequentemente utilizados no contexto da engenharia genética e da modificação de organismos, mas possuem significados distintos (Ceccato, 2015 p.67) Existem diferenças entre os dois conceitos? Qual a finalidade de se produzir Organismos Geneticamente Modificados? Explique as contribuições que o desenvolvimento OGMs proporciona para o desenvolvimento da nossa sociedade?

Sim, os organismos geneticamente modificados podem ter recebido outros genes da mesma espécie onde outras e até mesmo algum gene do próprio foi "deletado". Os transgênicos recebem genes de outras espécies, há nele uma transformação no gene.

Esses organismos nos trazem benefícios na aumento da produtividade, diminuição de agrotóxicos nas plantações, aumento o valor nutricional de algumas alimentos e a tolerância das plantas as condições ruins no meio ambiente.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 19 / 09 / 2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Marcia Júlia

Geuziane Silva

Gabriel Trindade

Luzia Vitória

Eduarda Micade

Etapa 4 – Situação problema 4

Um organismo é classificado como OGM quando o material genético de outro organismo é expresso por meio de sua maquinaria celular, resultando em um produto, geralmente uma proteína, com função diferente (Thompson, 2016 p.203).

Um exemplo é a combinação de vários genes em um único plasmídeo que permitem que as bactérias metabolizem os componentes do petróleo. Qual a utilidade de se produzir um OGM capaz de metabolizar componentes de Petróleo?

Sua capacidade de degradação é crucial para reduzir a persistência e a toxicidade dos resíduos de petróleo em ecossistemas afetados por derramamentos. Esses OGMs podem ser usados para degradar compostos tóxicos presentes no petróleo, transformando-os em substâncias menos nocivas ou até mesmo em produtos não prejudiciais ao ambiente, contribuindo para a redução da poluição. Pesquisas e testes são necessários para garantir não apenas a eficácia na degradação dos compostos, mas também a segurança ambiental desses microrganismos.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (A)

Data: 26/09/23 Disciplina: Biologia

Equipe: Geisiane Silva

Eduarda micale

Luiza vitória

maria julia

Gabriel Trindade

Etapa 5 – Situação problema 5

A carência da vitamina A, nutriente vital, é responsável pela cegueira em 250 mil a 500 mil pessoas. Ela afeta milhões de pessoas na Ásia e na África e enfraquece de forma tão grave o sistema imunológico que 2 milhões morrem por ano (Silva Júnior, 2016 p,161). Escolha uma cultura alimentar que possa através de transgenia receber de um doador específico um gene que codifique precursor de vitamina A e crie uma simulação de OGM para resolver a carência de vitamina A nos povos da Ásia e África?

○ Arroz que é consumido em ambas continentes, tanto na Ásia como na África, rico em vitaminas E e B pode ser geneticamente modificado recebendo em seu genoma um material genético de outra espécie rica em vitamina A, exemplo a manga que tem em sua estrutura genética enzimas que produzem vitamina A. O arroz ao receber esse gene passará a se reproduzir sendo rico em tal vitamina também, sendo assim, os povos da Ásia e África ao consumirem o arroz transgênico já estarão recebendo a vitamina em suas células, dando um fim a carência da mesma nesses continentes.

Grupo 5



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (3)

Data: 13 / 08 / 2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Brenda Maciel

Pedro Ryan

Allan Ricardo

Victória Oliveira

João Gabriel

Etapa 1 – Situação problema 1

Com o conhecimento sobre a estrutura do DNA, a genética entrou em uma nova fase, a genética molecular tem origem no estudo das sequências de DNA. O conhecimento de uma sequência de DNA e a comparação com outras sequências possibilitam ao geneticista definir um gene quimicamente. No entanto, a abordagem molecular de análise genética é muito mais que o estudo das sequências de DNA. Os geneticistas aprenderam a cortar as moléculas de DNA em locais específicos. É possível retirar genes inteiros, ou pedaços de genes, de uma molécula de DNA e inseri-los em outra (Snustad, 2017). Uma pergunta que intrigou os cientistas durante muito tempo foi: **O que define o início e o fim do segmento de DNA a ser transcrito? Em outras palavras, quais são os limites de um gene?**

Um fator importante é a presença de sequências específicas de DNA no início e no fim do gene. Essas sequências são chamadas de promotoras e terminadoras, respectivamente. O promotor não é um segmento de DNA que codifica a DNA polimerase, a enzima que transcreve o DNA em RNA, que inicia a transcrição. O terminador não é um segmento de DNA que codifica a DNA polimerase para terminar a transcrição.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (R)

Data: 22 / 05 / 2022 Disciplina: Biologia

Equipe: Luís Carlos

Alana Brito

Melissa Brito

Guilherme Brito

Guilherme Brito

Etapa 2 – Situação problema 2

Um dos maiores obstáculos na manipulação de genes específicos é a sua própria organização e composição. Por exemplo, é impossível isolar genes com base em suas propriedades químicas, porque em termos de composição, os genes são praticamente idênticos – apenas a sequência de nucleotídeos muda. Portanto, a identificação e isolamento de fragmentos de DNA específicos, por exemplo, contendo um gene desejado, é um grande desafio para os biólogos moleculares (Thompson, 2016 p.201). Como é possível separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos (genes)?

Os maiores obstáculos na manipulação de genes específicos é a sua própria organização e composição. Por exemplo, é impossível isolar genes com base em suas propriedades químicas, porque em termos de composição, os genes são praticamente idênticos – apenas a sequência de nucleotídeos muda. Portanto, a identificação e isolamento de fragmentos de DNA específicos, por exemplo, contendo um gene desejado, é um grande desafio para os biólogos moleculares (Thompson, 2016 p.201). Como é possível separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos (genes)?



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 12/09/23 Disciplina: Biologia

Equipe: _____

Brenda Maciel

Maria Raiane

Yali Yasmim

Isaias Gabriel

Allan Ricardo

Pedro Ryan

Etapa 3 – Situação problema 3

Os termos "OGM" (Organismo Geneticamente Modificado) e "transgênico" são frequentemente utilizados no contexto da engenharia genética e da modificação de organismos, mas possuem significados distintos (Ceccato, 2015 p.67) Existem diferenças entre os dois conceitos? Qual a finalidade de se produzir Organismos Geneticamente Modificados? Explique as contribuições que o desenvolvimento OGMs proporciona para o desenvolvimento da nossa sociedade?

Um organismo geneticamente modificado (OGM), segundo a Lei de Biossegurança, é um ser vivo que teve seu material genético (DNA/RNA) modificado por engenharia genética. Já o termo "transgênicos", que não é definido pela lei, é um organismo que contém um ou mais segmentos de DNA ou genes que foram manipulados.

A finalidade é que os indivíduos fiquem mais fortes contra mudanças de clima radical ou pragas em grandes escalas, e produção em larga escala. Aumento na quantidade para de alimento para a população, e indivíduos mais saudáveis.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 13/09/23 Disciplina: Biologia

Equipe: _____

Brenda Maíel _____

Yali Yasmin _____

Maria Raiane _____

Isaias Gabriel _____

Pedro Ryan _____

Allan Ricardo _____

Etapa 4 – Situação problema 4

Um organismo é classificado como OGM quando o material genético de outro organismo é expresso por meio de sua maquinaria celular, resultando em um produto, geralmente uma proteína, com função diferente (Thompson, 2016 p.203).

Um exemplo é a combinação de vários genes em um único plasmídeo que permitem que as bactérias metabolizem os componentes do petróleo. Qual a utilidade de se produzir um OGM capaz de metabolizar componentes de Petróleo?

Os OGMs quando metabolizam com os componentes do petróleo, fazem os mais diversos produtos, como: componentes de computador, plásticos, alguns alimentos e etc. Por isso que os OGMs têm de grande utilidade modificando os componentes.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 16 / 09 / 2017 Disciplina: Biologia

Equipe: Bruna Maria

Yula Pereira

Marcia Pereira

Alana Ricardo

Luís Carlos

Roberto

Etapa 5 – Situação problema 5

A carência da vitamina A, nutriente vital, é responsável pela cegueira em 250 mil a 500 mil pessoas. Ela afeta milhões de pessoas na Ásia e na África e enfraquece de forma tão grave o sistema imunológico que 2 milhões morrem por ano (Silva Júnior, 2016 p,161). Escolha uma cultura alimentar que possa através de transgenia receber de um doador específico um gene que codifique precursor de vitamina A e crie uma simulação de OGM para resolver a carência de vitamina A nos povos da Ásia e África?

Para solucionar a falta de vitamina A, vamos introduzir um gene de uma planta que produz o precursor de vitamina A. Ao introduzir um gene de uma planta que produz o precursor de vitamina A em uma cultura alimentar que naturalmente não produz, podemos criar uma variedade transgênica que naturalmente produz vitamina A. Isso pode ser feito com uma planta de introdução de genes em populações com falta de vitamina A. Assim, a falta de vitamina A pode ser resolvida em áreas de fome e de fome, onde a falta de vitamina A é um problema sério. Assim, a falta de vitamina A pode ser resolvida em áreas de fome e de fome, onde a falta de vitamina A é um problema sério.

Grupo 6



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (C)

Data: 15/08/23 Disciplina: **Biologia**Equipe: Luana, Isabela, MyllenaGuarany, Isabela, JoséFelipe

Etapa 1 – Situação problema 1

Com o conhecimento sobre a estrutura do DNA, a genética entrou em uma nova fase, a genética molecular tem origem no estudo das sequências de DNA. O conhecimento de uma sequência de DNA e a comparação com outras sequências possibilitam ao geneticista definir um gene quimicamente. No entanto, a abordagem molecular de análise genética é muito mais que o estudo das sequências de DNA. Os geneticistas aprenderam a cortar as moléculas de DNA em locais específicos. É possível retirar genes inteiros, ou pedaços de genes, de uma molécula de DNA e inseri-los em outra (Snustad, 2017). Uma pergunta que intrigou os cientistas durante muito tempo foi: **O que define o início e o fim do segmento de DNA a ser transcrito? Em outras palavras, quais são os limites de um gene?**

O início do segmento de DNA a ser transcrito é definido por uma sequência específica de DNA chamada Promotor. Os genes são definidos por uma sequência específica de DNA, chamado de Promotor (início) e Terminador (fim).



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 13/09/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Stephany Alves
Jose Wesley
Enyllim Mayara
Mylema Gomes
Dafne Graziely
Anna Leticia

Etapa 2 – Situação problema 2

Um dos maiores obstáculos na manipulação de genes específicos é a sua própria organização e composição. Por exemplo, é impossível isolar genes com base em suas propriedades químicas, porque em termos de composição, os genes são praticamente idênticos – apenas a sequência de nucleotídeos muda. Portanto, a identificação e isolamento de fragmentos de DNA específicos, por exemplo, contendo um gene desejado, é um grande desafio para os biólogos moleculares (Thompson, 2016 p.201). Como é possível separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos (genes)?

A separação de fragmentos de DNA é uma técnica importante para a biotecnologia molecular. Ela permite que os cientistas isolam genes específicos, identifiquem mutações e estudem a estrutura do DNA.

Existem várias técnicas que podem ser utilizadas para separar fragmentos de DNA.

As duas técnicas mais comuns são a eletroforese em gel de agarose e a cromatografia de afinidade. Com a segunda, o gene é ligado a um sítio por meio da enzima DNA ligase. O sítio é uma molécula de DNA frequentemente um plasmídeo, que serve como veículo para transportar o gene isolado para dentro do organismo receptor.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 13/09/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Stephany Alano
José Wesley
Emillyn Mayara
Mylema Gomes
Wafne Graziely
Anna Esticia

Etapa 3 – Situação problema 3

Os termos "OGM" (Organismo Geneticamente Modificado) e "transgênico" são frequentemente utilizados no contexto da engenharia genética e da modificação de organismos, mas possuem significados distintos (Ceccato, 2015 p.67) Existem diferenças entre os dois conceitos? Qual a finalidade de se produzir Organismos Geneticamente Modificados? Explique as contribuições que o desenvolvimento OGMs proporciona para o desenvolvimento da nossa sociedade?

OGM, conforme a lei de Biossegurança (11105/05) é um ser vivo que tem seu material genético (DNA/RNA) modificado por engenharia genética. Já o termo transgênico, que não é definido pela lei, é um organismo que possui um ou mais segmentos de DNA ou genes que foram manipulados. Uma das principais aplicações da engenharia genética e desenvolvimento de OGM é na diminuição da fome no mundo, uma vez que as acelerar o melhoramento genético de plantas é possível obter culturas de milho, soja, cana-de-açúcar, trigo e muitos outros vegetais com vantagens sobre a produção agrícola. Por exemplo, culturas de milho, soja, trigo, arroz

e muitas outras plantas têm sido modificadas geneticamente para resistir a muitos prejudiciais ou a doenças específicas, o que reduz a necessidade de pesticidas e aumenta o rendimento das colheitas.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 13/09/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Emillym Mayara
Mylenma Gomes
Silhetamy Alves
José Wesley
Anna Leticia
Valme Graziely

Etapa 4 – Situação problema 4

Um organismo é classificado como OGM quando o material genético de outro organismo é expresso por meio de sua maquinaria celular, resultando em um produto, geralmente uma proteína, com função diferente (Thompson, 2016 p.203).

Um exemplo é a combinação de vários genes em um único plasmídeo que permitem que as bactérias metabolizem os componentes do petróleo. Qual a utilidade de se produzir um OGM capaz de metabolizar componentes de Petróleo?

Temas muitas vantagens: Criar outros componentes
(gasolina, óleo diesel gás liquefeito, querosene, lubrificantes,
asfalto e plásticos). Criar bactérias para a degradação de
proprio petróleo em lugares poluídos, como mares, rios
e o próprio solo etc. Convertendo em compostos menos
tóxicos ou mesmo em produtos inofensivos para o
ambiente. Essa capacidade de degradação auxilia na
limpeza de áreas poluídas por, facilitando a recupe
ração dos ecossistemas poluídos.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 26 / 09 / 2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Euflexia Mayara
 Mylenna Gomes
 Stephanie Alves
 Anna Estívia
 José Wesley
 José Felipe

Etapa 5 – Situação problema 5

A carência da vitamina A, nutriente vital, é responsável pela cegueira em 250 mil a 500 mil pessoas. Ela afeta milhões de pessoas na Ásia e na África e enfraquece de forma tão grave o sistema imunológico que 2 milhões morrem por ano (Silva Júnior, 2016 p,161). Escolha uma cultura alimentar que possa através de transgenia receber de um doador específico um gene que codifique precursor de vitamina A e crie uma simulação de OGM para resolver a carência de vitamina A nos povos da Ásia e África?

Através da Transgenia, introduziríamos um gene doador como o mamão que codifica o caroteno em mandioca. A mandioca transgênica poderia ser cultivada em regiões da África e da Ásia onde é uma fonte importante de carotenóides vegetal, fornecendo vitamina A para combater a deficiência nutricional. A utilização da transgenia para enriquecer a mandioca com vitamina A maximiza o potencial da biotecnologia para resolver os problemas de saúde e nutrição em comunidades que dependem desses alimentos como parte essencial de sua dieta rotineira.

Grupo 7



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 23 / 08 / 2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Ana Cristina

Francisca

Geovanna Cândida

Kaylane Gabrielle

Kauany Souza

Etapa 1 – Situação problema 1

Com o conhecimento sobre a estrutura do DNA, a genética entrou em uma nova fase, a genética molecular tem origem no estudo das sequências de DNA. O conhecimento de uma sequência de DNA e a comparação com outras sequências possibilitam ao geneticista definir um gene quimicamente. No entanto, a abordagem molecular de análise genética é muito mais que o estudo das sequências de DNA. Os geneticistas aprenderam a cortar as moléculas de DNA em locais específicos. É possível retirar genes inteiros, ou pedaços de genes, de uma molécula de DNA e inseri-los em outra (Snustad, 2017). Uma pergunta que intrigou os cientistas durante muito tempo foi: **O que define o início e o fim do segmento de DNA a ser transcrito? Em outras palavras, quais são os limites de um gene?**

A definição dos limites de um gene, ou seja, o que determina o início e o fim de um segmento de DNA a ser transcrito é uma questão tão complexa e tem sido objeto de estudo na genética molecular. O início da transcrição de um gene é geralmente controlado por uma região específica chamada promotor. O promotor é reconhecido pela RNA polimerase, a enzima responsável pela síntese do RNA a partir do DNA. Da mesma forma, os

Terminadores são sequências de DNA que sinalizam o fim da transcrição. Elas indicam à RNA polimerase quando parar a síntese de RNA. A análise da expressão gênica, que envolve o estudo dos níveis de RNA mensageiro (mRNA) produzidos a partir de um gene, também contribui para a definição de seus limites.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 30/08/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Ana Francisca

Ama Cristina

Kauany

Guasana Cândida

Etapa 2 – Situação problema 2

Um dos maiores obstáculos na manipulação de genes específicos é a sua própria organização e composição. Por exemplo, é impossível isolar genes com base em suas propriedades químicas, porque em termos de composição, os genes são praticamente idênticos – apenas a sequência de nucleotídeos muda. Portanto, a identificação e isolamento de fragmentos de DNA específicos, por exemplo, contendo um gene desejado, é um grande desafio para os biólogos moleculares (Thompson, 2016 p.201). Como é possível separar e recombinar fragmentos de nucleotídeos (genes)?

A técnica do DNA recombinante permite a criação de novos genes e proteínas, promovendo avanços na medicina e na biotecnologia. A tecnologia do DNA recombinante permite, entre outras coisas, transplantar genes de uma espécie para outra e criar, assim, uma molécula de DNA diferente das originais, que não se altera na maturação. Essa molécula, formada pela combinação de duas moléculas diferentes de DNA, é chamada DNA recombinante.

O processo de DNA recombinante geralmente implica na clonagem de um fragmento de DNA de interesse em um vetor. Isso permite a amplificação e a amplificação do fragmento de DNA inserido. Os vetores mais comuns são plasmídeos, que são moléculas circulares de DNA presentes em bactérias.



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
ESCOLA JOSÉ CARLOS FLORÊNCIO

PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 13/09/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Ana Luíza

Ana Francisca

Geovana Cândida

Kaylane Gabrielle

Kaianny Souza

Etapa 3 – Situação problema 3

Os termos "OGM" (Organismo Geneticamente Modificado) e "transgênico" são frequentemente utilizados no contexto da engenharia genética e da modificação de organismos, mas possuem significados distintos (Ceccato, 2015 p.67) **Existem diferenças entre os dois conceitos? Qual a finalidade de se produzir Organismos Geneticamente Modificados? Explique as contribuições que o desenvolvimento OGMs proporciona para o desenvolvimento da nossa sociedade?**

A principal diferença entre OGM e transgênico é que OGM é um termo mais abrangente, que inclui todos os organismos que tiveram seu genoma alterado por técnicas de engenharia genética. Transgênico, por outro lado, é um tipo específico de OGM que recebeu um gene de outra espécie doadora. Os OGMs oferecem contribuições significativas para nossa sociedade. Eles podem reduzir o uso de pesticidas e herbicidas, aumentar a produtividade agrícola, ajudar na conservação de recursos naturais e até mesmo proporcionar culturas mais resistentes a condições adversas, como secas e solos pobres.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 13/09/2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Ana Cristina

Ana Francisca

Geovana Cândida

Kaylane Gabriella

Kauany Souza

Etapa 4 – Situação problema 4

Um organismo é classificado como OGM quando o material genético de outro organismo é expresso por meio de sua maquinaria celular, resultando em um produto, geralmente uma proteína, com função diferente (Thompson, 2016 p.203).

Um exemplo é a combinação de vários genes em um único plasmídeo que permitem que as bactérias metabolizem os componentes do petróleo. Qual a utilidade de se produzir um OGM capaz de metabolizar componentes de Petróleo?

As bactérias modificadas podem ser muito eficientes na metabolização do petróleo, o que pode acelerar a recuperação de ecossistemas afetados por vazamentos de petróleo, minimizando os danos ao meio ambiente e à vida selvagem. Os OGMs metabolizadores de petróleo podem ser aplicados em processos de biorremediação, um método ambientalmente amigável de limpeza de áreas contaminadas, promovendo a recuperação de ecossistemas afetados por vazamentos de petróleo. Ao utilizar OGMs para degradar poluentes do petróleo, estamos impulsionando o desenvolvimento de tecnologias verdes e sustentáveis, que priorizam métodos biológicos para resolver problemas ambientais.



PROF. (A): Marcio Emerson da Silva Assis

Turma: 3º ANO (B)

Data: 26 / 09 / 2023 Disciplina: Biologia

Equipe: Ana Cristina

Ana Francisca

Geovana Cândida

Kaylane Gabrielle

Kauany Souza

Etapa 5 - Situação problema 5

A carência da vitamina A, nutriente vital, é responsável pela cegueira em 250 mil a 500 mil pessoas. Ela afeta milhões de pessoas na Ásia e na África e enfraquece de forma tão grave o sistema imunológico que 2 milhões morrem por ano (Silva Júnior, 2016 p.161). Escolha uma cultura alimentar que possa através de transgenia receber de um doador específico um gene que codifique precursor de vitamina A e crie uma simulação de OGM para resolver a carência de vitamina A nos povos da Ásia e África?

Utilizaremos soja transgênica incorporada um gene doador como a laranja que codifica o precursor da vitamina A. Essa estratégia de enriquecer geneticamente a soja pode ter um impacto significativo nas regiões onde essa cultura é amplamente cultivada e consumida. A soja já é uma fonte rica em proteínas e é um alimento básico em muitas dietas, então, ao adicionar propriedades nutricionais adicionais, como a vitamina A, ela se torna ainda mais valiosa. Essa soja enriquecida com carotenóide seria amplamente cultivada e estocada por ser um grão nas regiões da África e Ásia onde a soja é um componente crucial da dieta, oferecendo benefícios nutricionais adicionais para atender as deficiências de vitamina A.

ANEXO

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

CENTRO ACADÊMICO DE
VITÓRIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -
CAV/UFPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Organismos geneticamente modificados (OGMs): Uma proposta pedagógica baseada em problemas para a compreensão das bases da genética molecular no ensino médio.

Pesquisador: MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 67457123.5.0000.9430

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.040.212

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do projeto", "Objetivos da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios", foram retirados do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_Informações_Básicas_do_Projeto_PB_2083615.pdf de 29/03/2023 e do Projeto Detalhado.

Resumo:

O estudo de genética muitas vezes é visto como abstrato, devido à dimensão e complexidade de seus componentes e processos estudados que são de difícil compreensão por parte dos alunos. Assim, para que haja um maior interesse e entendimento dos conceitos abordados em biologia, o professor deve promover metodologias diferenciadas que promovam o protagonismo e as habilidades cognitivas dos discentes. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma sequência didática utilizando uma metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou Problem Based Learning (PBL) como instrumento facilitador para o ensino-aprendizagem dos conceitos básicos em genética, através do estudo de OGMs (Organismos Geneticamente Modificados).

Metodologia Proposta:

Proposta de sequência didática. O estudo partirá de uma abordagem qualitativa, pois ela se

Endereço: Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista
Bairro: Matriz **CEP:** 55.612-440
UF: PE **Município:** VITORIA DE SANTO ANTAO
Telefone: (81)3114-4152 **E-mail:** cep.cav@ufpe.br

**CENTRO ACADÊMICO DE
VITÓRIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -
CAV/UFPE**



Continuação do Parecer: 6.040.212

destina a analisar, a refletir e a explorar fenômenos com base na observação e nela não existe a preocupação com "representatividade numérica" (GERHART, SILVEIRA, 2009 p.31). O que irá nos interessar é a análise da realidade para qual o nosso trabalho se destina e a necessidade da proposição, além de pesquisa bibliográfica que irá subsidiar a proposta e da elaboração do caderno didático, que visa o processo de compreensão de cada etapa proposta. Para desenvolver a pesquisa será elaborado um ciclo de atividades em uma turma de 3º ano com alunos divididos em 7 grupos, cada grupo com 1 líder, abrangendo 7

problemas de genética molecular com foco em organismos geneticamente modificados (OGMs). Antes de iniciar o ciclo de aplicação da sessão tutorial (baseada nos fundamentos do método ABP), será realizada uma aula expositiva trabalhando os temas: Técnica de DNA recombinante, clonagem (plasmídeos e bacteriófagos como vetores de clonagem de DNA) e transgenia. O desenvolvimento das atividades ocorre em um período de três semanas com a necessidade de 7 aulas de 50 minutos para o desenvolvimento total das atividades propostas. A avaliação dos alunos será feita de duas formas: 1- Avaliação da participação que os próprios alunos farão dos demais membros do grupo aplicada ao final de cada situação problema. Nesta avaliação, os alunos são solicitados a avaliar o desempenho dos outros membros do grupo de acordo com critérios préestabelecidos. 2- Avaliação dos conteúdos pelo pesquisador para a validação da sequência didática, cada etapa será avaliada a partir de observação participante dos estudantes por rubricas construídas para cada etapa da sequência, baseada nos critérios com graus de atingimento das expectativas de níveis de participação, colaboração, competência, engajamento, protagonismo, organização e exposição de conceitos na elaboração de hipóteses, previsões e estimativas e na interpretação de dados ou resultados acerca das atividades realizadas durante o método ABP nos grupos. A coleta de dados dos grupos ocorrerá por meio de observações e coleta de documentos elaborados pelos alunos. A análise dos dados inclui a identificação da presença de características e componentes do ABP. Isso se deve à necessidade de proporcionar apresentação contextual do conteúdo desenvolvimento de aptidões de resolução de problemas e interação entre os alunos em atividades em grupos. A análise das atividades permitirá perceber-se a necessidade de uma nova cultura de aprendizagem em que a intenção dos alunos seja a busca pelo conhecimento significativo e adaptados às suas necessidades e possibilidades para permitir um ensino contextualizado da Biologia. Figura 1 - Ciclo de trabalho na metodologia ABP. Fonte: Elaborado pelo Autor, adaptado do Ciclo de trabalho com o problema na ABP (RIBEIRO, 2010). Etapa 1 – Situação problema 1 Os conhecimentos sobre a natureza do DNA e da codificação genética, aprimorados nas décadas de 1950 e 1960, foram rapidamente aplicados no desenvolvimento de tecnologias de manipulação dos genes. Essas

Endereço: Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista
Bairro: Matriz **CEP:** 55.612-440
UF: PE **Município:** VITORIA DE SANTO ANTAO
Telefone: (81)3114-4152 **E-mail:** cep.cav@ufpe.br

**CENTRO ACADÊMICO DE
VITÓRIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -
CAV/UFPE**



Continuação do Parecer: 6.040.212

recentes tecnologias de manipulação do DNA, que compõem a chamada Engenharia Genética, foram desenvolvidas basicamente com o uso de bactérias e vírus como seres experimentais. O termo gene foi criado em 1909 pelo pesquisador dinamarquês Wilhelm Ludvig Johannsen (1857-1927) e logo adotado pelos cientistas em substituição ao termo "fator hereditário", introduzido por Mendel em meados do século XIX. Durante décadas, o conceito de gene foi atualizado de acordo com os conhecimentos genéticos da época. Porém, com a quantidade de novas informações sobre a estrutura e o funcionamento do material genético, geradas pelo impressionante desenvolvimento da Genética Molecular nas últimas décadas, tem sido difícil adequar o conceito de gene aos novos tempos.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO GERAL

Contribuir de forma clara e estratégica para o estabelecimento de um conhecimento mais amplo perante a genética molecular, através de estudo dos OGMs (Organismos Geneticamente Modificados), com o propósito de evidenciar sua importância para solucionar situações de múltiplas aplicações como a preservação ambiental, aumento de produção de insumos agrícolas e no auxílio do desenvolvimento de novos fármacos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Problematizar a construção dos conceitos básicos necessários para o entendimento de um organismo geneticamente modificado através de uma sequência didática com o tema Genética Molecular a ser vivenciada por alunos do 3º ano ensino médio e desenvolvida sob o contexto metodológico de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou Problem Based Learning (PBL);
- Facilitar a compreensão da importância do ensino de OGMs (Organismos Geneticamente Modificados), na educação básica do ensino médio, vinculando o conhecimento das técnicas da genética molecular como estratégia de soluções úteis para a humanidade.
- Investigar a importância de uma proposta de ABP para o ensino médio e suas contribuições para o ensino de genética molecular, identificando os limites e adequações necessários para a organização das atividades neste nível educacional.
- Produzir material instrutivo em forma de caderno informativo digital e impresso para orientação,

Endereço: Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista		CEP: 55.612-440
Bairro: Matriz		
UF: PE	Município: VITORIA DE SANTO ANTAO	
Telefone: (81)3114-4152	E-mail: cep.cav@ufpe.br	

**CENTRO ACADÊMICO DE
VITÓRIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -
CAV/UFPE**



Continuação do Parecer: 6.040.212

uso e adaptação da sequência didática investigativa a ser aplicada por outros professores.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Exposição da imagem (apenas estudantes que autorizarem o uso do seu nome e imagens no guia terão seus nomes publicados no caderno didático) - termo de liberação de divulgação de imagem impresso e assinado pelos pais ou responsável de maior idade. O local onde irão desenvolver as atividades será o ambiente escolar da sala de aula e o professor pesquisador que irá mediar o desenvolvimento das atividades, garantindo assim, uma maior familiaridade e tranquilidade na participação dos estudantes.

Benefícios: Os benefícios diretos deste projeto estão em proporcionar uma alternativa metodológica de aprendizagem baseada em problemas aos estudantes voluntários com recursos e estratégias didáticas diferentes das usuais, estimular o trabalho em equipe, desenvolver capacidade de reflexão, estimular a criatividade e o desenvolvimento pessoal e auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Como benefício indireto, a sequência didática poderá ser replicada por outros professores da Educação Básica do Ensino Médio, dessa maneira a pesquisa poderá contribuir para o ensino de Biologia como uma nova proposta pedagógica para abordar o estudo da genética. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Recomendações:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As inadequações e óbices éticos presentes no protocolo submetido à apreciação deste CEP, foram corrigidas, destacadas e ajustadas as normas presentes na Resolução no. 510/16 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde e a Norma Operacional no. 001/13 CNS/MS, conforme descrito nos documentos anexados nesta plataforma. Portanto, as pendências de 1 a 8 foram

Endereço: Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista	
Bairro: Matriz	CEP: 55.612-440
UF: PE	Município: VITORIA DE SANTO ANTAO
Telefone: (81)3114-4152	E-mail: cep.cav@ufpe.br

**CENTRO ACADÊMICO DE
VITÓRIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -
CAV/UFPE**



Continuação do Parecer: 6.040.212

atendidas e o projeto poderá ser executado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n.º 510, de 2016, na Resolução CNS n.º 466, de 2012, e na Norma Operacional n.º 001, de 2013, do CNS, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2083615.pdf	29/03/2023 12:08:51		Aceito
Outros	CARTARESPOSTA_MARCIO.pdf	29/03/2023 12:08:00	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
Outros	CARTARESPOSTA_MARCIO.odt	29/03/2023 12:06:01	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_CEP_MARCIO_ATUALIZADO_29_03_23.docx	29/03/2023 12:05:26	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLParapaisouresponsaveis.docx	29/03/2023 12:05:11	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLParamaiors.docx	29/03/2023 12:04:56	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLParamenores.docx	29/03/2023 12:04:39	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTOMarcioassinada.pdf	23/02/2023 18:56:15	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
Outros	declaracaoDEVINCULO.pdf	20/02/2023 20:36:59	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
Outros	TERMODEAUTORIZACAODEUSODEIMAGEMEDEPOIMENTO.docx	20/02/2023 17:41:06	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
Outros	curriculoorientador.pdf	20/02/2023 17:31:57	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
Outros	Curriculolatespesquisador.pdf	20/02/2023 17:27:52	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito

Endereço: Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista
Bairro: Matriz **CEP:** 55.612-440
UF: PE **Município:** VITORIA DE SANTO ANTAO
Telefone: (81)3114-4152 **E-mail:** cep.cav@ufpe.br

**CENTRO ACADÊMICO DE
VITÓRIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -
CAV/UFPE**



Continuação do Parecer: 6.040.212

Outros	TERMODECOMPROMISSOECONFIDENCIALIDADE.pdf	20/02/2023 17:20:31	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito
Outros	CARTADEANUENCIAASSINADA_2023 0220_0001.pdf	20/02/2023 17:19:02	MARCIO EMERSON DA SILVA ASSIS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VITORIA DE SANTO ANTAO, 04 de Maio de 2023

**Assinado por:
Zailde Carvalho dos Santos
(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista
Bairro: Matriz **CEP:** 55.612-440
UF: PE **Município:** VITORIA DE SANTO ANTAO
Telefone: (81)3114-4152 **E-mail:** cep.cav@ufpe.br