



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA UTILIZANDO ORGANISMOS
GENETICAMENTE MODIFICADOS PARA UMA ABORDAGEM DO ENSINO
INVESTIGATIVO EM GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO**

NELSON DUTRA DA ROSA

Rio de Janeiro-RJ

2022

NELSON DUTRA DA ROSA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA UTILIZANDO ORGANISMOS
GENETICAMENTE MODIFICADOS PARA UMA ABORDAGEM DO ENSINO
INVESTIGATIVO EM GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional-
PROFBIO, do Instituto de Biologia, da
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como
requisito parcial à obtenção do título de Mestre
em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Kátia Carneiro de Paula

Rio de Janeiro

Agosto de 2022

Ficha Catalográfica

CIP - Catalogação na Publicação

R788s Rosa, Nelson Dutra da
SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA UTILIZANDO
ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS PARA UMA
ABORDAGEM DO ENSINO INVESTIGATIVO EM GENÉTICA NO
ENSINO MÉDIO / Nelson Dutra da Rosa. -- Rio de
Janeiro, 2022.
153 f.

Orientadora: Kátia Carneiro de Paula.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional,
2022.

1. DNA. 2. OGMs. 3. SDI. 4. Bioquímica. 5.
Transgênese. I. Paula, Kátia Carneiro de, orient.
II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Nelson Dutra da Rosa

Folha de aprovação

Nelson Dutra da Rosa

SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA UTILIZANDO ORGANISMOS
GENETICAMENTE MODIFICADOS PARA UMA ABORDAGEM DO ENSINO
INVESTIGATIVO EM GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em: **26 de agosto de 2022.**

Por:

Assinatura presidente:



Nome da orientadora: Kátia Carneiro de Paula

Nome completo: Joao Paulo Machado Torres

Título: Doutorado em Ciências Biológicas (Biofísica)

Instituição à qual é vinculado (a): IBCCF-UFRJ Chefe do Programa de Biofísica Ambiental

Assinatura: _____

Nome completo: Hellen Jannisy Vieira Beiral

Título: Doutora em Ciências Biológicas (Fisiologia)

Instituição à qual é vinculado (a): Universidade Estadual do Rio de Janeiro/ Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP)

Assinatura: _____

Rio de Janeiro

Agosto de 2022

Dedicatórias

Dedico esse trabalho a Deus, a Jesus Cristo, ao meu amado pai Osmany Dutra da Rosa (*in memoriam*), à minha amada mãe Irene da Costa Rosa (*in memoriam*), à minha amada irmã Ireani da Costa Rosa (*in memoriam*), à minha amada esposa Rita Dutra, aos meus amados filhos Lucas Dutra e Carolina Dutra, ao meu genro Wallace e a todos os meus irmãos e familiares.

Agradecimentos

Quero agradecer a Deus que me sustenta em todos os momentos de minha vida e nele deposito toda minha confiança;

Aos meus pais Osmany Dutra (in memoriam) e Irene da Costa (in memoriam), os quais se dedicaram em me criar, educar e me amar;

À minha querida e amada esposa Rita Dutra que sempre esteve presente em todos os momentos de minha vida, a qual dedico toda minha vida e amor;

Aos meus amados filhos Lucas e Carolina que me apoiam e estão sempre presentes e solícitos a ajudar, os quais dedico toda minha vida e amor;

Ao meu genro Wallace que esteve sempre presente e solícito a ajudar;

Aos meus amados irmãos e familiares, em especial minha irmã Iriane (in memoriam);

À minha Orientadora Kátia Carneiro, pois me ajudou o tempo inteiro no desenvolvimento desse trabalho, com muita dedicação e sabedoria;

Aos meus Professores que participaram com muita qualidade e dedicação e sempre dispostos a ajudar;

Aos alunos do CEJA/SG que participaram das atividades experimentais com muita motivação e dedicação;

À UFRJ por ter participado com sua já conhecida tradição de uma excelente Universidade;

À Coordenação da UFRJ do PROFBIO que de uma forma especial, nos orienta e nos ajuda;

À Coordenação Nacional pelo apoio e dedicação;

À professora Ana Giannini que revisou este trabalho;

Aos professores que participaram da banca examinadora durante a defesa deste trabalho;

Aos amigos de turma: desde o início um mestrando ajudando o outro, em especial a Suelen, a nossa representante Luciana Vieira e meu grupo de estudo (Angélica, Conceição, Sheila e Valéria);

A Direção do CEJA/SG que apoiou a aplicação das atividades experimentais, aos amigos funcionários e aos amigos Professores, em especial ao Professor Marcelo Azeredo, ao professor Elson, a professora Marcela, a professora Ilca, ao professor Francisco e a Professora Ivete;

Ao CIEP Djanira e a toda equipe pelo apoio durante minhas pesquisas;

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

Relato do Mestrando - Turma 2020

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Mestrando: Nelson Dutra da Rosa.

Título do TCM: Sequência Didática Investigativa utilizando Organismos Geneticamente Modificados uma abordagem do Ensino Investigativo em Genética no Ensino Médio

Estudei em Escolas da Rede Públicas e particulares de Niterói, sou graduado em Ciências Biológicas e pós graduado em Educação Ambiental. Atuo como Professor de Ciências e Biologia em Escolas particulares e públicas desde dezenove anos de idade, trabalhando com teorias e práticas em sala de aula, de forma bem tradicional, onde já demonstrava os resultados prontos para os alunos aprenderem. Quero ressaltar que sempre tentei o melhor para os estudantes. Por entender que deveria buscar novas metodologias de ensino e com a necessidade de me atualizar, consultei alguns cursos e me identifiquei pela Metodologia Investigativa proposta pelo PROFBIO, desde então busco em todas as aulas fazer com que, através de diálogos os alunos pesquisem, investiguem, sejam ativos e protagonistas durante a construção do conhecimento. Dessa forma o PROFBIO, através de uma equipe muito qualificada de professores, coordenadores e em especial minha orientadora, me trouxe aprendizado significativo, me estimulando com as aulas investigativas e renovando minha vontade de interagir com o corpo discente através de diálogos, propondo problemas, estimulando que criem suas hipóteses e obtendo resultados.

É claro que para chegar aqui, foi necessário muito estudo, dedicação e trabalho em equipe. Preciso relatar que para mim esse Mestrado abriu um leque de possibilidades para trabalhar com os alunos de uma forma nova que gera criatividade e a busca pela construção do conhecimento através da investigação.

RESUMO

Na presente pesquisa, foram trabalhados os conceitos relacionados aos conteúdos de Genética presentes no currículo do Ensino Médio da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC/RJ). Esse conteúdo foi escolhido devido à necessidade de aprofundar mais o aprendizado de Genética utilizando-se metodologias investigativas, pois o mesmo está sendo pouco valorizado pelo currículo mínimo da SEEDUC/RJ. Como elemento problematizador, utilizamos os Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) e elaboramos uma Sequência Didática Investigativa (SDI), acoplada a atividades práticas e Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), a fim de gerar reflexões e questionamentos nos alunos do ensino médio da Rede Estadual Pública de Ensino. O produto contém os roteiros para as atividades práticas (guia do professor e guia do aluno) e foi adaptado para utilização em formato presencial e remoto. A SDI com suas atividades experimentais abordou, de forma investigativa, conceitos relacionados às macromoléculas de Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e Ácido Ribonucleico (RNA) como, replicação, transcrição, tradução, genótipo, fenótipo e mutações de forma integrada e transversal aos conceitos de bioquímica e nutrição a partir da pergunta: “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” Para abordar essa questão as espécies de OGMs escolhidas foram o milho e a soja, tendo em vista a circulação dos derivados das mesmas em supermercados e hortifrútis no Brasil. As aplicações das atividades experimentais ocorreram em encontros presenciais no Centro de Estudos de Jovens e Adultos (CEJA/SG) tendo como participantes alunos maiores de idade, que majoritariamente trabalham e buscam o Ensino através de uma forma semipresencial. A metodologia para análise de dados foi qualitativa e avaliou os níveis de identificação dos conceitos hipóteses geradas, participação/engajamento e resultados obtidos em um questionário relativo aos conceitos propostos buscando verificar se a aprendizagem ocorreu de forma significativa e correta. Pôde-se concluir que as SDIs foram eficientes para trabalhar os conceitos proposto, com exceção da SDI de lipídios, indicando que a abordagem deste conteúdo precisa ser aperfeiçoada.

Palavras-chaves: Biotecnologia, DNA, RNA, Genética, Mutação, OGMs, Sequência Didática Investigativa, Ensino Investigativo

ABSTRACT

In the present research, the concepts related to the contents of Genetics present in the curriculum of the High School of the State Department of Education of Rio de Janeiro (SEEDUC/RJ) were tested. This content was chosen due to the need to deepen the learning of Genetics using investigative methodologies because it is being undervalued by the minimum curriculum of SEEDUC/RJ. As a problem-solving element, we used Genetically Modified Organisms (GMOs) and developed an Investigative Didactic Sequence (SDI), coupled with practical activities and Information and Communication Technology (ICT), in order to generate reflections and questions in high school students of the Network State Public Education. The product contains the scripts for practical activities (teacher guide and student guide) and was adapted for use in face-to-face and remote format. With its experimental activities, SDI approached, in an investigative way, concepts related to Deoxyribonucleic Acid (DNA) and Ribonucleic Acid (RNA) macromolecules, such as replication, transcription, translation, genotype, phenotype and mutations in an integrated and transversal way to the concepts of biochemistry and nutrition from the question: "GMOs used in human food have their nutritional value changed?" To address this issue, the species of GMOs chosen were corn and soybeans in view of the circulation of their derivatives in supermarkets and vegetables in Brazil. The applications of experimental activities took place in face-to-face meetings at the Center for Studies of Youth and Adults (CEJA/SG) with older students as participants, who mostly work and seek teaching through a blended form. The methodology for data analysis was qualitative and evaluated the levels of identification of the concepts, hypotheses generated, participation/engagement and results obtained in a questionnaire related to the proposed concepts, seeking to verify if the learning occurred in a significant and correct way. SDIs were efficient to work with the proposed concepts, with the exception of the lipid SDI, indicating that the approach of this content needs to be improved.

Keywords: Biotechnology, DNA, RNA, Genetics, Mutation, GMOs, Investigative Didactic Sequence, Investigative Teaching

Lista de Figuras

Figura 1: História da linha do tempo no estudo da Genética na construção do modelo da dupla hélice da macromolécula de DNA com os principais pesquisadores que contribuíram com esse estudo.....	10
Organograma de processos 1- Etapas metodológicas da aplicação das atividades investigativas.....	30
Figura 2- Encontro entre alunos e professor durante a assinatura do RCLE.....	34
Figura 3- Exibição dos vídeos sobre OGMs em encontro presencial	36
Figura 4- Atividade de comparação entre valores nutricionais de produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens	38
Figura 5- Sementes de soja e milho transgênicos e selvagens enviadas pela EMBRAPA	40
Figura 6- Exemplares de milho transgênico a esquerda e selvagem a direita	41
Figura 7- Recortes de fotos durante a prática de comparação da morfologia externa entre OGMs e selvagens.....	42
Figura 8- As amostras de alimentos utilizadas durante a atividade experimental, qualitativa para verificar a presença de carboidratos(amido).....	45
Figura 9- amostras de alimentos utilizadas na atividade qualitativa de presença de proteínas nos alimentos, tais como: caldo de feijão, caldo de carne, arroz, leite integral, amido de milho e água destilada com sal, copo com clara de ovo e tubos A (milho selvagem), caldo de milho transgênico B (milho transgênico), C (soja transgênica) copo com caldo de semente soja transgênica e D (soja selvagem).	46
Figura 10- Prática para extração da macromolécula de DNA nos	48

Lista de Gráficos

Gráfico 1- Hipóteses geradas sobre diferenças entre valores nutricionais dos OGMs.....	36
Gráfico 2 Resultados das respostas dadas pelos aluno referentes aos conceitos contidos no jogo de caça palavras através dos conhecimentos prévios.	38
Gráfico 3- comparação entre valores nutricionais presentes nos rótulos dos produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens	39

Lista de tabelas

Tabela1-TABELA PARA MENSURAÇÃO DE DADOS COLETADOS DURANTE AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	50
Tabela 2- Tabela para consolidação do aprendizado através das respostas dadas as vinte e cinco perguntas contidas no questionário após as atividades experimentais, identificando zero como erro e um para acerto.	53
Tabela 3- Tabela com a consolidação do aprendizado através das respostas dadas em cinco blocos de cinco questões cada, referentes as perguntas contidas no macro- questionário respondido pelos alunos participante após as atividades experimentais, identificando o percentual de aprovação geral por bloco. Bloco 1 referente ao estudo de morfologia vegetal, o bloco 2 referente ao estudo sobre carboidratos, o bloco 3 referente ao estudo sobre proteínas, o bloco 4 referente ao estudo sobre lipídios e o bloco 5 referente ao estudo sobre DNA.....	54

Lista de siglas e abreviaturas

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

Bt – *Bacillus thuringiensis*

CEJA – Centro de Educação de Jovens e Adultos

CEJA/SG – Centro de Educação de Jovens e Adultos de São Gonçalo

CEP- Comitê de Ética em Pesquisa

CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

DNA – *deoxyribonucleic acid* (Ácido Desoxirribonucleico)

E-book - *Electronic book* (livro digital)

EMBRAPA– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

LDB- Lei de Diretrizes e Bases

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OGM – Organismo Geneticamente Modificado

OGMs – Organismos Geneticamente Modificados

CHD- Círculo Hermenêutico Dialético

RCLE- Registro de Consentimento Livre e Esclarecido

RNA– *Ribonucleic acid* (Acido ribonucleico)

RR– *Roundup Ready*

SEEDUC/RJ – Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro

SDI- Sequência didática investigativa

SDIs- Sequências didáticas investigativas

SECTI/RJ- Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro

TCM- Trabalho de Conclusão de Mestrado

TIC- Tecnologia da informação e comunicação

TG- Transgênico

TH- Tolerante a Herbicida

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE GRÁFICOS.....	XII
LISTA DE TABELAS.....	XIII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	XIV
1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Tecnologia da Informação e Comunicação e sua importância na atualidade.....	18
1.2 Teorias sobre o processo de aprendizagem: aprendizagem significativa.....	18
1.3 Ensino Investigativo.....	20
1.4 Sequências didáticas investigativas.....	20
1.5 A importância da Biotecnologia na produção de organismos geneticamente modificados (OGMs).....	21
15.1 Sementes Transgênicas.....	23
1.6 Ácidos Nucleicos (DNA e RNA)	24
2. JUSTIFICATIVA.....	28
3. OBJETIVOS.....	29
3.1 Objetivo Geral.....	29
3.2 Objetivos Específicos.....	29
4. METODOLOGIA.....	30
4.1 Participantes da pesquisa.....	30
4.2 O produto.....	30
4.3 A aplicação.....	31
4.4 Metodologia qualitativa de análise após a aplicação.....	31

5.	RESULTADOS.....	34
5.1	Exibição dos Vídeos.....	35
5.2	Pesquisa de Campo.....	36
5.3	Atividade Experimental Sobre Comparação dos Valores Nutricionais Contidas nos Rótulos de Produtos Derivados de Transgênicos e Selvagens.....	36
5.4	Atividade Experimental Sobre Comparação Morfológica entre Cultivares de Soja e Milho Transgênicos e Selvagens.....	38
5.5	Atividade Experimental sobre presença de Carboidratos nos Alimentos Derivados de Soja e Milho Transgênicos e Selvagens.....	41
5.6	Atividade Experimental sobre presença de Proteínas nos Alimentos Derivados de Soja e Milho Transgênicos e Selvagens.....	44
5.7	Atividade Experimental sobre Extração da Macromolécula de DNA dos Cultivares de Soja e Milho Transgênicos e Selvagens.....	46
5.8	Atividade Experimental sobre presença de Lipídios nos Alimentos Derivados de Soja e Milho Transgênicos e Selvagens.....	47
6.	DISCUSSÃO.....	54
6.1	Exibição de vídeos sobre transgênese.....	56
6.2	Análise de rótulos dos produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens.....	57
6.3	Morfologia externa dos cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens.....	58
6.4	Atividades experimentais sobre macromoléculas Bioquímicas: carboidratos, proteínas, lipídios e DNA.....	59
7.	CONCLUSÃO.....	68
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
9.	APÊNDICE.....	78
10.	ANEXOS.....	141

1. INTRODUÇÃO

Conforme definido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), a educação escolar deve nortear os currículos dos sistemas e redes de instituições de ensino em todo Território Nacional, ou seja, as propostas pedagógicas de todas as unidades de ensino públicas e privadas que compõem a Educação Básica e Superior do Brasil estão sob a égide da LDB.

De acordo com a Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC/RJ), o currículo mínimo da disciplina de Biologia foi elaborado em 2012 a fim de direcionar os conteúdos para serem ministrados nas escolas da Rede Pública Estadual de Ensino do Estado do Rio de Janeiro (RPEERJ). No Projeto Pedagógico que compõe o currículo mínimo da RPEERJ, ora pesquisada, as aulas sobre o conteúdo de Genética são ministradas na grande maioria a partir de leituras de livros didáticos, sendo muito conteudistas. A partir da percepção de que os conceitos de Genética podem ser compreendidos com mais facilidade por meio de metodologias ativas e atividades investigativas experimentais, propomos trabalhar o processo de ensino aprendizagem a partir de metodologias ativas de aprendizagem nas quais o aluno possa assumir o protagonismo de sua própria aprendizagem. Esta proposta está alinhada com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que destaca e valoriza a interação entre alunos e professores através de aulas práticas, um ambiente propício para a problematização, elaboração de hipóteses, investigação e interpretação dos resultados obtidos.

Assim, em contraposição ao método tradicional, em que os estudantes possuem postura passiva de recepção de teorias, o método ativo propõe o movimento inverso, ou seja, passam a ser compreendidos como sujeitos históricos e, portanto, a assumir um papel ativo na aprendizagem, posto que têm suas experiências, saberes e opiniões valorizadas como ponto de partida para construção do conhecimento. (DIESEL et al., 2017. p. 271).

De fato, a BNCC determina que as práticas investigativas na área das Ciências da Natureza precisam ser melhor evidenciadas no Ensino Médio. O principal objetivo é estimular o corpo discente na busca por respostas após a identificação de problemas, seguido por formulações de questões/hipóteses e estratégias de investigação das mesmas através de atividades investigativas experimentais. A culminância se dá durante a discussão dos resultados obtidos com consequente construção ativa do conhecimento pelo próprio aluno, que assume um papel de protagonismo do próprio processo de ensino-aprendizagem e atribui ao professor um papel de mediador/orientador ao invés de um simples transmissor de conteúdos.

Sendo assim, a presente proposta utilizou como elemento problematizador os Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) e começou interrogando sobre possíveis diferenças nos valores nutricionais de alimentos oriundos de OGMs.

Os OGM são aqueles organismos, no caso as plantas, que têm seu material genético modificado pela introdução de um ou mais genes através da técnica de biologia molecular. Assim, genes oriundos de diferentes vegetais, animais ou microorganismos podem ser introduzidos em um genoma vegetal receptor, conferindo às plantas, novas características para a otimização da produção de alimentos, fármacos e outros produtos industriais (RIBEIRO e MARIN, 2012. p. 360)

Para Lima e Santos (2010), a transgênese é definida pela introdução de um gene no genoma de um organismo selvagem, o qual, pode alterar uma sequência gênica, sendo capaz de sintetizar proteínas para produção de substâncias de interesse.

Entendemos que o tema proposto para a problematização é rico para abordar temas relevantes da Genética para o Ensino Médio (EM), como a natureza química do material genético, conceito de gene, código genético, síntese de proteínas, mutações gênicas, fenótipo e genótipo. Outro tema relevante para o EM que propomos abordar é a Biotecnologia, que de forma dinâmica e atrativa, contextualiza as aplicações práticas da Genética, como DNA recombinante, clonagem de DNA, terapia gênica e OGMs.

De todos estes conteúdos elencados, escolhemos trabalhar: natureza química do material genético, conceito de gene, código genético, fenótipo e genótipo pois têm uma correlação direta com o tema Biotecnologia, que é base da estratégia de problematização apresentada a partir do OGMs. De fato, a utilização de alimentos transgênicos apresenta-se como um interessante cenário para nortear discussões integradas sobre conteúdos curriculares pois podem interagir de forma transversal com outros conteúdos como: química da vida, histologia e morfologia das angiospermas e até Geografia, que pode abordar os impactos dos OGMs nas etapas da produção de novas sementes com DNA recombinante e seus derivados. Assim, nossa proposta pode apresentar desdobramentos extremamente interessantes para a abordagem integrada do conteúdo das diferentes matérias do EM, estimulando a criação de um ambiente rico de discussões coerentes sobre temas relevantes e atuais.

Como a literatura não descreve diferenças significativas sobre características morfológicas, bioquímicas ou nutricionais entre OGMs e organismos convencionais/selvagens das espécies utilizadas nessa pesquisa, hipotetizamos também que a discussão a ser orientada em sala de aula possa evidenciar, através de metodologias ativas de construção do conhecimento, aspectos da segurança alimentar relacionados aos alimentos transgênicos, contribuindo assim, para esclarecer essa questão junto aos alunos e à sociedade.

1.1 Tecnologia da Informação e Comunicação e sua importância na atualidade

Para contribuir com a metodologia ativa, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) se torna fonte importante para as pesquisas e também para a produção de vídeos e jogos didáticos.

De acordo com Mendes et. Al. (2001), a TIC está quebrando paradigmas e levando à flexibilização do acesso a conteúdo como vídeos, jogos, reuniões e pesquisas. Esta tecnologia pode dar suporte às atividades de ensino presenciais e/ou remotas e pode ser utilizada como fonte de consultas e pesquisas. Entretanto, os altos custo dos equipamentos, a precariedade ao acesso à rede de internet e um possível distanciamento entre o corpo docente com o discente podem ser aspectos negativos que, portanto, precisam sempre estar sob constante supervisão para não prejudicarem o processo de ensino-aprendizagem.

1.2 Teorias sobre o processo de aprendizagem: aprendizagem significativa

Como previsto pela BNCC, o desenvolvimento de competências e habilidades também deve ser trabalho em conjunto com os conteúdos do EM durante o processo de ensino-aprendizagem. Habilidades e competências como curiosidade intelectual, capacidade investigativa e de reflexão, análise crítica, imaginação e a criatividade, investigação de causas, elaboração e teste de hipóteses, formulação e resolução de problemas devem ser trabalhadas. Além disso, o aprendizado pode ser considerado como a resultante das transformações cognitivas relacionadas com a memória e aspectos neurológicos, ambientais e emocionais, onde os saberes prévios somados aos novos conceitos poderão promover a construção do conhecimento. Sendo assim, o

[...] conceito central que surgiu das pesquisas sobre o aprendizado e a memória é que a formação das memórias de longo prazo necessita de modificações estruturais e outras modificações funcionais nos neurônios. Uma série de achados críticos mostrou que o aprendizado necessita de alterações morfológicas em pontos especializados dos contatos neuronais, as sinapses. Estas se alteram com o aprendizado – novas sinapses são formadas e antigas se fortalecem. Esse fenômeno, denominado plasticidade sináptica, é observado em todas as regiões do cérebro. (LOMBROSO, 2004, p. 208)

De acordo com Zômpero (2010), o aprendizado vem se objetivando com diversas tendências relacionadas às mudanças políticas, religiosas e sociais, as quais, encaminham-se para valorização das estruturas cognitivas do aluno durante o aprendizado. Essas tendências se

evidenciaram com o avanço da Psicologia Cognitiva que visa a importância dos processos intelectuais ou mentais, assim como a percepção e o aprendizado favoráveis que promovem estímulo para pensar sobre determinados problemas, por meio do qual se busca a construção do conhecimento. Dessa forma,

Localizar o momento histórico em que um determinado conhecimento científico foi produzido é de especial importância no meio escolar, especialmente na sala de aula, pois, o professor pode inovar suas aulas, contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico em seus alunos e discutir com os mesmos que as teorias científicas não são definitivas e incontestáveis, e sim, que o mundo está sendo interpretado diferentemente a cada dia e que cabe a nós perceber essas interpretações, registrá-las e contestá-las (BATISTA et al., 2008, p. 2).

Com as novas tendências de aprendizado e valorização das estruturas cognitivas, Ausubel (1982) sugere a importância da aprendizagem significativa para construção de saberes hierárquicos durante a construção do conhecimento. Segundo o autor, para que a aprendizagem significativa ocorra de forma correta, é necessário que os conhecimentos assimilados se tornem organizações mentais que sirvam de base para formação de novos saberes. Segundo ele, na construção da aprendizagem significativa, o aluno precisa buscar a resolução de questões pela habilidade de ser ativo e integrar os subsunçores que são saberes prévios com novos conceitos, dando significados e transformando em ação o processo construtivo da aprendizagem, diferente da forma tradicional de decorar tais conceitos.

A base filosófica que norteou a proposição desse modelo de aprendizagem foi a consciência de que o aprendizado do ser humano se faz a partir de experiências do seu cotidiano aprender resolvendo problemas. Ao ser apresentado a um problema novo, o estudante se vê na contingência de ter que desenvolver meios para solucioná-lo. (RODRIGUES e FIGUEIREDO, 1996, p.397).

Deste modo, o estudante deve ser estimulado ao protagonismo com a participação ativa através de suportes metodológicos que despertem a motivação em aprender construindo e, não recebendo o conhecimento pré-elaborado pelo professor (POZO e CRESPO, 2009).

1.3 Ensino Investigativo

Com o surgimento de novas tendências, o ensino por investigação se torna um instrumento relevante na aplicação de atividades experimentais. A proposta se concentra na

problematização, diálogo, discussão e formulação de hipóteses a serem exploradas, assim como na busca por resultados e considerações finais (FREITAS e ZANON, 2007). No ensino investigativo é fundamental que ocorra a interação aos pares e, junto com o professor, utilizando o diálogo através do círculo hermenêutico dialético na busca por resoluções de problemas durante a construção do conhecimento,

[...] o círculo hermenêutico dialético (CHD), se configura como um processo dialético, em que são realizados constantes diálogos, críticas, análises, construções e reconstruções, durante o processo da coleta de dados. Por meio desta dinâmica, é que se pode chegar o mais próximo possível da compreensão da realidade. (OLIVEIRA, 2020, p. 237).

Com essa perspectiva, a utilização de sequências didáticas investigativas (SDIs), como forma de trabalhar conceitos a partir de atividades investigativas, proporciona relevante desempenho nos estudos propostos. As atividades investigativas tornam a forma de aprender dinâmica, permitindo ao aluno o protagonismo na construção do conhecimento.

Segundo Sasseron (2015) é necessário que o professor atue ativamente junto aos alunos no sentido de que eles tenham caminhos para resolver problemas durante os estudos propostos, interagindo em grupos, utilizando materiais disponíveis e conhecimentos prévios para buscar resultados que corroborem ou não com suas hipóteses. Desse modo, o professor deverá estimular o corpo discente durante o ensino por investigação, reconhecendo e destacando cada feito durante as atividades e, assim, promover um trabalho em conjunto.

1.4 Sequências didáticas investigativas

De acordo com Zabala (1998), as sequências didáticas investigativas (SDIs) são importantes no processo de aprendizado, pois as atividades que as integram, promovem ações de mediação entre o aluno e o professor, objetivando a construção do conhecimento através de problematizações que geram hipóteses, as quais estimulam a investigações por leituras e interpretações, experimentos, diálogos, ou seja, de forma que o corpo discente participe ativamente e se aprofunde nos conceitos propostos.

De um modo mais geral, sequências didáticas podem ser consideradas como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998, p.18).

Com as novas tendências cognitivas no processo de aprendizagem, a BNCC elaborou,

[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (BRASIL, 2018, p.7).

No documento de caráter normativo proposto pela BNCC, se verifica a presença de competências e habilidades de acordo com as áreas de estudo. Onde,

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2018, p. 8).

De acordo com as Competência Específica 3 e suas habilidades, a BNCC determina que:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias e habilidades (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 (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, nanotecnologias, 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.558-559).

Assim, de acordo com estas teorias e com a finalidade de promover junto aos alunos a construção do conhecimento, optamos pela elaboração de uma SDI que visa trabalhar conceitos de Genética de forma integrada e transversalizada com conteúdos de química da vida e histologia e morfologia das angiospermas.

Elementos da SDI

Genética: Biotecnologia

1.5 A importância da Biotecnologia na produção de organismos geneticamente modificados (OGMs)

Os **OGMs** surgiram em 1973, quando os cientistas Cohen e Boyer, que coordenavam grupos de pesquisa em Stanford e na Universidade da Califórnia, conseguiram transformar o material genético de uma bactéria inserindo nele uma sequência de anfíbio. Este foi o primeiro experimento realizado com sucesso que utilizou a técnica do DNA recombinante, que posteriormente passou a ser chamada de Engenharia Genética. (BRITO e ALVES, 2008, p. 255). A palavra Biotecnologia pode ser interpretada como a compreensão de um dado processo

biológico que pode ser aplicado à solução de problemas ou à criação de novos produtos” (Greco 2009, p.34). Conceitualmente, a Biotecnologia se refere a um conjunto de técnicas que manipula o material genético visando o desenvolvimento de processos e/ou produtos que tenham uma função econômica e/ou social. A Biotecnologia envolve várias áreas do conhecimento e a atuação de vários profissionais, sendo portanto uma ciência de natureza multidisciplinar. (FALEIRO e ANDRADE, 2011, p. 13).

Já a Engenharia Genética através das técnicas de DNA recombinante tem a capacidade de extrair um gene específico de um determinado ser vivo, sendo este incorporado no genoma estrutural de outro ser vivo. Esta manipulação leva à expressão de um novo mRNA e à tradução de uma nova proteína que poderá estar associada a uma característica de interesse biológico. No caso dos OGMs essas manipulações podem gerar resistências ou outros benefícios necessários para garantir melhor produtividade.

Ainda de acordo com Faleiro e Andrade (2011, p.13-29), os avanços da Engenharia Genética, através da Biotecnologia, vêm proporcionando uma grande aplicabilidade nas áreas agrícola, médica, farmacêutica e industrial. Conforme Aragão (2009), o desenvolvimento da Biotecnologia na área agrícola, especificamente na produção de alimentos, está contribuindo significativamente para o desenvolvimento de sementes geneticamente modificadas que apresentam resistência às pragas e herbicidas, possibilitando um aumento qualitativo e quantitativo na produção agrícola.

Assim, diferentes cultivares passaram a apresentar resistência aos herbicidas e pragas, aumentando a produção de alimentos e favorecendo a expansão dos agronegócios (BORBA, 2017).

Segundo Fontes e Valadares-Inglis (2020), a Biotecnologia permite produzir mais alimentos, com qualidade, a um custo menor e sem necessidade de aumentar a área de cultivo. Atualmente, os OGMs já estão contribuindo significativamente para sustentar o aumento da demanda de produtividade por hectare (MALAJOVICH, 2016).

Com atuações nas áreas da saúde, de alimentos, da química, da física e de meio ambiente a Biotecnologia é indispensável na obtenção de melhores resultados na elaboração de OGMs. O desenvolvimento de novas tecnologias acerca da problemática do setor agrícola mundial e brasileiro demandou inovações tecnológicas na produção de OGMs que estão sendo de grande importância econômica para o mercado mundial (FUCK, BONACELLI, 2009)

1.5.1 Sementes Transgênicas

De acordo com Trindade (2006), as sementes transgênicas (TG) são produzidas pela modificação do genoma através da Engenharia Genética com ajuda da Biotecnologia, a qual possibilitou a inserção de um gene de interesse no DNA do cultivar a ser desenvolvido através da transgênese. As sementes TG contêm genes característicos de organismos de diferentes espécies que são inseridos diretamente em seus próprios materiais genéticos, com a finalidade de gerar plantas com as específicas qualidades “desejadas”, tais como as capacidades de resistir a inseticidas. (LACEY, 2010, p. 53).

Com objetivo de garantir a segurança na utilização de OGM, foi criada a lei de Biossegurança 11.105/05 dos transgênicos no Brasil. A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), com a participação de especialistas em várias áreas do conhecimento científico, regula todo processo de desenvolvimento dos organismos transgênicos no Brasil.

Conforme Alzate-Marin et al (2005), os experimentos com transferência de genes de uma espécie para outra tornaram a introdução dos OGMs na produção agropecuária viável. A CTNBio autorizou o cultivo de transgênicos no Brasil em 1998 e, desde então, a produção de vários produtos derivados se deu com a implantação de OGMs (GRECO, 2009).

Segundo a EMBRAPA (2021), o algodão, feijão, milho, soja, eucalipto, cana-de-açúcar, abobrinha, mamão papaya, abóbora, beterraba, canola, alfafa, tomate, batata, berinjela, arroz, maçã, morango, mandioca, cenoura são os alimentos obtidos a partir de sementes TG mais consumidos ao redor do mundo. No Brasil, encontramos OGMs como, milho, soja, algodão, feijão, café e cana de açúcar.

Ainda de acordo com EMBRAPA (2021), atualmente há um acúmulo de tecnologias transgênicas na mesma cultivar, o que é chamado de “piramidação”, ou combinação de genes. A piramidação dos genes de resistência consiste na escolha de cruzamentos específicos que permitem a transmissão de alelos que proporcionam resistência a diferentes patógenos, a fim de que uma cultivar apresente resistência a diversas doenças (ALZATE-MARIN et al., 2005).

De fato, é comum encontrar até quatro transgenes na mesma cultivar, acumulando transgenes antigos e outros eventos novos. Em geral essas modificações estão juntas na mesma tecnologia transgene como, por exemplo, a resistência a insetos e a resistência a herbicidas.

Segundo a EMBRAPA (2021), empresas com marcas registradas podem gerar e licenciar tecnologias transgênicas para outras empresas utilizarem, o que é uma prática muito

comum. No caso de alguns vegetais, como a soja transgênica 103, observamos a presença de dois genes de bactérias em seu DNA. Um deles é denominado de gene "cp4 epsps (aroA:CP4)" e pertence ao genoma da bactéria de solo *Agrobacterium tumefaciens* cepa CP4, que produz uma forma da enzima vegetal "5 enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS)". Sua função tem relação com a sobrevivência das plantas de soja à aplicação do glifosato, que é um herbicida letal às plantas em geral. O outro gene é o "cry1Ac" originário da bactéria "*Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki*", estirpe "HD73", que produz a "delta-endotoxina Cry1Ac" que confere resistência da soja a lagartas, por danificar o intestino médio das mesmas.

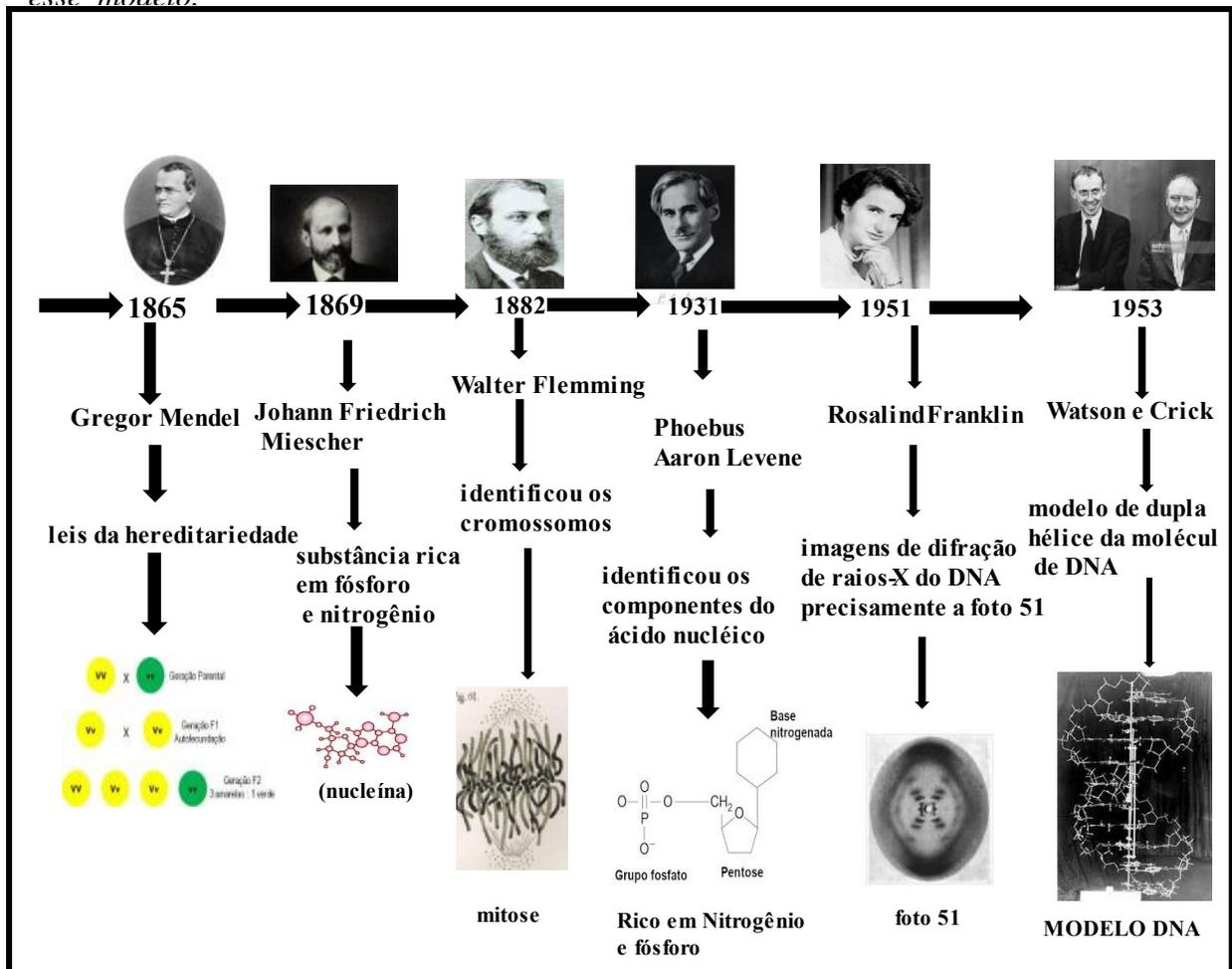
Genética: a natureza química do material genético, conceito de gene, código genético, fenótipo e genótipo

1.6 Ácidos Nucleicos (DNA e RNA)

A proposta de problematização a partir de OGMs, cria um elo direto entre a Biotecnologia e a Genética pois a Biotecnologia é claramente uma aplicabilidade dos conceitos básicos de Genética. Assim para responder a pergunta que gera a problematização “Alimentos transgênicos apresentam seu valor nutricional alterado?” será necessário primeiramente construir o conhecimento a cerca da Genética básica para posteriormente aplicá-lo. Entendemos que essa estratégia possa ser relevante e estimular o aluno a assumir o protagonismo do processo de ensino-aprendizagem.

Buscando trabalhar as competências e habilidades contempladas na BNCC através da valorização dos conhecimentos historicamente construídos para entender e explicar a realidade, propomos uma abordagem histórica dos conteúdos. Segundo Andrade e Caldeira (2009), na história da linha do tempo no estudo da Genética, são citados alguns pesquisadores como Gregor Mendel (1822-1884), que publicou em 1865 seu estudo feito com ervilhas e propôs as leis da hereditariedade. Em 1869 o bioquímico Suíço Johann Friedrich Miescher (1844-1895), identificou uma substância rica em fósforo e nitrogênio, a qual denominou de nucleína e Walter Flemming (1843-1905) identificou os cromossomos. Em 1931 Phoebus Aaron Levene (1869-1940) identificou os componentes do ácido nucléico, em 1951 Rosalind Franklin contribuiu com a imagem de difração de Raio-x do DNA na “foto 51”, como visto na figura 1. O modelo de dupla hélice da molécula de DNA foi elaborado em 1953 por Watson e Crick.

Figura 1: História da linha do tempo no estudo da Genética na construção do modelo da dupla hélice da macromolécula de DNA com os principais pesquisadores que contribuíram direta ou indiretamente para esse modelo.



Fonte: Elaborada pelo Autor

A macromolécula de DNA é formada por uma dupla hélice, ou seja, fita dupla anti-paralela composta por nucleotídeos (fosfato, bases nitrogenadas e pentoses) em forma de espiral que constitui a base do material genético. Encontramos açúcar (pentose), que é a desoxirribose ($C_5H_{10}O_4$), as bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina e guanina) e o fosfato. O DNA tem a capacidade de regular sua autorreplicação através do mecanismo semiconservativo que garante a conservação da sequência nucleotídica da fita original, produzindo uma nova cadeia complementar anti paralela. No DNA, cada nucleotídeo pode apresentar uma de quatro bases possíveis: adenina (A), citosina (C), guanina (G) e timina (T), ligadas ao carbono-1 da desoxirribose. Uma cadeia de DNA é composta por vários nucleotídeos, ligados covalentemente, com uma sequência alternada de açúcar e fosfato.

O conceito de gene tem estado sob constante revisão pois a cada nova descoberta da Ciência, este conceito precisa ser discutido e ampliado. O gene é compreendido como uma

sequência de nucleotídeos do DNA que contém sequências regulatórias específicas, como região promotora e o TATA box, e que gera um transcrito de RNA, que pode ser um RNA mensageiro (mRNA) ou não. Hoje se sabe que existem genes que não transcrevem mRNAs, como é o caso dos genes que codificam microRNAs e *long non coding RNAs*.

Sendo assim, os microRNAs e siRNAs não se distinguem pela sua composição química ou pelos seus mecanismos de ação, mas podem se distinguir quanto à sua origem ou quanto aos genes que silenciam, isto é, cuja expressão inibem. Os microRNAs possuem cerca de 21-23 nucleotídeos e regulam a expressão gênica. Alguns possuem expressão constitutiva, enquanto outros estão sujeitos a controle de expressão temporal-específica e tecido-específica. Ao invés de serem traduzidos em proteínas, como é o caso do mRNA, eles são processados a partir de transcritos primários, conhecidos como pré-microRNAs, de modo a apresentarem uma pequena estrutura do tipo "*stem-loop*" e, finalmente, para microRNAs funcionais. Os microRNAs maduros são apenas parcialmente complementares a um ou mais mRNAs. Essa classe de "genes" regulatórios encontra-se em partes do genoma que não codificam proteínas, ou seja, estão escondidos no que era antigamente chamado de "DNA-lixo". (JOAQUIM, 2010).

Já o RNA é formado por ribose, fosfato e bases nitrogenadas (guanina, citosina, adenina e uracila). Sua estrutura é formada por uma simples fita de nucleotídeos, que é transcrita a partir do DNA e poderá ser traduzida em proteína. As moléculas de RNA servem de molde para síntese de proteínas, a partir do DNA. Embora apresentem semelhanças, as estruturas do RNA e do DNA possuem diferenças importantes: o RNA é constituído por um único encadeamento de nucleotídeos (fita simples); as bases nitrogenadas presentes no RNA são a adenina (A), citosina (C), guanina (G) e uracila (U), ao invés da timina e; possuem ribose no lugar da desoxirribose. A transcrição ocorre quando as fitas do DNA são separadas pela ação da enzima RNA polimerase, tendo início da transcrição na região promotora do gene com incorporação de ribonucleotídeos complementares aos desoxirribonucleotídeos presentes no molde de DNA e a conclusão na região terminal. Nos organismos eucariontes os genes são formados por sequências transcritas e não traduzidas chamadas íntrons. Os éxons são sequências de base transcritas e traduzidas em uma proteína. Já os procariontes só possuem éxons, sendo o gene transcrito e traduzido na totalidade. No caso do RNA, a molécula de RNA mensageiro (RNAm) se solta do molde do DNA e novamente as pontes de hidrogênio se formam entre as duas cadeias complementares de ácido desoxirribonucleico. O mRNA é transportado para o citoplasma onde vai ocorrer a síntese de proteínas. Neste mRNA estão presentes as trincas de bases nitrogenadas conhecidas como códon, O RNA resultante da transcrição do gene é denominado RNA

precursor (RNAp). Após a transcrição, os íntrons são excisados do RNAp por um mecanismo denominado de *splicing*, formando o mRNA.

No citoplasma já estão presentes as subunidades menor e maior do ribossomo que são formadas por diferentes moléculas de rRNA e diversas proteínas ribossomais. O RNA transportador (RNAt) carrega aminoácidos e o anticódon que irá se acoplar nos códons. Aminoácidos trazidos pelos tRNAs são ligados entre si por ligações peptídicas pela ação do ribossomo. (BOLELI et al, 2004, p. 569).

O DNA pode sofrer mutações e quando as alterações em uma dada sequência nucleotídica são permanentes, ocasiona mudanças estruturais no gene que podem alterar o genótipo de células somáticas ou de linhagem germinativas, podendo gerar novos fenótipos. Se mutações, ou lesões nos cromossomos, alterarem a sequência nucleotídica o organismo poderá produzir diferentes tipos de transcritos, apresentando variações fenotípicas, que poderão alterar o *fitness* do indivíduo em seu ambiente. As modificações fenotípicas provocadas podem servir como substrato para a evolução por seleção natural, outro aspecto importante relacionado à Genética, mas que não será aprofundado aqui.

Os conceitos de genótipo e fenótipo foram elaborados em 1909 por Wilhelm Ludvig Johannsen (1857-1927). Conceituamos genótipo como toda constituição genética de um ser vivo encontrado no DNA, sendo que sua expressão, junto a fatores ambientais, dará origem ao fenótipo, revelando a morfologia, fisiologia e o comportamento do indivíduo. Desse modo, enquanto o fenótipo mostra as características físicas (fenotípicas), o genótipo contém o conjunto de alelos de um indivíduo, que por sua vez, se manifestam através do fenótipo.

2.0 Justificativa

O presente estudo buscou desenvolver uma SDI que pudesse explorar os conceitos referentes ao conteúdo de Genética através de uma abordagem investigativa no ensino médio da rede pública de ensino do Estado do RJ.

No Projeto Pedagógico que compõe o currículo mínimo da SEEDUC/RJ, ora pesquisada, as aulas sobre o conteúdo de Genética são ministradas na grande maioria através de leituras do livro didático e são geralmente conteudistas. Tendo em vista que os conceitos de Genética podem ser compreendidos com mais facilidade por meio de atividades investigativas experimentais e, considerando que no Projeto Pedagógico da SEEDUC/RJ ficaram pouco evidenciados no currículo mínimo, se identifica a necessidade de estimular o processo de ensino aprendizagem. De acordo com a BNCC, faz-se igualmente relevante a interação entre alunos e professores, ambos com participação ativa através de aulas práticas criando problematização, levantando hipóteses, investigando e interpretando os resultados obtidos. Dessa forma, a SDI proposta na presente pesquisa com suas atividades experimentais se torna muito importante na interação do corpo discente com o docente, possibilitando o aluno ao protagonismo de forma ativa na construção do conhecimento. Sendo assim, os alunos poderão estudar com mais curiosidade, tornando esta ferramenta metodológica importante para o aluno explorar os conceitos do Ensino Médio, onde se espera o aprendizado significativo com a construção do conhecimento.

3.0 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

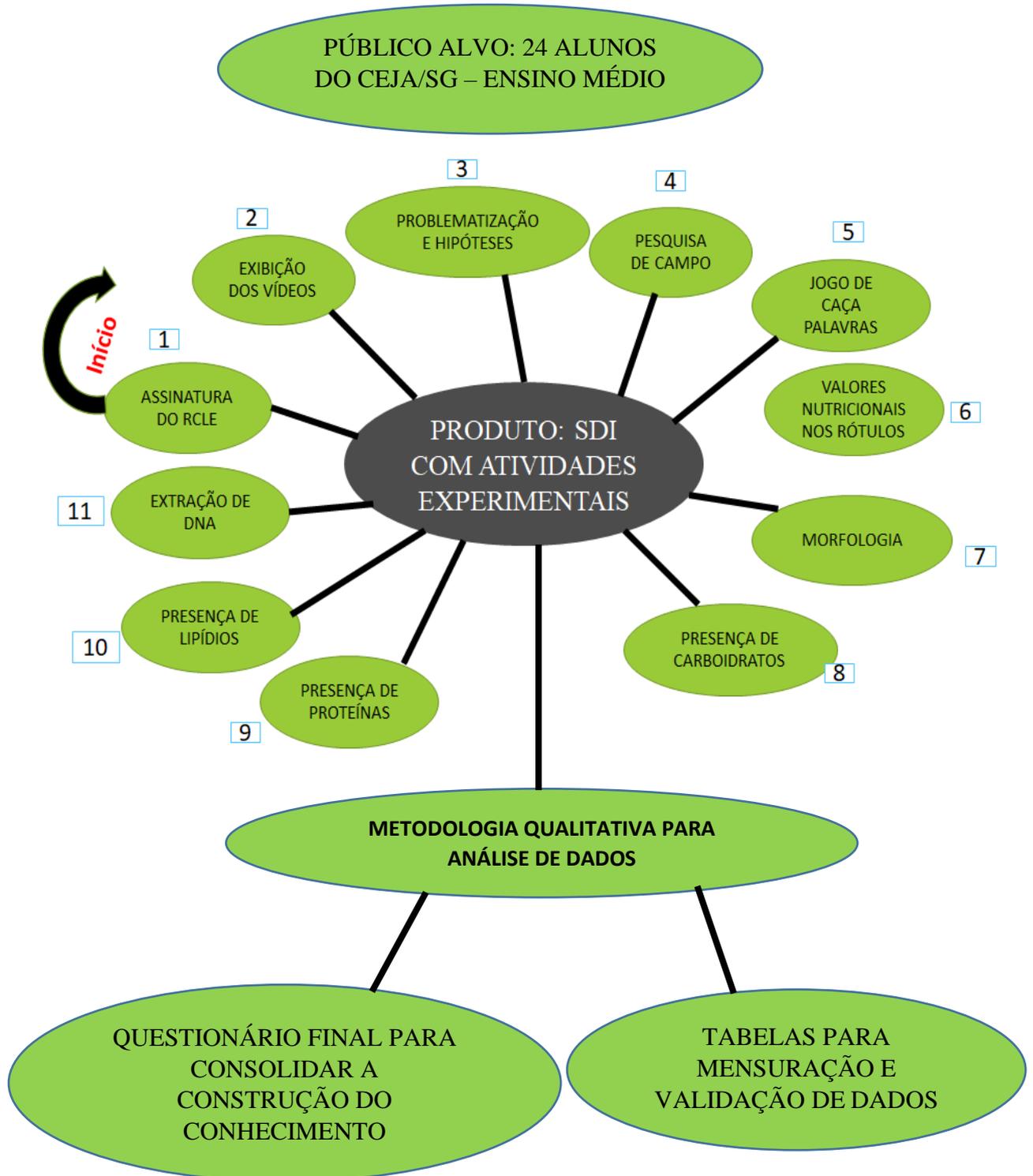
Elaborar uma Sequência Didática Investigativa utilizando Organismos Geneticamente Modificados para abordar conceitos de Genética no Ensino Médio.

3.2 Objetivos Específicos

1. Elaborar uma SDI contendo aulas práticas que possam comparar indivíduos selvagens e OGMs;
2. Construir uma horta para plantio de sementes transgênicas e selvagens;
3. Elaborar um roteiro de atividades para docentes e discentes sobre aulas práticas utilizando OGMs;
4. Aplicar a SDI em uma turma do EM e analisar, de forma qualitativa, sua eficácia para a construção ativa de conceitos relacionados à Genética.

4.0 Metodologia

Organograma de processos 2- Etapas metodológicas da aplicação das atividades investigativas.



4.1 Participantes da pesquisa

Foram convidados a participar da pesquisa vinte e quatro alunos do Centro de Educação de Jovens e Adultos de São Gonçalo (CEJA/SG), maiores de dezoito anos e devidamente matriculados no Ensino Médio da Rede Pública de Ensino. Ressalta-se que pelo Decreto nº 43.349 de 12/12/2011, a gestão pedagógica dos Centros de Educação de Jovens e Adultos - CEJA e suas modalidades foram transferidas da SEEDUC/RJ, localizados no âmbito do Estado do Rio de Janeiro, para SECTI/RJ, e compartilha a gestão administrativa das referidas unidades/modalidades. Os alunos matriculados no CEJA/SG.

4.2 O produto

O presente trabalho teve por finalidade desenvolver um produto Técnico Tecnológico (Sequência Didática Investigativa) contendo atividades práticas utilizando-se OGMs dirigidas para o ensino investigativo em Genética com ênfase em alunos do Ensino Médio da rede pública de ensino. As atividades foram adaptadas para serem realizadas em ambientes remotos, presenciais ou ainda de forma híbrida.

Nessa SDI contendo atividades experimentais se utilizou uma abordagem qualitativa para análises das características morfológicas de dois cultivares e sementes de OGMs de: Milho (P 30F53 VYHR) e soja (103) e de organismos selvagens como controle das observações/experimentos. A escolha se deve à circulação dos derivados dos mesmos em supermercados e hortifrúteis no Brasil. O corpo discente trabalhou com sementes transgênicas de milho e soja e com sementes convencionais/selvagens, oportunizando assim, momentos de discussão dos resultados coletados.

As sementes de milho e soja transgênicos e selvagens cultivadas não foram identificadas para os alunos durante as atividades experimentais, tornando as atividades planejadas na SDI muito interessante, pois serviram como um estudo cego.

4.3 A aplicação:

Cada encontro remoto ou presencial, teve duas aulas com duração de cinquenta minutos cada, durante a aplicação das atividades experimentais no período letivo. Reuniões

extraordinárias, quando necessárias, foram realizadas de forma presencial ou remota. As atividades puderam ser monitoradas por um grupo no *WhatsApp* e pelas aulas presenciais

A aplicação das atividades teve início após a leitura do Anexo A- Aspectos éticos e/ou ambientais

Anexo 1- Aspectos éticos e/ou ambientais

Anexo 1- Aspectos éticos e/ou ambientais

Anexo 1 que informa os aspectos éticos e/ou ambientais e a entrega do Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE) no

Anexo 2, o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) no dia onze de novembro de dois mil e vinte e um, como pode ser conferido no anexo 3 e Anexo 11 com as imagens printadas. As RCLEs foram assinadas pelos alunos maiores de dezoito anos de idade, devidamente matriculados no CEJA/SG e da SEEDUC/RJ (Figura 4).

4.4 Metodologia qualitativa de análise após a aplicação

Após a aplicação da SDI e coleta de dados, utilizamos uma metodologia de análise qualitativa visando monitorar a construção do conhecimento de forma ativa pelos alunos e desenvolvimento das competências e habilidades propostas pela BNCC (2018) a partir da pergunta: “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” A abordagem qualitativa parte do fundamento de que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, uma interdependência viva entre o sujeito e o objeto, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito. (PIANA, 2009, p. 168).

Para isso, foram estabelecidos parâmetros extraídos por meio de um instrumento analítico que tem por objetivo avaliar se o aluno atuou de forma ativa, protagonizando a construção do conhecimento e não se limitando a simplesmente recebê-lo do professor, como no formato tradicional aplicado nas escolas da Educação Básica (Zompero, Vilaça e Laburú, 2019).

O Quadro 1 contém as etapas da aplicação e da coleta e análise de dados adaptado a partir do quadro proposto por Zompero, Vilaça e Laburú (2019) para atender as atividades propostas pela SDI. Na presente pesquisa mensuramos e traduzimos as atuações dos alunos

durante a realização das práticas investigativas e verificamos, ao final, se ocorreu a construção do conhecimento através dos indicadores escolhidos com a finalidade de avaliar a apropriação, pelo corpo discente, dos conteúdos e conceitos trabalhados na SDI.

A análise dos dados coletados durante as atividades experimentais foi confrontada com os resultados dos experimentos obtidos por Petkowics (2007) sobre proteínas, por Basso (2007) na prática de carboidratos e por Bligh e Dyer (1959) na prática sobre lipídios e sobre a extração de ácidos nucleicos. Para isso utilizamos como material didático o vídeo “Purificação e Caracterização do DNA de Cebola”, visto na prática de extração de DNA o (Apêndice 1) que relata o procedimento e o material utilizado para extração de ácidos nucléicos. Em todas as práticas foram utilizados controles positivos e controles negativos para comparação dos resultados e discussões posteriores.

De acordo com os resultados obtidos durante os experimentos feitos pelos alunos e pelo professor, cada discente chegou a uma resposta que pôde corroborar ou não sua hipótese. A partir das conclusões obtidas pelos alunos, e de acordo com as competências e habilidades a serem avaliadas elencadas no instrumento avaliativo (Quadro 1), foi registrado o desempenho de cada aluno para cada atividade experimental, assim como seus respectivos conceitos. Os resultados mensurados em forma de conceitos são importantes quando se pretende uma abordagem qualitativa nas análises de dados. Dessa forma, as conclusões das atividades experimentais foram tratadas de maneira com que o ensino-aprendizagem se ajustem e se identifiquem suas conclusões através de seus desempenhos, levando ao entendimento dos resultados obtidos pelo professor e alunos. Assim, nossa proposta se fundamenta em teorias que postulam o caráter diferenciado e singular dos processos de formação humana, nas teorias construtivistas/sociointeracionistas da aprendizagem. A aprendizagem é uma atividade que se insere no processo global de formação humana, envolvendo o desenvolvimento, a socialização, a construção da identidade e da subjetividade. Assim, a “avaliação formativa” constitui-se numa prática que permite ao professor acompanhar os processos de aprendizagem do aluno com a finalidade de compreender como o mesmo está elaborando seu conhecimento. Nessa abordagem, a preocupação não é registrar os fracassos ou os sucessos do aluno mediante notas ou conceitos, mas entender o significado do seu desempenho para fazer ajustes no processo ensino-aprendizagem. (DUARTE & DUARTE, 2007)

Conforme sugerem os autores Zompero, Vilaça e Laburú (2019, p. 206), para cada etapa das atividades experimentais foram considerados três níveis com o propósito de mensurar as respostas referentes à compreensão dos discentes sobre cada prática, ou seja, **N1** (não identifica

a descrição proposta **N2** (identifica parcialmente a descrição proposta e **N3** (identifica completamente a descrição proposta,

Os alunos foram avaliados pela clareza na elaboração de hipóteses relacionadas a problematização, atividades experimentais e conclusão de cada atividade proposta durante a aplicação das SDIs. Para isso utilizamos conceitos classificados em A, B e C para validação dos níveis obtidos, onde A corresponde a conceito máximo, B corresponde a conceito bom e C corresponde a conceito regular. Para consolidação da construção do aprendizado, utilizamos a metodologia quantitativa para análise de dados, onde foi respondido pelos alunos individualmente um questionário (Apêndice 1) contendo vinte e cinco questões relacionadas aos conceitos de Genética, nutrição e morfologia abordados na SDI. O número de acertos de cada aluno foi anotado na Tabela 2 para analisar a consolidação da construção do conhecimento pelos alunos participantes nessa pesquisa. Para cada acerto foi apontada a nota um e para cada erro a nota zero, que foram apresentados em percentual que se traduziu em cada conceito (A representa notas entre nove e dez, B notas entre sete e nove e C notas entre cinco e sete). Abaixo de cinco as notas representam insuficiência na construção do aprendizado.

5. Resultados

Antes mesmo da exibição dos vídeos se iniciou um círculo hermenêutico dialético através de uma tempestade de perguntas e curiosidades entre o corpo discente e o professor pesquisador. Como a literatura não descreve diferenças significativas sobre características morfológicas, bioquímicas ou nutricionais entre OGMs e organismos convencionais/selvagens das espécies utilizadas nessa pesquisa, o resultado esperado para as práticas era não observar diferenças entre os grupos comparados.

Figura 2- Encontro entre alunos e professor durante a assinatura do RCLE

para os alunos participarem das atividades experimentais



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Para o início das atividades, o professor pesquisador sugeriu que se o experimento fosse presencial. O professor levaria os exemplares de milho e soja transgênicos e convencionais juntamente com os materiais necessários, se fosse de forma remota, e o aluno deveria adquirir com o professor na escola os cultivares e o restante do material para realização das atividades. Na forma remota, o experimento precisaria ser fotografado em todas as etapas e enviada para o professor com o material impresso respondido. É importante ressaltar, que as atividades foram desenvolvidas de maneira presencial na escola e a forma remota foi utilizada para pesquisas e diálogos entre alunos e professor através de e-mail e WhatsApp.

5.1 Exibição dos Vídeos:

No processo metodológico foram exibidos vídeos de natureza pedagógica, com ênfase no tema de estudo. A partir deste ponto as hipóteses foram levantadas em aula presencial durante o diálogo entre docente e os discentes. Destaca-se a exibição do vídeo sobre o desenvolvimento da primeira soja transgênica no Brasil (<https://youtu.be/7-muUrWZXOI>) e outro sobre a transformação genética de plantas, tendo como foco a problematização conduzida sobre a existência ou não de diferenças nas características morfológicas, bioquímicas e nutricionais dos vegetais transgênicos e convencionais/selvagens a serem cultivados (<https://youtu.be/kiGYrg5AuNs>). Os vídeos foram exibidos através de um projetor durante a

aula presencial no primeiro encontro figura 5. Dessa forma, os vídeos serviram para mostrar a importância da biotecnologia no estudo de Genética.

Em seguida, foi levantado o seguinte questionamento: “Um OGM pode ter seu valor nutricional alterado?” Durante o encontro, os alunos formularam hipóteses e foi pedido que trouxessem rótulos de produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens para uma comparação entre valores nutricionais.

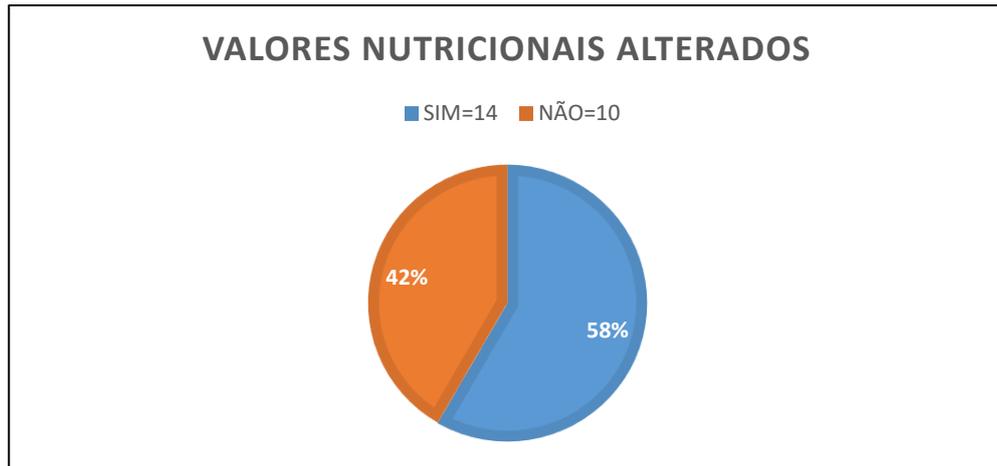
Figura 3- Exibição dos vídeos sobre OGMs em encontro presencial com os alunos do CEJA/SG



Fonte: Elaborada pelo Autor

As hipóteses foram geradas pelos alunos durante a aula promovida em um círculo hermenêutico dialético (CHD) e estão descritas no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Gráfico 1- Hipóteses geradas sobre diferenças entre valores nutricionais dos OGMs



As respostas revelaram que a maioria dos alunos participantes (atentos à exibição dos vídeos), hipotetizou que OGMs têm seus valores nutricionais alterados. Com esses dados introdutórios deu-se início às atividades experimentais investigativas e atividade de campo.

5.2 Pesquisa de Campo

As investigações que visavam corroborar ou não a hipótese levantada pela maioria dos alunos se deu através de pesquisas de campo. Nesta etapa os alunos puderam verificar as tabelas nutricionais em rótulos de produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens. Para isso os alunos visitaram um supermercado e documentaram, por fotos, a ficha nutricional de alimentos transgênicos e convencionais, como biscoitos, massas e cereais. Representaram os dados em forma de tabelas para discussão na sala de aula. Essa investigação se deu para iniciar a atividade presencial de comparação entre os rótulos, quando cada aluno analisou os valores nutricionais entre os produtos. Os nutrientes presentes nas tabelas dos rótulos serviram para estudar os conceitos relativos a nutrição, que fazem parte do conteúdo programático referente ao sistema digestório e suas funções e importância no organismo. Ressalta-se que os alunos encontraram dificuldades em conseguir rótulos de produtos selvagens, visto que a grande maioria dos produtos comercializados são transgênicos.

5.3 Atividade Experimental Sobre Comparação dos Valores Nutricionais Contidas nos Rótulos de Produtos Derivados de Transgênicos e Selvagens.

No segundo encontro, os alunos fizeram comparações entre rótulos dos produtos transgênicos e selvagens (Figura 7). Neste momento os alunos participaram de um jogo didático de caça palavras para motivar o início da investigação, no qual se verificaram nomes relacionados aos conceitos referentes ao conteúdo da SDI. Os nomes encontrados no jogo de caça-palavras, foram anotados e conceituados com os conhecimentos já vivenciados pelos

estudantes Ausubel (1982). De acordo com o Gráfico 2, pode-se observar que a maioria dos alunos não teve conhecimentos significativos relativo ao conteúdo do Ensino Médio, onde as respostas foram insuficientes.

Gráfico 2 - Resultados das respostas dadas pelos aluno referente aos conceitos contidos no jogo de caça palavras através dos conhecimentos prévios.

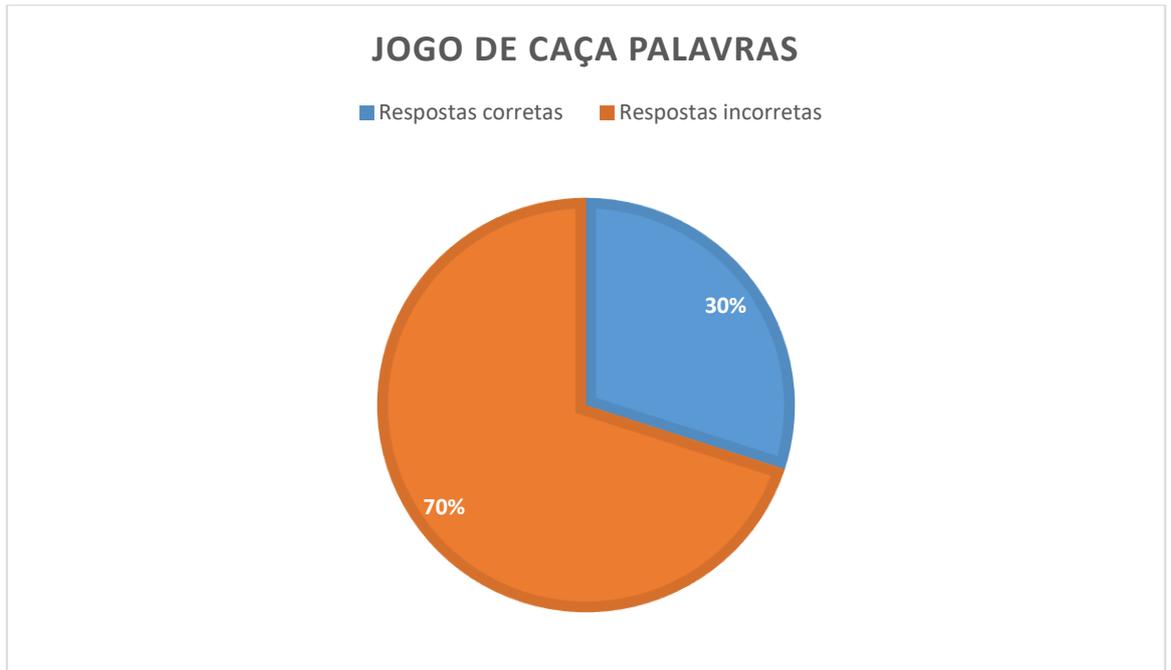
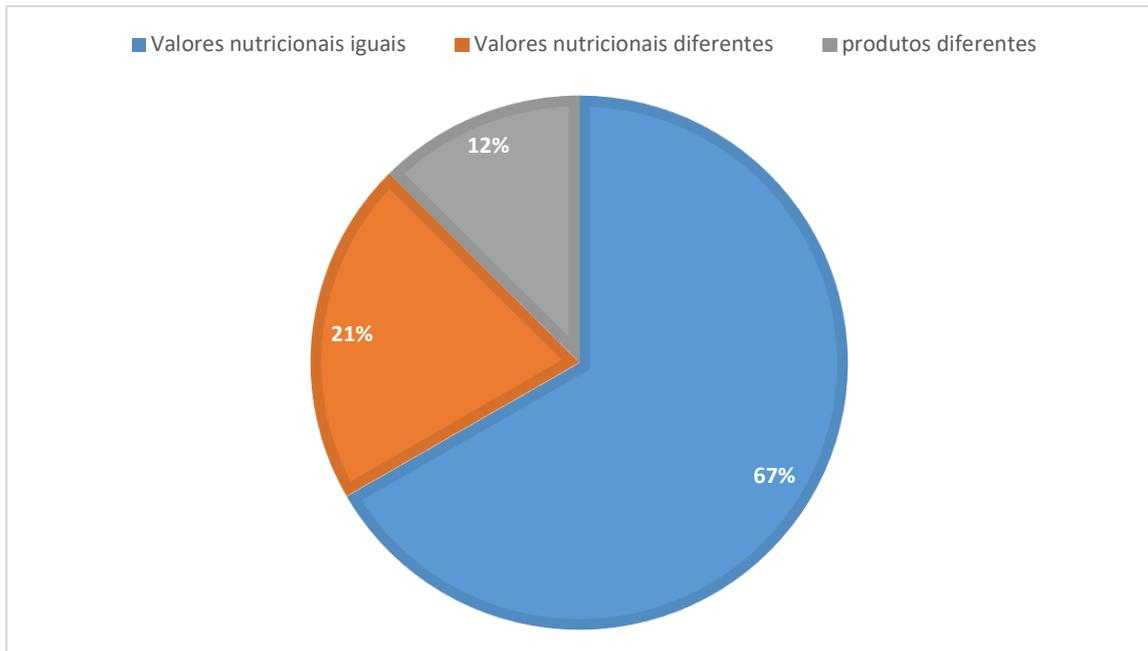


Figura 4- Atividade de comparação entre valores nutricionais de produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens



Fonte: Elaborada pelo Autor

Gráfico 3- comparação entre valores nutricionais presentes nos rótulos dos produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens



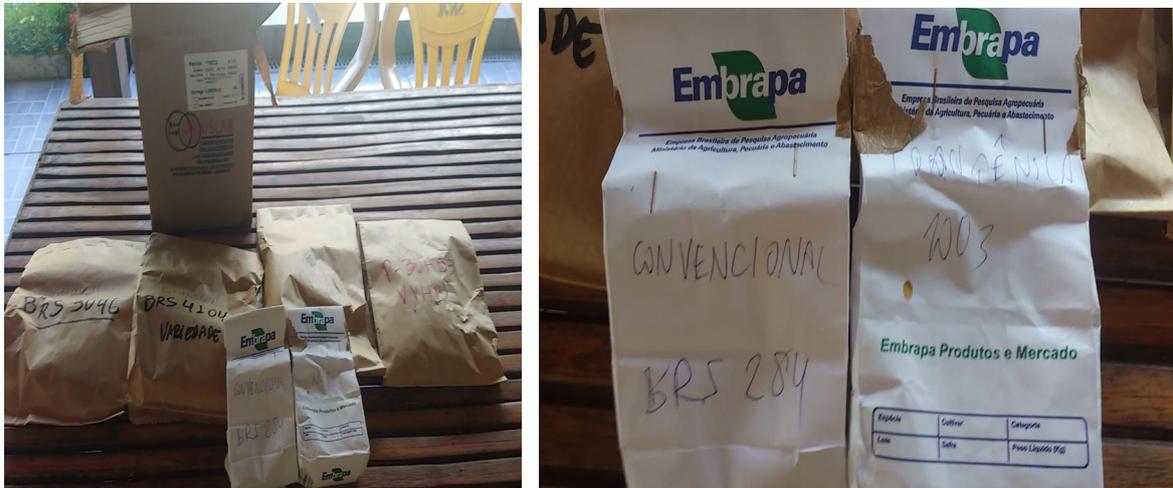
O Gráfico 3 demonstra os resultados a partir da comparação entre valores nutricionais presentes nos rótulos dos produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens. Os dados foram transcritos pelos alunos para o modelo de Tabela 1 após detalhada observação dos produtos trazidos. Através dos resultados verificados em cada tabela nutricional respondida pelos alunos, pode-se observar que os valores nutricionais se apresentavam iguais entre produtos transgênicos e selvagens. Este resultado refutou a hipótese levantada pela maioria da turma e corroborou a hipótese levantada pela minoria da turma. De fato, de acordo com a EMBRAPA (2021), os OGMs de milho e soja estudados nesse trabalho sofreram transgênese para conferir resistência ao glifosato e algumas pragas de insetos, que não relação com seus respectivos valores nutricionais. Assim, neste caso, a transgênese provocou uma modificação no genótipo do OGM que não resultou em mudança nutricional.

5.4 Atividade Experimental Sobre Comparação Morfológica entre Cultivares de Soja e Milho Transgênicos e Selvagens.

O plantio e obtenção das plantas transgênicas e convencionais/selvagens em uma horta caseira deu origem ao material biológico que foi utilizado pelos alunos para realização das próximas atividades investigativas. Cada aluno ou grupo recebeu um conjunto de sementes, materiais e instruções para plantá-las em suas residências. Devido à pandemia pelo COVID19, o professor pesquisador construiu a horta em sua residência com sementes de vegetais

transgênicos e convencionais/selvagens visando assegurar a geração do material a ser utilizado nas atividades práticas. As sementes utilizadas para o plantio foram solicitadas à EMBRAPA.

Figura 5- Sementes de soja e milho transgênicos e selvagens enviadas pela EMBRAPA



Fonte: Elaborada pelo Autor

A primeira atividade proposta foi realizar uma comparação qualitativa morfológica entre indivíduos OGM e selvagens. O método proposto para atividade foi um estudo sobre a morfologia de angiospermas comparando-se exemplares de soja e milho transgênicos e selvagens. Esta atividade foi realizada no terceiro encontro e utilizou duas aulas de cinquenta minutos cada.

Esta estratégia foi empregada para que, a partir da observação comparativa da morfologia de indivíduos OGM e selvagens, os alunos pudessem consolidar que as modificações realizadas em nível genômico nos OGMs não eram traduzidas em diferenças fenotípicas notáveis. O objetivo era correlacionar que apesar das diferenças genéticas entre os organismos, não havia diferenças morfológicas perceptíveis trabalhando assim os conceitos de genótipo de fenótipo. Para isso, os alunos receberam todo material necessário, tais como, os cultivares de soja e milho, lupa, lápis de cor, lápis preto, caneta, estilete e material impresso para realização da prática.

As características morfológicas (macroscopia) foram analisadas e registradas, podendo ser observadas as morfologias da raiz, caule, folha e sementes dos exemplares de OGMs e selvagens (Figura 8). Após a observação, os alunos desenharam cada parte analisada no material impresso, descrevendo todo procedimento.

Figura 6- Exemplos de milho transgênico a esquerda e selvagem a direita utilizados durante a atividade de comparação morfológica



Fonte: Elaborada pelo Autor

As partes externas das plantas foram desenhadas pelos alunos, que verificaram a raiz, o caule e as folhas. Embora alguns alunos observassem que algumas tinham tamanhos diferentes, concluíram que as plantas eram iguais em suas formas, cheiro e cores. Puderam, com ajuda de uma lupa, observar as nervuras das folhas do milho que são paralelas conferindo uma classificação como monocotiledônea. Para a soja foi observada uma nervura central e outras partindo dela, o que conferiu uma classificação como dicotiledônea. Ao observar as sementes do milho, os alunos visualizaram apenas um cotilédone e nas sementes da soja observaram dois cotilédones.

Figura 7- Recortes de fotos durante a prática de comparação da morfologia externa entre OGMs e selvagens.



Como a escola não possui um microscópio para observação a nível celular e de tecidos, a prática investigativa sobre morfologia foi apenas sobre as características externas/anatômicas. Os dados coletados nessa atividade sobre morfologia foram transcritos no material impresso.

Com base na observação experimental da Figura 7, os alunos verificaram que os exemplares de milho e soja analisados não apresentaram diferenças morfológicas em suas partes externas, assim como raiz, caule, folha, semente, tamanho além de odor e da cor. Estes resultados corroboraram a hipótese de que a transgênese, embora tenha alterado o genótipo dos indivíduos, não alterou seu fenótipo.

5.5 Atividade Experimental sobre presença de Carboidratos nos Alimentos Derivados de Soja e Milho Transgênicos e Selvagens.

Após a realização da prática sobre genótipo e fenótipo em nível macroscópico/morfológico, buscamos trabalhar as relações entre genótipo e fenótipo a partir de uma ótica molecular/bioquímica. Para isso, propomos elaborar uma prática na qual os alunos pudessem hipotetizar sobre os conceitos de genótipo de fenótipo a partir de uma abordagem bioquímica com ênfase em carboidratos. Esperávamos que não houvesse diferença qualitativa notável em relação à presença de carboidratos após a comparação entre indivíduos OGM e

selvagens já que a transgênese levou a modificações específicas do genótipo que não eram compatíveis com mudanças fenotípicas ao nível bioquímico.

A atividade foi iniciada com um questionamento: “Existem diferenças nutricionais nos cultivares de milho e soja transgênicos e selvagens?”

Para atividade experimental sobre carboidratos, o professor entregou o material necessário ao desenvolvimento da prática e os alunos iniciaram a prática dialogando sobre a importância dos carboidratos para os seres vivos. É importante ressaltar que nenhuma resposta direta aos questionamentos levantados pelos alunos foi dada pelo professor.

O material disponibilizado para realização do experimento incluiu arroz, amido de milho, leite, água com sal, clara de ovo, batata, cultivares de milho transgênico e selvagem. Foram fornecidos copinhos transparentes contendo caldo das sementes de milho transgênico e selvagem e sementes de soja transgênica e selvagens cozidos, amassados e coados e tintura de iodo, assim como tubos de ensaio (Apêndice 1).

Nessa atividade experimental, se empregou a técnica colorimétrica para observação da presença de amido nos alimentos utilizando-se tintura de iodo como reagente. Através de controles positivos, como água de arroz e amido de milho, foi possível identificar a presença de carboidrato. Como controle negativo foi utilizada a água com sal.

Sendo assim, os alunos iniciaram o experimento e identificaram o controle positivo e o controle negativo. Os outros alimentos, assim como os exemplares de soja e milho transgênicos e convencionais, também foram submetidos ao procedimento colorimétrico e comparados ao resultado da reação entre iodo e amido de milho e o resultado do iodo com água salgada. Nesse momento foi observado que após os alunos terem adicionados o iodo na água destilada com sal, a cor ficou com uma tonalidade marrom bem clara. Ao pingarem o iodo no amido de milho e no arroz, a tonalidade ficou roxo forte. Nas outras amostras, como leite e clara de ovo, a tonalidade ficou fraca. Quando pingaram o iodo nas amostras no tubo A (milho transgênico), B (milho selvagem), C (soja transgênica) e D (soja selvagem), observou-se uma tonalidade marrom forte.

Durante alguns minutos os alunos ficaram dialogando e, na sequência foi utilizada uma batata com a finalidade de perceber sua reação com a aplicação da tintura de iodo por sabidamente ser um alimento rico em amido. Assim foi possível constatar que a tonalidade ficou similar a do amido de milho e do arroz, corroborando a hipótese de que se a batata tinha acúmulo de amido (conhecimento das vivências deles), o arroz e o amido de milho também

tinham. Essa informação então se conectou com os resultados obtidos no experimento com os demais alimentos, que por apresentarem uma coloração diferentes possivelmente apresentavam carboidratos em quantidades inferiores.

Assim, foi possível observar que, através desta prática investigativa, os alunos construíram o conhecimento de forma ativa, significativa e correta. As amostras dos tubos A (milho transgênico), B (milho selvagem), C (soja transgênica) e D (soja selvagem) estavam as cegas, ou seja, sem a identificação se os cultivares eram transgênicos ou selvagens. Essa estratégia foi usada com o objetivo de não direcionar a investigação realizada pelos alunos. Assim, corroborando com Lombroso (2004), o aprendizado é o resultado das transformações cognitivas relacionadas com a memória e aspectos neurológicos, ambientais e emocionais, onde os saberes prévios somados aos novos conceitos poderão promover a construção do conhecimento.

No decorrer deste experimento, um aluno hipotetizou que as sementes poderiam ser utilizadas nos experimentos além das folhas. Após a realização do mesmo experimento, os alunos perceberam a mudança de cor para roxo e concluíram que as sementes do milho e da soja contêm reservas de carboidratos. Pelos resultados obtidos nessa atividade, e por saberem que as sementes pertencem aos cultivares ora analisados, confirmaram a presença de carboidratos nas amostras de soja e milho. Como a presença de carboidratos foi identificada tanto em indivíduos OGM quanto selvagens, é possível sugerir que os valores nutricionais não são alterados. Assim, a partir desta prática os alunos perceberam que mudanças geradas no genótipo pela transgênese não geravam mudanças fenotípicas notáveis, o que corrobora a hipótese de que os OGMs analisados não têm seus valores nutricionais alterados se comparados aos selvagens. Aparentemente, com as técnicas utilizadas durante a atividade, não foi possível detectar diferenças na quantidade de amido, mas que testes mais precisos podem ser utilizados para realmente responder está questão.

É possível observar que a atividade levou à construção do conhecimento de forma ativa. Isso se deu através da observação das respostas dadas nas atividades relacionadas aos carboidratos e com base em suas observações investigativas acrescidas de seus subsunçores, deu-se significado, transformando em ação o processo construtivo da aprendizagem. Esse processo é claramente diferente da forma tradicional que estimula a memorização de tais conceitos.

Figura 8- As amostras de alimentos utilizadas durante a atividade experimental, qualitativa para verificar a presença de carboidratos(amido) estão sequenciadas da esquerda para direita: amido de milho, caldo de arroz, leite, água com sal, clara de ovo, tubo A com caldo de milho selvagem, copo com caldo de semente de milho selvagem tubo B com caldo de milho transgênico, , copo com caldo de semente de milho transgênico,tubo C com caldo desoja selvagem, copo com caldo de semente de soja selvagem, tubo D com caldo de semente de soja transgênica e copo com caldo de semente de soja transgênica.



5.6 Atividade Experimental sobre presença de Proteínas nos Alimentos Derivados de Soja e Milho Transgênicos e Selvagens

Da mesma forma que para os carboidratos, realizamos uma prática para a detecção qualitativa de proteínas a partir de indivíduos OGM e selvagens. O objetivo também foi trabalhar a relação entre genótipo e fenótipo. A prática sobre a presença de proteínas nos alimentos utilizou o do método Biureto para visualizar, por colorimetria, a presença de proteínas (Apêndice 1). As amostras foram oriundas de caldo de feijão, caldo de carne, arroz, leite integral, amido de milho e água destilada com sal, e tubos A (milho selvagem), B (milho transgênico), C (soja transgênica) e D (soja selvagem).

Para isso, foram adicionados os reagentes sulfato de cobre e hidróxido de sódio nos alimentos levados pelo professor pesquisador. De acordo com Petkowics (2007), “a presença de proteínas em alimentos pode ser obtida utilizando apenas solução de sulfato de cobre e hidróxido de sódio, o que torna conveniente a aplicação dessa prática em aulas do ensino médio, principalmente pela facilidade de aquisição desses reagentes”. Os alunos então pingaram os reagentes (Hidróxido de Sódio e Sulfato de Cobre a 5%) nos tubos com os alimentos e no copo contendo clara de ovo, esperaram a reação e anotaram as cores obtidas. Os tubos marcados com as letras A, B, C e D não foram identificados como transgênicos ou selvagens, a fim de não

direcionar as respostas obtidas pelos alunos. Segundo Gonçalves (2021), corroborando com a atividade experimental realizada nesse experimento, o Hidróxido de Sódio prepara o meio, fazendo com que ocorra uma interação entre o Sulfato de Cobre através de seus íons, com a estrutura interna da proteína, onde a mesma muda de cor entre azul e roxo, demonstrando a presença de proteínas no meio. Para que a reação ocorra, é necessária a presença de, no mínimo, duas ligações peptídicas, sendo a concentração de proteína diretamente proporcional à intensidade da coloração por ela produzida. (CRUZ, 2013, p.21).

Os resultados foram anotados e os alunos perceberam que quando mais forte for o azul, maior a concentração de proteínas devido a comparação com o caldo de carne que, indicaram como rico em proteínas (conhecimentos prévios dos alunos).

Nas amostras de milho e soja, a coloração mudou quando foram pingados reagentes nas sementes cozidas e amassadas, pois nos tubos os alunos verificaram que o filtrado de verde das plantas ficou marrom. A investigação sugeriu que não existem diferenças entre valores nutricionais nos exemplares de milho e soja estudados. Através dos resultados, das respostas das questões e conclusões das atividades, eles demonstraram que identificaram o problema relativo à pergunta norteadora (no que se refere a presença de proteínas) e, os conceitos sobre proteínas tiveram melhor compreensão. Essas observações indicam que ocorreu a construção do conhecimento de forma ativa por parte dos alunos.

Figura 9- amostras de alimentos utilizadas na atividade qualitativa de presença de proteínas nos alimentos, tais como: caldo de feijão, caldo de carne, arroz, leite integral, amido de milho e água destilada com sal, copo com clara de ovo e tubos A (milho selvagem), caldo de milho transgênico B (milho transgênico), C (soja transgênica) copo com caldo de semente soja transgênica e D (soja selvagem).



5.7 Atividade Experimental sobre Extração da Macromolécula de DNA dos Cultivares de Soja e Milho Transgênicos e Selvagens.

Finalmente, para abordar possíveis diferenças qualitativas entre o material genético obtido a partir de indivíduos OGMs e selvagens, realizamos a prática de extração de DNA. Levando-se em conta que a transgênese realizada nos indivíduos OGM é pontual e específica, espera-se não encontrar nenhuma diferença qualitativa relevante entre os grupos analisados. Além disso, essa prática permitiu trabalhar os conceitos básicos relacionados à Genética e contemplado no currículo escolar.

Para realizar a prática de extração dos ácidos nucleicos, foi necessário amassar e misturar os indivíduos OGM e selvagens em uma solução de lise contendo água filtrada, sal de cozinha e detergente neutro (em corante).

Basicamente, para extrair DNA vegetal, é preciso dissociar o tecido da planta, romper a parede celular e as membranas plasmática e nuclear, remover as proteínas e isolar o DNA. A metodologia é simples e fácil. Requer detergente líquido para romper as membranas lipídicas e água com sal para neutralizar o DNA que precipitará ao adicionar álcool gelado, pois estará menos solúvel em solução alcoólica (FURLAN et al, 2010, p. 32).

Sendo assim, os alunos com orientação do professor, realizaram dez minutos de incubação com o detergente e adicionaram álcool gelado, incubando por mais cinco minutos para observação e análise dos resultados obtidos. Todo o procedimento foi documentado no material impresso contendo as instruções e orientações devidas para a prática.

Após as incubações os alunos observaram uma gosma branca na superfície da mistura e hipotetizaram que fosse o DNA. Durante o círculo hermenêutico dialético se observou a necessidade de analisar o material com um teste de Ph para verificar se o material coletado era realmente DNA dada a sua natureza ácida. Com o teste feito na gosma branca, se observou que o Ph era ácido, corroborando a hipótese de que se tratava da macromolécula de DNA.

O principal resultado obtido destaca-se que não houve diferença qualitativa notável na detecção de DNA tanto nos cultivares transgênicos como nos selvagens. Esse resultado corrobora a hipótese de que de que genomas dos OGMs e dos indivíduos selvagens não apresentam diferenças qualitativas.

Figura 10- Prática para extração da macromolécula de DNA nos exemplares de milho e soja transgênicos e selvagens com os alunos do CEJA/SG



5.8 Atividade Experimental sobre presença de Lipídios nos Alimentos Derivados de Soja e Milho Transgênicos e Selvagens

Para observação da presença de lipídios nos alimentos e nos exemplares dos cultivares de milho e soja transgênicos e selvagens, se empregou o método de extração de gorduras a frio Bligh e Dyer (1959) (Apêndice 1) Estes autores sugeriram um método de extração de gordura a frio que utilizava uma mistura de três solventes: clorofórmio-metanol-água. Inicialmente, a amostra é misturada com metanol e clorofórmio, elementos que, devido à sua proporção, formam uma só fase com a amostra. Em seguida, adiciona-se mais clorofórmio e água, de maneira a formar duas fases distintas: uma de clorofórmio, contendo os lipídeos, e outra de metanol + água, contendo as substâncias não lipídicas. A fase de clorofórmio com a gordura é isolada e, após a evaporação do clorofórmio, obtém-se a quantidade de gordura por pesagem. (Argandoña et al, 2017, p. 24)

Os alunos iniciaram a atividade adicionando gordura de carne em um copinho com acetona e álcool para obter um controle positivo. Após alguns minutos, acrescentaram água destilada e mais acetona na mistura, observaram e retiraram a mistura de água e álcool para isolar a acetona misturada com a gordura. Dessa forma, a acetona evaporou, deixando no fundo um resíduo. Ao realizarem a prática com material obtido de OGMs e indivíduos selvagens os alunos observaram parte viscosa no fundo de cada tubo referente aos cultivares. Tendo a gordura de carne como controle positivo, os alunos hipotetizaram que a presença de gordura

no fundo dos copinhos contendo caldo de sementes de soja e milho transgênicos e selvagens seriam os lipídios.

Durante a discussão dos resultados, verificamos que as amostras de transgênicos e selvagens apresentavam as mesmas características e não observaram diferenças qualitativas significativas na presença de lipídios nos cultivares estudados. A técnica desenvolvida pelos alunos durante a atividade investigativa corrobora com o estudo feito por Argandoña et al (2017) sobre análise de extração a frio proposto por Bligh e Dyer em 1959.

Tabela1-TABELA PARA MENSURAÇÃO DE DADOS COLETADOS DURANTE AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

TABELA PARA MENSURAÇÃO DE DADOS				PARTICIPAÇÃO				VALIDAÇÃO		
N1				Não identifica				C		
N2				Identificação parcial				B		
N3				Identificação Completa				A		
ALUNOS	Identificação do problema e elaboração de hipótese	Tabela nutricional (rótulos dos produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens)	Atividade experimental Morfologia externa dos cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens (resultado e conclusão)	Atividade experimental carboidratos presentes nos cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens (resultado e conclusão)	Atividade experimental proteínas nos cultivares de soja e milho e selvagens (resultado e conclusão)	Atividade experimental lipídios presentes nos cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens (resultado e conclusão)	Atividade experimental Ácidos nucléicos presentes nos cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens (resultado e conclusão)	VALIDAÇÃO (Atribua um conceito A, B ou C)		
								Clareza da hipótese	Participação e resultados durante a investigação e conclusão	Relevância Da conclusão obtida
			INVESTIGAÇÃO E CONCLUSÃO							
1	N3	N3	N3	N3	N3	N3	N3	A	A	A
2	N3	N2	N3	N3	N3	N3	N3	A	A	A
3	N3	N3	N3	N3	N3	N3	N3	A	A	A
4	N3	N3	N3	N3	N3	N3	N3	A	A	A
5	N3	N1	N3	N3	N3	N3	N3	A	A	A
6	N3	N3	N3	N3	N3	N3	N3	A	A	A
7	N3	N3	N3	N3	N3	N3	N3	A	A	A

Os resultados analisados, foram transcritos para o quadro de mensuração de dados (Tabela 1) e demonstraram a participação do corpo discente junto com o professor pesquisador. Após a mensuração dos dados, os alunos foram avaliados por conceitos, quando se percebeu a validação positiva através de seus desempenhos durante as atividades experimentais contidas no produto dessa pesquisa (SDI). Os níveis de identificação/compreensão acerca dos conceitos trabalhados foram mensurados pela participação individual, ou em grupo, e pela compreensão de cada aluno sobre as atividades experimentais propostas. Essa análise qualitativa avaliou a clareza das hipóteses geradas, a participação/engajamento e as conclusões delineadas após cada atividade.

Dessa forma Tabela 1 mostra que a maioria dos alunos teve conceito A, seguido por B e nenhum conceito C. Quanto a clareza da problematização e conseqüente geração de hipóteses, todos os alunos participantes obtiveram conceito A o que demonstrou a compreensão da pergunta norteadora “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?”. Com relação à participação/engajamento e análise dos resultados obtidos durante o processo investigativo, a maioria da turma teve conceito A. Com relação à relevância/pertinência da conclusão obtida, os alunos obtiveram conceito A.

Tabela 2- Tabela2 para consolidação do aprendizado através das respostas dadas as vinte e cinco perguntas contidas no questionário após as atividades experimentais, identificando zero como erro e um para acerto.

Alunos	Questões																									Acertos	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	17	68,0
2	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	16	64,0
3	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20	80,0
4	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	21	84,0
5	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	18	72,0
6	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	15	60,0
7	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	13	52,0
8	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	17	68,0
9	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	16	64,0
10	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	15	60,0
11	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	19	76,0
12	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	16	64,0
13	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	15	60,0
14	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	16	64,0
15	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	14	56,0
16	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	14	56,0
17	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	16	64,0
18	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	12	48,0
19	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	14	56,0
20	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	17	68,0
21	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	12	48,0
22	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	14	56,0
23	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	17	68,0
24	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	13	52,0
Média percentual																										62,8	

Na análise da Tabela 2, se observa que os alunos obtiveram acertos acima de cinquenta por cento do total de questões, demonstrando que ocorreu, de forma satisfatória, a construção do conhecimento relativo aos estudos propostos durante as atividades experimentais contidas na SDI. Essa forma de pesquisa investigativa foi importante para interação dos alunos e professor em grupo durante os trabalhos. Ressaltamos que a atividade também trabalhou de forma satisfatória as habilidades valorizadas pela BNCC, como elaboração de hipóteses, que por sua vez, foram norteadas pela problematização

Para consolidação da construção do conhecimento relativo aos conceitos abordados nas atividades práticas, foi proposto um questionário com vinte e quatro questões separadas em blocos de cinco questões para cada atividade, ou seja, prática sobre morfologia vegetal, carboidratos, proteínas, lipídios e DNA. Podemos observar através da Tabela 3 que o

desempenho da turma na prática que trabalhou conceitos de lipídios foi o mais baixo, enquanto que o melhor desempenho ocorreu na prática que trabalhou os conceitos sobre proteínas. Os resultados percentuais contidos na Tabela 2 e na Tabela 3 demonstram que tanto a média percentual por blocos, quanto a média percentual geral, foram satisfatórias, sugerindo que a construção do conhecimento de forma correta ocorreu na maioria da turma.

Tabela 3- Tabela com a consolidação do aprendizado através das respostas dadas em cinco blocos de cinco questões cada, referentes as perguntas contidas no macro- questionário respondido pelos alunos participante após as atividades experimentais, identificando o percentual de aprovação geral por bloco. Bloco1 referente ao estudo de morfologia vegetal, o bloco 2 referente ao estudo sobre carboidratos, o bloco 3 referente ao estudo sobre proteínas, o bloco 4 referente ao estudo sobre lipídios e o bloco 5 referente ao estudo sobre DNA.

Alunos	Número absoluto de acertos de questões/bloco/aluno				
	BLOCO1 Morfologia vegetal	BLOCO2 Carboidratos	BLOCO3 Proteínas	BLOCO4 Lipídios	BLOCO5 DNA
1	3	2	5	5	2
2	4	2	4	5	1
3	4	3	4	5	4
4	4	3	5	5	4
5	3	4	5	2	4
6	3	3	4	2	3
7	2	2	3	3	3
8	3	4	3	3	4
9	2	5	3	4	2
10	1	4	3	4	3
11	2	5	3	4	5
12	3	3	4	2	4
13	3	2	4	2	4
14	3	2	5	3	3
15	3	2	3	3	3
16	3	4	1	4	2
17	1	5	2	4	4
18	1	5	2	2	2
19	1	5	4	2	2
20	2	4	5	3	3
21	1	4	4	2	1
22	3	2	3	2	4
23	4	4	4	2	3
24	4	4	3	1	1
	15	17	21	14	16
	%	%	%	%	%
Porcentagem de acertos de questões por bloco	62,5	70,8	87,5	58,3	66,7

6.0 Discussão

No presente trabalho, foi desenvolvido um produto em forma de SDIs no qual se utilizou como elemento problematizador os OGMs. Essa estratégia foi utilizada a fim de verificar as possíveis diferenças entre os valores nutricionais de alimentos oriundos de OGMs e de organismos convencionais/selvagens. De um modo mais geral, sequências didáticas podem ser consideradas como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998, p.18). Sendo assim, a realização das atividades práticas presentes na SDI dessa pesquisa permitiu abordar conceitos relacionados à Biotecnologia, às macromoléculas de DNA e RNA, ao gene, genótipo e fenótipo (RNA). Também foram abordados conteúdos relacionados à replicação do DNA, transcrição do mRNA, tradução proteica, e às mutações de forma integrada e transversal aos conceitos de bioquímica e nutrição. Para Hodson (apud LIMA et al, 2016, p. 19-27), no ensino de ciências as atividades experimentais são fundamentais, pois o professor pode estimular o aluno para atuar como protagonista durante o processo de construção do conhecimento. Neste contexto, os alunos participantes desta pesquisa foram submetidos às atividades práticas, as quais serviram como elemento motivador durante o processo de construção do conhecimento.

[...] as atividades de investigação permitem promover a aprendizagem dos conteúdos conceituais, e também dos conteúdos procedimentais que envolvem a construção do conhecimento científico. Concordamos que essas atividades, sejam elas de laboratório ou não, são significativamente diferentes das atividades de demonstração e experimentações ilustrativas, realizadas nas aulas de Ciências, por fazerem com que os alunos, quando devidamente engajados, tenham um papel intelectual mais ativo durante as aulas. (ZOMPEIRO e LABURU, 2011, p.78-79).

Assim, o aprendizado significativo efetua-se quando o aluno de uma forma ativa busca soluções de questões e durante esse processo ocorre a integração de saberes prévios com novos conceitos (AUSUBEL,1982). Desse modo, as atividades experimentais qualitativas nesta pesquisa investigativa foram relevantes para construção do conhecimento relativo aos conceitos do conteúdo de Genética, Bioquímica, Nutrição e Morfologia externa dos vegetais no Ensino Médio. Nos resultados observados na Tabela 1 observamos que 100% dos alunos identificaram corretamente a problematização (questão norteadora desta pesquisa): “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?”. Em um primeiro contato com as atividades iniciais para este estudo, observou-se no Gráfico 1 que 57% dos alunos hipotetizaram que os valores nutricionais de OGMs podem estar alterados, enquanto que 43% hipotetizou que

não haveria diferença nos valores nutricionais de OGMs quando comparados aos organismos selvagens. Tais hipóteses foram consideradas para serem testadas durante a aplicação da SDI e tiveram propósito de dialogar com os conhecimentos prévios e, posteriormente, adquiridos a partir das atividades experimentais, que ocorreriam durante a aplicação da proposta pedagógica ora trabalhada. De fato, foi possível observar pela análise dos rótulos que não há diferenças entre os OGMs e selvagens quanto aos valores nutricionais. Além disso, as atividades da SDI demonstraram que não há diferença na morfologia externa dos cultivares e na presença de macromoléculas.

As atividades da construção do conhecimento realizadas ao longo do desenvolvimento das SDIs contemplaram aspectos presentes na BNCC, como: analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural. Deve-se ressaltar que, durante a aplicação da SDI, ocorreram vários momentos de diálogo entre o professor pesquisador e os alunos através do CHD. Para Oliveira (2020) o CHD é um processo importante, pois permite a realização constante de diálogos, críticas, análises, construção e reconstrução durante a investigação. Para isso, os alunos, de forma ativa, analisaram os resultados alcançados durante as atividades experimentais presentes no Apêndice1, realizando discussões em grupo. Nesta atividade eles puderam trocar conhecimentos prévios e compreender os conceitos relativos ao conteúdo do Ensino Médio através das práticas investigativas, agregando novos saberes e relacionando-os com suas vivências (AUSUBEL, 1982). Tais dados estão compilados nas Tabelas1, 2 e 3.

Para avaliar, de forma qualitativa, se o conhecimento relativo aos conteúdos propostos foi construído de modo correto, realizamos um macro questionário ao final das atividades. O mesmo consistia de vinte e cinco questões discursivas (Apêndice 1) sobre as práticas presentes na SDI, que estavam subdivididas em cinco questões para cada atividade experimental.

Todos os 24 alunos responderam ao questionário de forma satisfatória quanto ao conteúdo de Genética contemplado na Matriz Curricular de Biologia do Ensino Médio. Os dados obtidos nas Tabelas 2 e 3 são relacionados aos acertos e erros das vinte e cinco questões discursivas, relativas aos conceitos presentes nas atividades experimentais que compõe a SDI deste trabalho, que os alunos responderam ao final das práticas. Pode-se observar na Tabela 2 que o resultado por bloco de questões referentes à morfologia vegetal, carboidratos, proteínas, lipídios e DNA ficou 62,5%, 70,8%, 87,5%, 58,3% e 66,7% respectivamente. Desta forma os resultados indicam que houve a consolidação do aprendizado de forma satisfatória através de uma metodologia ativa de construção do conhecimento. De fato, Britto e Stallivieri (2010)

sugerem que aplicação de questionários em pesquisas empíricas se torna relevante para mensuração de dados, para interação, cooperação e aprendizado em arranjos produtivos e desenvolvimento de análise em atributos qualitativos. Assim, o questionário se mostrou um instrumento importante para a avaliação da qualidade do produto elaborado. Na maioria, o desempenho da turma foi apenas satisfatório dado que a média geral foi abaixo de 7. Podemos relacionar a precariedade de conhecimentos prévios devido a pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, que pode ter impactado negativamente o processo de aprendizado significativo. Por outro lado, o currículo mínimo da SEEDUC estimula pouco o estudo dos conceitos presentes no Ensino Médio referentes às atividades desta SDI. Devemos ressaltar que os alunos do CEJA/SG em sua maioria são trabalhadores, os quais estavam sem estudar há alguns anos e foram impactados pelas dificuldades de pesquisar remotamente visto que muitos não possuem computador e tão pouca internet (em suas residências).

A pandemia da Covid-19 trouxe inúmeras modificações em nosso cotidiano, por conta das medidas sanitárias e de distanciamento social. Um dos setores mais afetados foi o educacional, de modo que as atividades pedagógicas presenciais foram suspensas e os órgãos reguladores nacionais indicaram a continuidade do semestre letivo, por meio de atividades remotas. (RONDINI, 2020, p. 43).

Ainda,

São muitos os fatores que têm contribuído para um alto índice de desinteresse por parte dos alunos em disciplinas de Ciências como por exemplo a Física, Química e a Biologia, as problemáticas, entre eles, a falta de material didático adequado, e muitas vezes, a desmotivação de professores em buscar e adaptar recursos didáticos que despertem o interesse dos alunos. (AZEVEDO et al, 2017, p. 5).

Dessa forma, classificamos o desempenho dos alunos em satisfatório quando analisamos as Tabelas e os Gráficos deste trabalho. Os mesmos demonstram que as atividades investigativas motivaram o corpo discente a estudar e buscar respostas através do protagonismo do aprender fazendo, tendo em vista as condições de estudo durante o cenário pós-pandêmico.

6.1 Exibição de vídeos sobre transgênese

Antes de iniciar as atividades experimentais, foram exibidos vídeos sobre transgênese com finalidade de estimular o interesse e promover interação entre os alunos e o professor. Durante o diálogo sobre o tema, os alunos geraram hipóteses sobre possíveis diferenças nutricionais entre selvagens e transgênicos. Visto que,

[...] a utilização do vídeo induz a novas formas de interação e interatividade frente à constituição do conhecimento. Logo, o objetivo de propor o uso do vídeo como recurso de aprendizagem no âmbito pedagógico propiciou inovações na prática dos discentes e docentes envolvidos no estudo. (OLIVEIRA e SILVA, 2009, p. 1).

Sendo assim, os vídeos exibidos serviram para despertar curiosidades e os alunos iniciaram as investigações para solucionar a problematização apresentada pelo professor pesquisador com base na pergunta norteadora “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?”. Para Mendes et. Al. (2001) a TIC está flexibilizando o modo de estudo e dando suporte para o aprendizado. Nesse sentido, Sasseron (2015) ressalta que os alunos e o professor devem dialogar juntos na resolução de problemas propostos.

6.2 Análise de rótulos dos produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens

Para iniciarmos a comparação entre os valores nutricionais contidos nos rótulos dos produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens obtidos em supermercados, os alunos participaram de um jogo didático de caça palavras. Esta atividade continha nomes relacionados aos conceitos referentes ao conteúdo presente na SDI. Freire (2004) sugere que para os estudantes desenvolverem pensamento e aprendizagem própria, deve-se construir materiais de ensino que promovam diálogos e despertem curiosidades diante de uma problematização para envolver novos saberes a partir de conhecimentos já construídos. Os alunos puderam escrever sobre cada palavra presente no jogo e para isso utilizaram seus conhecimentos prévios, os quais, demonstraram 70% das respostas incorretas e 30% com respostas corretas sobre os conceitos abordados (Gráfico 2). Esses resultados foram comparados com as respostas dadas ao questionário aplicado no final das atividades investigativas e se constatou que o conhecimento relativo ao EM foi aprendido. Verificou-se pelas respostas do questionário final que os alunos construíram ativamente novos saberes, visto que 62,8% dos alunos obtiveram acertos na atividade. Assim, interpretamos que a construção do conhecimento proposta pela SDI ocorreu de forma satisfatória (Tabela 1).

De acordo com o Gráfico 3, os alunos puderam observar que 67% dos rótulos verificados continham valores nutricionais iguais para alimentos oriundos de OGMs e selvagens. Pelo Gráfico 1 foi constatado que 58% dos alunos relatou que existia diferenças nutricionais entre OGMs e selvagens/convencionais. Dessa forma, os alunos, durante o momento de diálogo e discussão e comparações das análises feitas, chegaram a conclusão de que os valores nutricionais entre OGMs e selvagens não são alterados, interpretação corroborada pela EMBRAPA, que descreve esses OGMs com transgênese apenas para resistência a alguns insetos e ao herbicida glifosato, sem impacto em outras características.

Respalhando os resultados da atividade sobre valores nutricionais elencados nas tabelas dos rótulos dessa pesquisa, Ferreira (2020) descreve a importância da pesquisa investigativa através de rótulos, mencionando que os rótulos devem ser claros quanto as suas informações

nutricionais para o consumidor ter clareza na hora das escolhas. Quanto à parte didática, os rótulos se mostraram um elemento rico para investigações em sala de aula. Seguindo a mesma concepção, Matos *et al* (2016) defendem que os rótulos de produtos transgênicos e convencionais/selvagens devem, por obrigatoriedade, precisar conter informações nutricionais, validade e distinção de origem transgênica ou selvagem. Nesse sentido, os rótulos contribuíram para estudar os conceitos relativos a nutrição. De fato, observamos o aprendizado significativo (AUSUBEL, 1982) através da pesquisa investigativa estimulada pelas atividades da SDI (ZABALA, 1998), em que os alunos de forma ativa, tiveram a habilidade de preencher tabelas, comparar resultados e dialogar sobre as funções dos nutrientes. Para Santos (apud COTTA, 2016, p. 30) a tabela desenvolvida por Varandas (2003), que demonstra níveis de informação, compreensão e respostas, se apresenta como auxílio para os professores durante as considerações das análises de seus estudantes. Sendo assim, as tabelas utilizadas nessa pesquisa, se mostram interessantes durante a mensuração avaliativa da aprendizagem. Neste sentido, Zompero e Laburú (2019) descrevem níveis de clareza, importância e relevância no transcorrer dos processos avaliativos. De acordo com os autores, ora citados, as sistematizações de dados desse trabalho, assim como as análises das informações, serviram para constatar a importância das tabelas para verificar corretamente a ocorrência da construção do conhecimento.

6.3 Morfologia externa dos cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens

A atividade seguinte foi a prática de comparação das características histológicas e morfológicas das angiospermas utilizando-se raiz, caule, folhas e sementes além do odor e da cor. Nesta atividade os alunos estudaram os conceitos relativos a morfologia externa das angiospermas, assim como diferenças entre as estruturas da raiz, das folhas, e sementes das monocotiledôneas e dicotiledôneas.

Não se trata de decorar critérios ou características de grupos vegetais, mas sim entender os procedimentos gerais utilizados na organização da diversidade vegetal, enfatizando a importância que os eventos evolutivos apresentam na atualidade, principalmente relacionados à sistemática filogenética. Capacidades de observação e de representação são outras importantes habilidades relacionadas à Botânica, que permitem analisar os organismos destacando suas peculiaridades e reconhecendo semelhanças. (URSI, 2018, p. 10)

Novamente, os alunos participaram ativamente analisando e investigando a existência de possíveis diferenças nas partes externas dos vegetais que pudessem apresentar diferenças entre OGMs e indivíduos selvagens. A partir das análises feitas pelos alunos durante a atividade

experimental se constatou, através das comparações macroscópicas (Figura 6), e por meio da interação dialógica entre o corpo discente, que não existem diferenças morfológicas entre esses exemplares. Dessa forma, o resultado descrito nessa atividade evidenciou aspectos relacionados aos conceitos de genótipo e fenótipo, que caracterizou os cultivares usados nas SDIs como resistentes a pragas de insetos e alguns herbicidas como o glifosato, não se esperando, portanto, nenhuma repercussão fenotípica notável.

Verifica-se, a partir de trabalho publicado por Amabile (2018), que o resultado das comparações morfológicas dessa pesquisa é respaldado pelo fato de que cada OGM tem seu material genômico alterado por inserção de um gene específico que visa um resultado esperado. Assim, esse tipo de manipulação genética não implica em alterações morfológicas (fenótipo).

6.4 Atividades experimentais sobre macromoléculas Bioquímicas: carboidratos, proteínas, lipídios e DNA

As atividades experimentais seguintes foram sobre a presença de carboidratos, proteínas, lipídios e extração de DNA dos cultivares plantados na horta caseira. As práticas realizadas contribuíram, secundariamente, para o estudo de nutrição no Ensino Médio uma vez que estes conceitos integram o estudo do sistema digestório presentes no conteúdo programático da SEEDUC/RJ.

Na atividade experimental sobre carboidratos, utilizaram as amostras de alimentos levadas pelo professor pesquisador e o experimento foi iniciado utilizando a técnica colorimétrica adicionando algumas gotas de tintura de iodo em cada amostra. A atividade proposta, serviu para analisar a hipótese sobre possíveis diferenças quanto a presença de amido nos cultivares de milho e soja transgênicos e selvagens.

Os carboidratos representam um dos principais grupos de nutrientes encontrados em alimentos, sendo o amido de grande destaque dentre os polissacarídeos. Na presença de iodo pode sofrer reações de complexação, com a formação de compostos coloridos variando do azul intenso ao vermelho- violácea (LOUREIRO, 2018, p.2)

Dessa forma, os alunos atuaram como protagonista no momento da experimentação, a qual, serviu como motivadora para a discussão, observando-se também grande curiosidade em confrontar/discutir os resultados obtidos para chegar a solução do problema ora apresentado, no qual, se investigou se existia diferenças na alimentação humana a partir do valor nutricional entre OGMs e organismos selvagens. Nossos achados são corroborados por estudos realizados por Ausubel (1982), que sugere que para ocorrer o aprendizado significativo, o aluno precisa agregar novos conhecimentos aos conhecimentos prévios, onde nesta atividade investigativa,

os alunos como protagonistas, utilizaram a investigação como metodologia para acessar novos saberes. Diante disso, o estudo proposto sobre nutrientes foi capaz de valorizar as atividades em grupo, despertar o interesse de pesquisar e de explorar. Através do diálogo e das respostas registradas através do questionário foi possível constatar que os alunos construíram o conhecimento de uma forma ativa. Nossas observações são corroboradas por Laburú (2006), que sugere que as práticas utilizadas em sala de aula, e sua conduta exploratória, desenvolvem a compreensão de conceitos, que estimula o aluno a participar ativamente de seu processo de construção do conhecimento.

Um dos principais objetivos de ensinar as ciências e, em particular, de experiências de laboratório, é conseguir no aluno uma familiarização com aquela metodologia. Como eixo estruturante na aquisição conhecimento, permite promover atitudes críticas, objetiva e científica, mostrando os caminhos e métodos razões mais comuns pelas quais os cientistas investigam quando eles se encontram em uma situação desconhecida. Por outro lado, a situação de formular hipóteses, desenhar experiências, realizá-las, coletar dados, analisar resultados, isto é, abordando o trabalho de laboratório como "projetos de pesquisa", favorece fortemente a motivação de alunos, fazendo-os adquirir atitudes como 'Curiosidade, vontade de experimentar, acostumar-se duvidar de certas afirmações, confrontar resultados, alcançar profundos conceitos conceituais, metodológicos e atitudinal. (LEWIN e LOMASCÓLO, 1998, p.148).

Nosso estudo prático investigativo sobre a presença de carboidratos nos alimentos, e sua relevância durante a construção do conhecimento pelos alunos, pode ser corroborado por Santos *et al* (2019). Neste trabalho os autores ressaltam a importância das atividades experimentais para o aprendizado.

Diante disso, as atividades investigativas possibilitam a percepção de que o conhecimento científico se dá por meio de um processo dinâmico e aberto que convida o discente a participar da construção do seu próprio conhecimento. Nesse sentido, a inserção de atividades investigativas contribui para aproximar os estudantes do fazer científico, da forma como ocorre a construção do conhecimento em Ciências. (SANTOS, et al, p. 5).

Por meio desta prática foi possível conhecer e estudar os carboidratos através da função do iodo na prática. Segundo Parker e Ring (2001), e El-Dash *et al* (1982), "*O amido que é uma substância formada por dois constituintes macromoleculares lineares, chamados amilose (beta amilose) e amilopectina (alfa amilose) formam complexos de adsorção (complexos de transferência de carga) com o iodo. No caso da amilose, que possui conformação helicoidal, acredita-se que a cor azul intensa seja resultante da adsorção do iodo (na forma I₅⁻) nestas cadeias*". Já a o complexo iodo-amilopectina produz uma cor violácea, de forma irreversível. Assim a reação que observamos nestes experimentos foi a formação de um complexo de iodo

e amido, que mesmo em concentrações muito baixas de ambos, foi possível visualizar. Dessa forma, os alunos, de forma ativa durante a atividade, utilizaram o iodo como reagente e verificaram as reações obtidas em cada alimento e nos exemplares de milho e soja transgênicas e selvagens disponíveis para prática. Ao comparar os resultados, os alunos observaram que os controles positivos que apresentavam a coloração roxa para presença de amido. Com essa análise, 100% dos alunos hipotetizou que a presença de amido nos OGMs e selvagens não seria alterada. Após observarem os resultados com a coloração próxima ao controle positivo, pode-se verificar a presença de amido nos exemplares de milho e soja. Esse resultado corroborou a hipótese de que não haveria diferenças na identificação do amido entre os grupos testados, o que levou à conclusão de que a transgênese utilizada para os OGMs estudados neste trabalho não altera a presença de amido no vegetal. A atividade se mostrou útil para estudar os conceitos referentes ao Ensino Médio sobre carboidratos. A consolidação desse resultado pode ser observada na Tabela 3, que mostra que 70,8% dos alunos responderam corretamente o questionário final. Moura *et al* (2014), em um trabalho sobre extração de amido em uma aula prática, mostraram de uma forma atrativa e motivadora, uma estratégia para estudar os conteúdos sobre carboidratos abordados nas aulas teóricas. Nesta proposta os alunos formulam hipóteses e interpretam os resultados obtidos, de forma similar à atividade realizada neste trabalho. No mesmo sentido, para Timóteo (2016), o estudo sobre carboidratos em aula prática, serve para entender conceitos e motivar a construção do conhecimento pelos alunos de forma ativa e dinâmica. Os conceitos podem ser consolidados pelos resultados dos questionários respondidos e pelo diálogo durante as atividades experimentais, corroborando as atividades deste trabalho, que evidenciaram o aprendizado significativo com viés investigativo.

Na prática para observar a presença de proteínas em OGMs e selvagens, os alunos utilizaram a técnica colorimétrica de observação utilizando o método de Biureto (PETKOWICS, 2007). Essa prática abordou a presença de proteínas nos alimentos transgênicos e selvagens com objetivo de trabalhar conceitos presentes no conteúdo de Bioquímica do Ensino Médio. Segundo Rossi-Rodrigues e Galembeck (2011) a forma para solucionar um problema se dá pela investigação, a qual leva o estudante a realizar várias interpretações através de estímulos para superar obstáculos e obter resultados significativos no processo cognitivo. O autor cita ainda em seu trabalho sobre propostas de uma atividade prática sob uma abordagem investigativas que,

O conhecimento na área de Bioquímica alicerça-se na pesquisa experimental, em que partindo de um problema, é realizada a manipulação controlada de variáveis a fim de observar as modificações ocorridas, interpretá-las e explicá-las. [...] O ponto marcante

nessa atividade é o desenvolvimento do planejamento experimental estratégico. Para isso, os grupos precisam entender e discutir as técnicas e se organizarem para a execução, tendo liberdade para direcionar o processo experimental, proporcionando o desenvolvimento de maior autonomia. Com esse processo, os estudantes podem reconhecer a importância de pensar na experimentação previamente numa pesquisa, pois na rotina laboratorial de um pesquisador é necessário um planejamento diário e rigoroso. (Rossi-Rodrigues e Galembeck, 2011, p. 5)

Dessa forma, essa atividade gerou curiosidades, se demonstrou rica no processo de construção do conhecimento pela participação atuante dos alunos perante as observações e interações dialéticas que os levaram ao aprendizado significativo na formação de subsunções (AUSUBEL, 1982). Durante a realização da atividade, os alunos evidenciaram a presença de proteínas nos alimentos através da reação de Biureto e relacionaram os resultados obtidos com conhecimentos prévios através de suas próprias vivências. Esse aspecto ressalta o protagonismo na construção deste conjunto de conceitos que inclui as proteínas no contexto dos alimentos com a finalidade de promover funções vitais no organismo, aspecto que atende a Matriz Curricular da SEEDUC/RJ. A reação de Biureto se caracteriza pela formação de um complexo entre os resíduos de ligações peptídicas e o íon metálico cúprico, Cu^{2+} , que se encontra no reagente de Biureto. Este método é usado para a determinação de concentrações de proteínas totais em meios distintos, como os alimentos, soro sanguíneo e urina (Almeida et al., 2013). Dessa forma os alunos utilizaram os exemplares de soja e milho transgênicos e selvagens e os alimentos utilizados como controles positivos e negativos, vistos no Apêndice 1. Nessa atividade, se hipotetizou que a presença de proteínas nos exemplares de OGMs e selvagens não seria alterada.

Para Pazinato e Braibante (2014), as atividades qualitativas para análise de proteínas serve como elemento motivador para aprendizagem, pois, o aluno estuda e combina simultaneamente conceitos referentes ao conteúdo de Bioquímica com procedimentos práticos. O autor ainda menciona que as atividades realizadas em seu trabalho contribuíram para os alunos realizarem pequenas pesquisas e para o aprendizado significativo de Química.

Neste trabalho, relatamos a aplicação da oficina temática Composição química dos alimentos e procuramos nos dados obtidos indícios de sua contribuição na aprendizagem química dos sujeitos dessa pesquisa. Nessa metodologia de ensino, a aprendizagem dos conteúdos científicos pelos estudantes ocorreu por meio da descoberta da química no seu cotidiano e da atividade experimental proposta. (PAZINATO e BRAIBANTE, 2014, p. 295).

Sendo assim, a prática experimental sobre a presença de proteínas foi útil como atividade motivadora para os alunos estudarem os conceitos de Bioquímica de forma ativa, permitindo interpretações após as investigações, o que serviu como estímulo ao estudo de Bioquímica no Ensino Médio. Respalhando essa pesquisa, Silva (2017), em seu trabalho realizado na Escola CELSO MARIZ SOUSA-PB sobre identificação de proteínas em alimentos, relata que os professores precisam estimular o aprendizado pela valorização e o uso de atividades práticas. A utilização do estudo investigativo levou os alunos a responderem sobre questões referentes aos conceitos sobre proteínas de forma esperada, construindo assim para a construção do conhecimento.

A prática sobre extração a frio de lipídios abordou conceitos relativos a Bioquímica e Nutrição e Saúde presentes no conteúdo programático do Ensino Médio e empregou o método de extração de gorduras a frio Bligh e Dyer (1959) (Apêndice 1). Nesta atividade foram utilizados os exemplares de milho e soja transgênicos e selvagens, assim como seus respectivos produtos derivados. Para controle positivo se utilizou a gordura de carne e como solventes, o clorofórmio ou acetona. Após misturar os solventes com a gordura de carne, os alunos retiraram a fase menos densa de água e de metanol esperando a acetona secar, restando apenas uma massa. De acordo com o estudo realizado por Argandoña *et al* (2017), que descreve o método de extração de gorduras a frio sugerido por Bligh e Dyer, pode-se entender que a análise dos resultados sobre lipídios desta pesquisa foi positiva para os alunos investigarem e construir o conhecimento sobre os conceitos propostos, o que pode ser observado na Tabela 1 e consolidados nas Tabelas 2 e 3. Nesse método, Bligh e Dyer sugere que para extração a frio de gorduras, a amostra deve ser misturada com o clorofórmio e o metanol, onde será verificado apenas uma fase. Logo após deve-se acrescentar água e clorofórmio até se visualizar duas fases, uma de clorofórmio e gordura e outra de água e metanol. Para observar a gordura, deve-se separar a fase contendo água e metanol, onde restará a fase de clorofórmio e gordura. O clorofórmio irá evaporar, restando apenas a gordura. Durante a prática investigativa sobre lipídios, os alunos puderam estudar os conceitos referentes as características, composição, classificações e funções (Apêndice 1).

Dessa forma, todos os resultados iguais ao controle positivo foram identificados com a possibilidade de se tratar de gorduras. Devemos ressaltar que a atividade serviu para abordar os conceitos presentes no conteúdo programático do Ensino Médio sobre lipídios, assim como a importância das gorduras para saúde humana. Também foram trabalhados os conceitos de membranas celulares, tais como, sua morfologia, composição e funções. Após esses resultados,

pode-se observar na Tabela 1 que 100% dos alunos identificaram com clareza a presença qualitativa de gordura nos exemplares. A interpretação dos resultados obtidos ao final da prática sobre lipídios fez com que os alunos estudassem os conceitos e de uma forma geral, compreenderam através da investigação que os OGMs não tem seus valores nutricionais alterados, conclusão corroborada pelas pesquisas realizadas pela EMBRAPA.

Em uma análise geral, Azevedo (2017) conclui em seu trabalho investigativo no estudo de Bioquímica referente ao Ensino médio, que as atividades aplicadas tiveram baixo índice de aproveitamento. Este trabalho mostrou que 82% de respostas não foi satisfatória, o que pode ser explicado pela precariedade de conhecimentos prévios, como falta de atividades práticas que estimulem os alunos a trabalhar tais conceitos.

Permitir que o próprio aluno raciocine e realize as diversas etapas da investigação científica permitindo-o construir seu próprio conhecimento partindo das observações ou execução dos experimentos das aulas práticas (incluindo, até onde for possível, a descoberta) é a finalidade primordial de uma aula de laboratório ou experimental. Daí vem a importância da problematização, que é essencial para que os estudantes sejam guiados em suas observações. Quando o professor ouve os estudantes, sabe quais suas interpretações e como podem ser instigados a olhar de outro modo para o objeto em estudo. (TIMÓTEO, 2016, p. 17).

Isso faz com que se agreguem novos saberes aos já existentes, construindo assim o aprendizado significativo. A atividade investigativa para Freitas e Zanon (2007) se objetiva pelas hipóteses geradas e exploradas sobre uma determinada problematização na qual se busca por resultados e faz com que os alunos construam o conhecimento de forma ativa. Sendo corroborado pelos autores ora citados, os quais defendem a participação ativa e dialógica dos alunos com o professor, o presente trabalho investigativo trouxe incentivo para os alunos solucionarem o problema e verificarem as hipóteses geradas. Pode-se observar nos blocos da Tabela 3 ao final desta atividade experimental que os alunos tiveram como resultado uma média de 58,3% e comparado ao Gráfico 2, os alunos tiveram uma evolução de 28,3% de acertos diante as respostas referentes aos conceitos abordados. Assim,, verificamos que ocorreu a construção do conhecimento de forma pouco satisfatória, pois a média obtida pela turma ficou pouco acima da média, que para Rede Estadual de Ensino é de 50. Dessa forma, observando o resultado obtido, faz-se necessário uma metanálise, a qual poderá interagir e otimizar essa atividade na busca por melhores resultados.

[...]algumas dessas dificuldades ocorrem devido às deficiências que os próprios professores apresentam em trabalhar os conteúdos, refletindo na má compreensão dos alunos, utilizar materiais potencialmente interessantes tem como consequência uma maior contribuição para a aprendizagem significativa dos discentes e a redução das

dificuldades de aprendizagem existentes. Outros fatores constatados são a inadequação da explicação de alguns conceitos pelo professor; o curto tempo para exposição dos conceitos; a dificuldade do professor em responder às dúvidas dos alunos; a falta de discussão sobre determinados aspectos considerados importantes para ancorar o novo conhecimento; a grande quantidade de termos novos dos quais os alunos precisam se apropriar e a falta de atividades práticas ou experimentais para auxiliar na exposição do conteúdo, dentre outros fatores. (ARAÚJO e PEDROSA, 2014, p. 308).

Segundo Soares (2020), o estudo feito através da SDI sobre lipídios mostrou que os resultados foram positivos e a construção do conhecimento ocorreu de forma gradual durante a aplicação das atividades experimentais e mediante os diálogos que gerou hipóteses e motivou os alunos a pesquisarem diante a curiosidades.

A prática para extração da macromolécula de DNA se iniciou com os alunos utilizando os exemplares de milho e soja levados pelo professor pesquisador para abordar se existem diferenças qualitativas entre o material genético obtido a partir dos cultivares OGMs e selvagens. Essa atividade estimulou o estudo de genética especificamente o conteúdo de ácidos nucleicos que estão presentes no conteúdo programático do Ensino Médio da SEEDUC/RJ. Durante a atividade investigativa, os alunos atuaram de forma ativa e com muita concentração para obtenção dos resultados. Para Castellar (2016), o ensino por investigação contribui para as habilidades cognitivas complexas, proporcionando o aprendizado de novos conceitos.

As atividades práticas executadas de modo a investigar e questionar as ideias e conhecimentos previamente adquiridos pelos alunos, pode acarretar em reflexão e possivelmente uma modificação conceitual a respeito do conteúdo em questão, contribuindo assim para a construção de novos conceitos. A compreensão de apenas um conceito não é o suficiente para o entendimento da complexidade dos fenômenos estudados, dessa forma a atividade prática permite um melhor entendimento por meio da busca por novos conceitos, assim como a conexão entre diferentes áreas do conhecimento. (FERREIRA, 2018, p. 2).

Dessa forma, a prática de Extração de DNA proporcionou uma experiência dinâmica, em que os alunos como protagonistas, puderam vivenciar e analisar os resultados obtidos e através deles iniciar um CHD, o qual despertou curiosidades e motivação para aprender fazendo e agregando novos conceitos aos já vivenciados (AUSUBEL,1982).

O ato de aprender sob a ótica do saber investigativo e com o exercício de atividades práticas desenvolve nos alunos um processo interno que leva a interação com os demais colegas e com o professor: o contato através do conhecimento adquirido das conclusões e das avaliações obtidas por cada indivíduo e pelo grupo. (CHIESSE, 2016, p. 4).

Nesse sentido, a SDI sobre a extração da molécula de DNA trabalhou conceitos importantes sobre essa molécula. Nesta atividade, trabalhamos também os conceitos relacionados à membrana plasmática, porque ela é composta de fosfolipídeos. O detergente utilizado na reação teve a função de emulsificar as gorduras e por isso conseguiu romper as ligações dos lipídios presentes nestas moléculas. Sendo assim, durante o experimento ocorreu o rompimento da membrana plasmática que fez com que o conteúdo do fluido citoplasmático fosse liberado para a solução de lise. Quando esse conteúdo é liberado para a solução, pode-se deduzir que estavam presentes todas as organelas, moléculas e o núcleo que também é composto por uma carioteca formada por uma camada bilipídica, a qual, teve a sua morfologia desestruturada pela presença do detergente. Dessa forma, o conteúdo nuclear também é liberado para solução, ou seja, o DNA. Quando o DNA entra na solução aquosa, onde o NaCl irá dissociar os íons, formando os íons de sódio que são positivos e os íons cloreto que são negativos, a carga negativa do DNA que é dada pelo fosfato será neutralizada. Com isso, a molécula de DNA poderá ser precipitada no meio alcoólico, pois ela perde a sua polaridade, então se transforma em uma molécula provisoriamente apolar que tem mais afinidade pelo álcool, que é uma molécula apolar também. Desta forma o DNA sairá da solução aquosa e ficará presente na solução alcoólica, então teoricamente esse material será separado da solução. Lembrando que o DNA é um ácido, em que as evidências podem ser comprovadas com um teste de Ph. Após os resultados obtidos, os alunos hipotetizaram que mesmo o material genético sendo pontualmente modificado, não revelou diferenças qualitativas significantes entre os OGMs e selvagens utilizados nessa atividade.

Podemos citar o trabalho de extração de DNA feito por Pereira (2010), em que alunos entenderam de forma ativa e investigativa os conceitos relativos ao conteúdo Genética e também resgataram conhecimentos prévios de outras disciplinas durante o CHD. O autor também descreve que durante a extração de DNA, os alunos mostraram falta de conhecimentos da linguagem técnica, porém foram capazes de realizar a atividade experimental com os saberes prévios.

A atividade possibilitou a criação de um ambiente investigativo em que o aluno pode notar que o processo não os guiaria, necessária e diretamente, às respostas corretas, mas, possibilitaria investigar as diversas hipóteses envolvidas na situação apresentada, participando como agentes ativos da construção do próprio conhecimento (PEREIRA, 2010, p.21).

Dessa forma, de acordo com os dados compilados na Tabela 3 deste trabalho, notamos que os alunos obtiveram 66,7% de acertos referentes ao questionário final (Apêndice 1). Quando comparada às respostas do Gráfico 2, os alunos obtiveram apenas 30% de acertos. Interpretamos que essa atividade experimental proporcionou a construção do conhecimento por parte dos alunos e foi corroborada pelos autores citados. Durante o processo investigativo ocorreu o aprendizado significativo, visto que os conceitos referentes aos ácidos nucleicos foram abordados durante o CHD.

7.0 Conclusão

Nesse estudo, tendo em vista as análises e conclusões obtidas durante as atividades experimentais, pelos questionários respondidos, pela participação em grupo, pelos relatórios das atividades, procedimento, identificação do problema e elaboração das hipóteses e pela clareza das respostas, se constatou a construção do conhecimento pelos alunos que atuaram ativamente como protagonistas durante a realização deste trabalho. Ainda de acordo com os resultados apresentados pelos alunos após as atividades investigativas, se concluiu para essa pesquisa que os OGMs desse estudo, comparados com os organismos selvagens, não apresentam morfologia nem valores nutricionais alterados, corroborando com a EMBRAPA, a qual menciona que tais organismos tiveram os seus respectivos DNAs modificados pela transgênese através da Biotecnologia com a técnica de DNA recombinante apenas para resistência de pragas e resistência a herbicidas. Se espera que os genes de interesse selecionados e incorporados no DNA de tais organismos codifiquem proteínas com funções de resistência a pragas de insetos e resistência ao glifosato.

Dessa forma, cada aluno foi avaliado pela participação ativa, sendo protagonista com objetivo de construir o conhecimento, estudar e aprender sobre os conceitos propostos relativos ao conteúdo programático do Ensino Médio presentes nesse trabalho. Ressalta-se que os conceitos contidos no conteúdo de Genética serviram para interrogar se as diferenças entre OGMs e organismos convencionais/selvagens revelam possíveis modificações estruturais e funcionais.

Assim, através da SDI os alunos tiveram a oportunidade de construir, de forma ativa, o conhecimento relacionado a esses conceitos. Embora os OGMs investigados nesse estudo sejam geneticamente diferentes de organismos convencionais/selvagens, essas diferenças provocadas pela transgênese não se refletiram em modificações fenotípicas ou bioquímicas/nutricionais, o que confere segurança na utilização nutricional e econômica de OGMs.

Fica a critério dos pesquisadores a utilização de outras sementes de OGMS e selvagens com seus respectivos produtos, para desenvolverem os experimentos propostos nesse trabalho, a fim despertar a motivação dos alunos, os tornando ativos e protagonistas no desenvolvimento do aprendizado significativo com as atividades investigativas. Dessa forma, corroborando com Ausubel (1982), O aluno deve desenvolver seus processos cognitivos através de novos saberes adicionados a saberes antigos de uma forma participativa na construção do conhecimento

O produto Desenvolvido foi a elaboração da Sequência Didáticas Investigativa no ensino de Genética, esse conteúdo poderá ser compilado em um E-book.

8.0 Referências Bibliográficas

ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. Tradução de Ana Láticia Souza Vanz. Et al. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Alves, A. E. O. A. *Mutações gênicas*. Gama, DF: UNICEPLAC, 2021. 18 p

ALMEIDA, V. V.; et al. *Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação do Íon Cúprico* Vol. 35, N° 1, p. 34-40, fevereiro 2013.

ALZATE-MARIN, A. L.; CERVIGNI, G. D.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Seleção assistida por marcadores moleculares visando ao desenvolvimento de plantas resistentes a doenças, com ênfase em feijoeiro e soja. *Fitopatologia brasileira*, v. 30, n. 4, p. 13, 2005.

AMABILE, R. F.; et al. *variabilidade genética, ferramentas e mercado*. Brasília, DF : Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2018.

ANDRADE, M. A. B. S.: CALDEIRA, A. M. A. **O modelo de DNA e a biologia molecular: inserção histórica para o ensino de biologia**. *Filosofia e História da Biologia*, São Paulo, v. 4, p. 139-166, 2009.

ARAGÃO, F.J.L. *Engenharia Genética-Estado da arte*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. p. 33-45.

ARAÚJO, M. F. F. DE; PEDROSA, M. A. *Ensinar Ciências na Perspectiva da Sustentabilidade: Barreiras e Dificuldades Reveladas por Professores de Biologia em Formação*. *Educ. rev.*, n.52, Curitiba, 2014.

ARGANDOÑA, J.S.A.; et al. *Roteiro de aulas práticas da disciplina de análise de alimentos*. Dourados, MS: Ed. UFGD, 2017. (Coleção Cadernos Acadêmicos). 105p.

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

AZEVEDO, L.C.; SÁ, A.S.C.; ROVANI, S. et al. *Propriedades do amido e suas aplicações em biopolímeros*. *Rev. Cad. Prospec.*, Salvador, v.11, 2018.

AZEVEDO, Nayro Fagner Dos Santos et al.. **O estudo a introdução de bioquímica no ensino médio através dos alimentos: uma abordagem a lipídios, carboidratos e proteínas**.. *Anais IV CONEDU...* Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em:

<<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/37738>>. Acesso em: 01/08/2022 12:28

BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. In: Journal of Science Teacher Education, 2006, 17:265–278, Springer 2006.

BATISTA, R. P.; MOHR, A.; FERRARI, N. Análise da história da ciência em livros didáticos do ensino fundamental em Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis, Anais... Florianópolis, 2008.

BENJAMIN, A.P.: **Genética: um enfoque conceitual**; tradução Beatriz Araujo do Rosário. - 5. ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

BEVITORI, R. Transformação genética de arroz (*Oryza sativa* L.) mediada por *Agrobacterium tumefaciens*: conceitos básicos e protocolo. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 40 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 300). URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digita...>

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. Investigação qualitativa em educação. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BOLELI, I. C.; et. al. Abecedário Genético. Projeto “Ciências da natureza e suas tecnologias: a interdisciplinaridade para o trabalho em grupo”. (Núcleo de Ensino da Unesp – Campus de Jaboticabal, 2004.

BORBA, N. M. C.: **Alimentos Transgênicos no Brasil**: revisão da literatura / Nayara Mirelle da Costa Borba, 2017.

Botham, Kathleen M., Mayes, Peter A. Lípidos de Importância Fisiológica. Em Murray, Robert K., Bender, David A., Botham, Kathleen M., Kennelly, Peter J., Rodwell, Victor W., Weil, P. Anthony (dir.), Harper Bioquímica Ilustrada. 29 ed McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2012, pp. 140 -151, ISBN : 978-0-07-176576-3.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRAUTLECHT, Charles Andrew. **Starch**: its sources, production and uses. New York: Reinhold, c1953. 408 p.

BRITO, V. C. M.; ALVES, N. G. Estudo comparativo entre o melhoramento genético em vegetais e a produção de transgênicos, volume 3. Rio de Janeiro: EPSJV, 2008. p. 243-265.

BRITTO, J., STALLIVIERI, F. Inovação, cooperação e aprendizado no setor de software no Brasil: análise exploratória baseada no conceito de Arranjos Produtivos Locais (APLs). Economia e Sociedade, Campinas, v. 19, n. 2 (39), p. 315-358, ago. 2010.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

CAVALLI, Suzi Barletto. **SEGURANÇA ALIMENTAR: A ABORDAGEM DOS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS FOOD SAFETY: THE APPROACH TO TRANSGENIC FOODS**.

CHIESE, A., et al. *Revista PIBID UBG/FERP*, 1. 2016.
http://www.ugb.edu.br/pibid/revista/assets/docs/BIOLOGIA_EXTRACAO-DA-MOLECULA-DE-DNA-EM-FRUTAS.pdf

COSTA, A.M. Estado da arte e aplicações na agropecuária. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. p. 122.

COSTA, M.R.; MOURA, E.F. Manual de extração de DNA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001.

COSTA, M. A. F da., COSTA, M.F.B. Biossegurança de OGM: uma visão integrada, Rio de Janeiro: Publit, 2009. ISBN 978-85-7773-187-9 1.Biossegurança. 2.OGM. 3.Prevenção de Acidentes.

CASTELLAR, S. M. V. **Metodologias Ativas: Ensino Por Investigação**. ISBN: 978-85-96-00781-8. 1ª ed. Editora FTD. São Paulo, 2016.

COTTA, T. C. L. **PROPOSTA DE UMA TABELA DE DESCRITORES COMO PARÂMETRO PARA A AVALIAÇÃO**. Belo Horizonte, p. 1-45, 2016.

COULTATE, T. P. Food: The chemistry of its components. London: Royal Society of Chemistry, 2002. p. 43-45.

CRUZ, Kellyane Correia da. Avaliação de suplementos nutricionais à base de proteína hidrolisada e aminoácidos livres, Recife, 2013.

Dias Correia, J. H. R.; Dias Correia, A. A. Funcionalidades dos RNA não codificantes (ncRNA) e pequenos RNA reguladores, nos mamíferos REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. VIII, núm. 10, octubre, 2007, pp. 1-22 Veterinaria Organización Málaga, España

DIESEL, A.; SANTOS BALDEZ, A. L.; NEUMANN MARTINS, S. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017. DOI: 10.15536/thema.14.2017.268-288.404. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404>. Acesso em: 18 jun. 2022.

EL-DASH, A. A. Camargo, C. D.; Diaz, N. M. **Fundamentos da Tecnologia de Panificação**. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 144p. (Série Tecnologia Agroindustrial, 06).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 5. ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos>>. Acesso em: 23 set.. 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/sobre-o-tema> >. Acesso em: 19 fev. 2021.

FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M. Biotecnologia e transgênicos. In: FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M. Biotecnologia, transgênicos e biossegurança. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. p. 13-29.

FERREIRA, Joabi Faustino et al. **Química forense uma proposta de ensino contextualizado por meio de sequências didáticas**. Anais V CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <<http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/48828>>. Acesso em: 20/07/2022 16:59

FERREIRA, V.; GARCES SILVA, L.; ARAÚJO ANTUNES, A.; DANIELA KRAUSE BIERHALZ, C.; ALBUQUERQUE LUZ, F. RÓTULOS E EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS: DO SENSO COMUM AO CONHECIMENTO CIENTÍFICO. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 1, 14 fev. 2020.

FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M. Estado da arte e aplicações na agropecuária. In: FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M. Biotecnologia, transgênicos e biossegurança. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. p. 13-29.

FONTES, Eliana Maria Gouveia; VALADARES-INGLIS, Maria Cleria (editoras técnicas). Controle biológico de pragas da agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. 29. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

FREITAS, D.; ZANON, D. A. V.: A aula de Ciências nas Séries iniciais do Ensino Fundamental: Ações que favorecem a sua aprendizagem. São Paulo, 2007.

FUCK, M. P; BONACELLI, M. B.: A Co-Evolução Tecnológica e Institucional na Organização da Pesquisa Agrícola no Brasil e na Argentina, 2009, p79.

FURLAN, C.M.; Extração de DNA Vegetal: O que Estamos Realmente Ensinando em Sala de Aula?. Vol. 33, 2011. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/materiaisdida-ticos> . Acesso em: 25 junho. 2022.

GRECO, A.: Transgênicos, o avanço da biotecnologia., 2009. p.34.

HARVEY, R.A.; FERRIER, D.R. Bioquímica Ilustrada, 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

JOAQUIM, L.M.; El-Hani, C.N.: A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene, Artigo SCI, SP, 2010. P. 1-36.

JUSTINA, L. A. D. A herança genotípica proposta por Wilhelm Ludwig Johannsen. Filosofia e História da Biologia, São Paulo, 5, p. 55-77, 2010.

LABURÚ, C.E. Fundamentos para um experimento cativante. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, n. 3, p. 382- 404, 2006

LACEY, Hugh. As sementes e o conhecimento que elas incorporam. São Paulo: Editora 34, 2010. P. 53

LEWIN, A. M. F e LOMÁSCOLO, T. M. M. La metodología científica em la construcción de conocimientos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.20, n.2, p.147-154. 1998.

MINAYO, M. C. S. (org.). *Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade*. 18ª ed., Petrópolis: Vozes, 2001.

LIMA, G. L.; Santos, E. A. A. APLICAÇÃO DAS BIOTÉCNICAS DE MOIFOPA, TRANSGÊNESE E CLONAGEM NA REPRODUÇÃO DE CAPRINOS. v.4, Supl., p.S36-S42, 2010. <file:///C:/Users/Professor01/Downloads/admin,+AVBv4S7.pdf>. Acesso em 20 jun. 2022.

LIMA, G. H. et al. O uso de atividades práticas no ensino de ciências em escolas públicas do município de Vitória de Santo Antão - PE. **Rev. Ciênc. Ext.** v.12, n.1, p.19-27, 2016.

HODSON, D. Experiments in science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

LIMA, N. R. W. L., SODRÉ, G. A., LIMA, H. R. R., PAIVA, S. R. , LOBÃO, A. Q., Coutinho, A. J. Plasticidade fenotípica. *Revista de Ciência Elementar*, V5(02):017, 2017.

LOMBROSO, Paul. Aprendizado e Memória. *Revista Brasileira Psiquiátrica*, 26 (3). p. 207-210, Setembro, 2004. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbp/a/kFQxYnRjVMs7fG5cffRHCjv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 06 jun 2022.

LORETO, E.L.S e Sepel, L.M.N. *Atividades Experimentais e Didáticas de Biologia Molecular e Celular*. São Paulo, SBG, 2003. 2ed.

LOUREIRO, A. C.; et tal. Estudo em alimentos cotidianos: Pesquisa de polissacarídeos através da reação com iodo. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 5, n. 11, p. 24243-24253 nov. 2019

MACHADO, S.S.; et al. COMPORTAMENTO DOS CONSUMIDORES COM RELAÇÃO À LEITURA DE RÓTULO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS Araraquarav.17, n.1, p.97-103, jan. / mar.2006

MALAJOVICH M. A. *Biotecnologia 2011*. Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2012.

MALAJOVICH. M. A: *Biotecnologia*, 2ª ed. Rio de Janeiro,2017.

Maria de Lourdes Veronese Rodrigues & José Fernando de Castro Figueiredo.

MANGARAVITE, E.; et al. *Citologia, Genética e Biologia Molecular*. Vol. 2. 1.ed. Muriaé - MG, 2020.

MARZAROTTO, B., ALVES, M.K. **Leitura de rótulos de alimentos por frequentadores de um estabelecimento comercial**, abr.-jun. 2017, p.102-108.

MATOS, F. P., et al. VERIFICAÇÃO DA ROTULAGEM DE ALIMENTOS DE ORIGEM OU DERIVADOS DE SOJA TRANSGÊNICA FRENTE A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA. *Universidade Estácio de Sá - UNESA, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil, 2016.*

MENDES FILHO, L. A. M. et al. Inovações tecnológicas no ensino: contribuições teóricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ABENGE - Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 2001. V. Único, p.184-191

MOREIRA, L. N. Técnica dietética. Rio de Janeiro: SESES, 2016. P. 1-240

MOTTA, V.T: Bioquímica Clínica: Princípios e Interpretações. Aminoácidos e Proteínas. Vol. 8, p.63, 2009.

MOURA, C. C. de Melo et al. EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E HIDRÓLISE DO AMIDO PRESENTE EM TUBÉRCULOS NAS AULAS PRÁTICAS DE BIOQUÍMICA. Recife/PE, p. 1-3. 2014.

NEUMANN-HELD, E. M. Let's talk about genes: the process molecular gene concept and its context. In: OYAMA, S.; GRIFFITHS, P. E.; GRAY, R. (ed). Cycles of contingency: developmental systems and evolution. Cambridge, Massachusetts; London, England: MIT Press, 2001. p. 69-84.

OLIVEIRA, Elisangela Mercado de. SILVA, Rosilma Ventura da. **As possibilidades do uso do vídeo como recurso de aprendizagem em salas de aula do 5º ano.**2009.

OLIVEIRA, M.M: Metodologia Interativa: um processo hermenêutico dialético.v1, Porto Alegre, 2021.

OLIVEIRA, Maria Marly de. Círculo hermenêutico-dialético como sequência didática interativa. Revista Brasileira de Estudos Canadenses, v. 11, n. 1. P. 325-251, Janeiro, 2011. <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/interfaces/about>. Acesso em 07 jun 2022.

OLIVEIRA, M. M. de. Sequência Didática Interativa no processo de formação de professores. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

PARKER, R & RING S. G Aspects of the Physical Chemistry of Starch **Journal of Cereal Science**, v. 34, p. 1-17, 2001

PARKER, S. **O livro do corpo humano**. São Paulo: Ciranda Cultural, 2007.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina Temática Composição Química dos Alimentos: Uma Possibilidade para o Ensino de Química. Vol. 36, N° 4, p. 289-296, NOVEMBRO 2014.

PEREIRA, B. B.; et al. EXTRAÇÃO DE DNA POR MEIO DE UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA. Uberlândia-MG, 2010.

PERSEY, G.J; LANTIN, M.M. **Agricultural biotechnology and the poor**. Washington, CGIAR e US National Academy of Science, 2000.

PETKOWICZ, C.L.O. Bioquímica: aulas práticas. 7. ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

PIANA, M.C. A construção do perfil do assistente social no cenário educacional [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 233 p.

PINHEIRO, D. M.; PORTO, K. R. de A. A; MENEZES, M. E. da S. **Química dos alimentos: carboidratos, lipídios, proteínas e minerais**. Maceió EDUFAL, 2005.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências: Do Conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2009. 296 p. Ribeirão Preto – SP, 1996.

REMIÃO, J.O.R. Bioquímica: guia de aulas práticas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

RIBEIRO, I. G.; MARIN, V.A. A falta de informação sobre os Organismos Geneticamente Modificados no Brasil. Rio de Janeiro, 2012.

RIBEIRO, M. A. R.: '**Lições para a história das ciências no Brasil**: Instituto Pasteur de São Paulo'. História, Ciências, Saúde. 1997.

RONDINIL, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. dos Santos. **PANDEMIA DA COVID-19 E O ENSINO REMOTO EMERGENCIAL: MUDANÇAS NA PRÁTICA PEDAGÓGICA**. Interfaces Científicas, Aracaju, V.10 N.1 p. 41 - 57 Número Temático – 2020

RODRIGUES, C. D. N.; et al. São Paulo: Departamento de Botânica – IBUSP. São Paulo, 2008.

RODRIGUES, M.L.V.; FIGUEIREDO, J.F.C. Aprendizado centrado em problemas.

ROSSI-RODRIGUES, B. C., GALEMBECK, E. **AMINOÁCIDOS E PROTEÍNAS: PROPOSTA DE ATIVIDADE PRÁTICA SOB UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA**. Laboratório de Tecnologia Educacional, Departamento de Bioquímica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Rua Monteiro Lobato, 255, CEP 13083-862 - Campinas SP, Brasil, 2011.

SANTOS, Cynthia Ranyelle Da Silva et al. **Atividade investigativa no ensino de biologia: umapossibilidade estratégica para trabalhar oconhecimento científico na sala de aula..** Anais IV CONAPESC... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/56547>>. Acesso em: 18/07/2022 12:59

SANTOS, L. **A investigação em Portugal na área da avaliação pedagógica em Matemática**. In **SEMINÁRIO DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, 14, 2003a, Portugal. Atas, Lisboa: APM, p. 9-27, 2003a.

SANTOS, V. J.; et al. Avaliação dos componentes lipídicos e antioxidantes do óleo de canola extraído à frio sob difentes condições. Braz. Ap. Sci. Rev.,Curitiba, v. 4, n. 3, p. 942-955 mai/jun. 2020.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da natureza e Escola. Belo Horizonte, 2015.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. Alfabetização científica na prática: Inovando a forma de ensinar. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017. p. 108.

SILVA, F. de A. **Transgenia da área de alimentos: uma abordagem de desenvolvimento científico e de segurança alimentar.** 2015. 63 f. TCC (Graduação) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/139190>>. Acesso em: 29 out. 2017.

SILVA, G, N da et al.. **Identificação de proteínas em alimentos por experimentação realizada por alunos da escola celso mariz sousa-pb.** Anais IV CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/37144>>. Acesso em: 01/08/2022 13:45

SILVA, W.R.; MARCOS FILHO, J. Influência do peso e do tamanho das sementes de milho sobre o desempenho no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.5, p.1743-1750, 1982.

SIQUEIRA, J. A, A. Comparação de dois métodos para extração de lipídios totais em cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) e separação das classes lipídicas Fortaleza, Ceará, fevereiro 2006.

SUERTEGARAY, D. M. A. PESQUISA DE CAMPO EM GEOGRAFIA. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. P. 1-5.

TIMÓTEO, F. M. **O USO DE AULAS PRÁTICAS DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL II: CONTRIBUTOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM** ACARAPE-CE, 2016.

TRINDADE, C. C. Sementes crioulas e transgênicos, uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais. In: Congresso Nacional do Conpedi. 2006.

URSI, S. et al. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. *Estud. av.*, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 7-24, Dec. 2018.

VARANDAS, J. M. Avaliação da atividade investigativa: uso de uma tabela de descritores. *Educação e Matemática*, Lisboa, n. 74, p.74-78, 2003. < Acessado em 17/07/2022 >

VINTURINI, G. CARBOIDRATOS BIOQUÍMICA 24 • CIÊNCIA HOJE, RJ, vol. 39 • nº 233, dezembro, 2006

ZABALA, Antoni. A prática educativa – como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Aprendizagem significativa e atividades de Investigação no Ensino de Ciências: Aproximações possíveis. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 2010.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ASPECTOS HISTÓRICOS E DIFERENTES ABORDAGENS, Rev. Ensaio | Belo Horizonte, v.1, n.03, p.67-80, set-dez 2011.

9. Apêndice



**Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Biologia
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
Mestrando: Nelson Dutra da Rosa -120070660
Orientadora: Prof^a PhD. Kátia Carneiro de Paula**

PRODUTO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA UTILIZANDO
ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS PARA UMA
ABORDAGEM DO ENSINO INVESTIGATIVO EM GENÉTICA NO
ENSINO MÉDIO**

Rio de Janeiro-RJ

2022

Orientação para o Professor:

1. Apresentação do conteúdo a ser trabalhado e da dinâmica das atividades:

O produto desse trabalho são SDIs sobre OGMs e conceitos do conteúdo de Genética, Bioquímica e Nutrição. Esse produto poderá ser armazenado em forma de e-book (electronic book, ou livro digital).

O objetivo dessas SDIs é motivar o aluno na busca pela construção do conhecimento através de atividades investigativas, visando a elaboração de hipóteses a partir da problematização proposta sobre OGMs após a exibição dos vídeos.

Para isso, será utilizada a tecnologia da informação e comunicação (TIC) como recurso para estratégias que utilizem a problematização visando trabalhar o protagonismo dos alunos durante o processo de construção do conhecimento. Por esse motivo, antes do início das atividades experimentais, será usado como elemento motivador os vídeos sobre OGMs. O primeiro vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=kiGYrg5AuNs>), que apresenta a prática de transformação genética de arroz mediada pela *Agrobacterium tumefaciens*, As etapas do protocolo envolvem atividades que vão desde a utilização de sementes para a formação de calos embriogênicos até a geração da planta geneticamente modificada. e o Segundo vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=7-muUrWZXOI>), o qual relata que nas últimas duas décadas a área com culturas transgênicas cresceu 100 vezes, indo de 1,7 milhões para 175 milhões de hectares. Com isso, o desenvolvimento de pesquisas também tem crescido. A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (Embrapa) é responsável pela primeira soja geneticamente modificada totalmente desenvolvida no Brasil. Após a exibição dos vídeos, o corpo discente teve como problematização a pergunta norteadora “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” a qual servirá de parâmetro na elaboração das hipóteses que serão investigadas através de atividades experimentais.

Com a finalização das atividades investigativas, a análise dos dados obtidos será realizada utilizando-se o círculo hermenêutico dialético. A conclusão se dará após a apresentação de cada grupo ou aluno incluindo uma discussão coletiva.

Para isso, serão trabalhados os conceitos das moléculas de lipídios, carboidratos, proteínas, macromoléculas de Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e Ácido Ribonucleico (RNA) como, replicação, transcrição, tradução, genótipo, fenótipo e mutações de forma integrada e transversal aos conceitos de bioquímica e nutrição.

Nas aulas práticas, os alunos deverão receber os materiais impressos para cada atividade experimental e deve-se ter o cuidado de higiene e manuseio com os materiais. Para isso faz-se necessário orientar os alunos a utilizarem luvas e máscaras descartáveis e manter sempre limpo o local das atividades experimentais. Por envolver a utilização e manipulação de reagentes químico pelos alunos na escola, todo procedimento deve ser supervisionado e acompanhado pelo professor pesquisador ou realizado, exclusivamente, pelo professor, estando os alunos atentos aos experimentos realizados pelo docente. Em caso de impedimento das aulas presenciais devido à pandemia, os experimentos deverão ser fotografados e disponibilizados, por meio de um aplicativo digital de mensagens instantâneas, para os alunos visualizarem e organizarem os resultados obtidos para posterior discussão mediada pelo professor em aula síncrona, presencial ou remota.

2. Avaliação do desempenho dos alunos

Metodologia de Análise de Dados

A metodologia de análise de dados será qualitativa por avaliar os dados coletados através do monitoramento de competências e habilidades a partir da pergunta: “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” Para isso, foi elaborado um quadro de análise de dados (Fig 1) tendo por base os parâmetros extraídos por meio de um instrumento analítico que tem por objetivo avaliar se o aluno atuou de forma ativa protagonizando a construção do conhecimento e não se limitando a simplesmente recebe-lo do professor, como no formato tradicional aplicado nas escolas da Educação Básica nas atividades de investigação, já experimentado por Zompero, Vilaça e Laburú (2019, p. 206).

O quadro contendo as etapas de coleta e análise de dados foi adaptado para atender as atividades propostas pelas SDIs, que irão mensurar e traduzir as atuações dos alunos na realização das práticas investigativas e verificar, ao final, se ocorreu a construção do conhecimento através de indicadores com a finalidade de avaliar a apropriação, pelo corpo discente, dos conteúdos e conceitos trabalhados na SDI.

A análise dos dados coletados durante as atividades experimentais será confrontada com os resultados dos experimentos obtido Petkowics (2007) sobre proteínas, Basso (2007), prática experimental sobre carboidratos e o método de Bligh e Dyer (1959) e presença de ácidos nucleicos, utilizando como material didático para melhor compreensão dos discente o vídeo “Purificação e Caracterização do DNA de Cebola”, no qual relata todo procedimento e material

utilizado para extração e visualização de ácidos nucléicos. Será utilizado o método científico de comparação dos resultados através do controle positivo e controle negativo de cada atividade experimental proposta. De acordo com os resultados obtidos durante os experimentos feitos pelos alunos e professor, cada discente chegará a uma resposta que poderá ratificar ou não sua hipótese. A partir das conclusões obtidas pelos alunos, será atribuído, no **Erro! Fonte de referência não encontrada.** de análise de dados, um nível de identificação para cada atividade experimental, assim como seus respectivos conceitos. Os resultados mensurados em forma de conceitos são muito importantes quando se pretende uma abordagem qualitativa nas análises de dados. Dessa forma, iremos tratar as conclusões das atividades experimentais de maneira com que o ensino-aprendizagem se ajustem e identifiquem suas conclusões através de seus desempenhos, levando ao entendimento dos resultados obtidos pelo professor e alunos. Assim,

Fundamenta-se em teorias que postulam o caráter diferenciado e singular dos processos de formação humana, nas teorias construtivistas/sociointeracionistas da aprendizagem. Entende que a aprendizagem é uma atividade que se insere no processo global de formação humana, envolvendo o desenvolvimento, a socialização, a construção da identidade e da subjetividade. Assim, a “avaliação formativa” constitui-se numa prática que permite ao professor acompanhar os processos de aprendizagem do aluno com a finalidade de compreender como esse aluno está elaborando seu conhecimento. Nessa abordagem, a preocupação não é registrar os fracassos ou os sucessos do aluno mediante notas ou conceitos, mas entender o significado do seu desempenho para fazer ajustes no processo ensino-aprendizagem. (DUARTE & DUARTE, 2007)

Conforme sugere os autores Zompero, Vilaça e Laburú (2019, p. 206), para cada etapa das atividades experimentais serão considerados três níveis com o propósito de mensurar as respostas referentes à compreensão dos discentes, ou seja, **N1** (não identifica a descrição proposta no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), **N2** (identifica parcialmente a descrição proposta no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e **N3** (identifica completamente a descrição proposta no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), Os alunos serão avaliados pela clareza na elaboração de hipóteses relacionadas a problematização, atividades experimentais e conclusão de cada atividade proposta durante a aplicação das SDIs (ZOMPERO, VILAÇA e LABURÚ, 2019). Para isso iremos usar conceitos classificados em A, B e C para validação dos níveis obtidos, onde A corresponde a conceito máximo, B corresponde a conceito bom e C corresponde a conceito regular.

Quadro 1- QUADRO PARA MENSURAÇÃO E VALIDAÇÃO DE DADOS COLETADOS DURANTE AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

QUADRO PARA MENSURAÇÃO DE DADOS				PARTICIPAÇÃO				VALIDAÇÃO		
N1				Não identifica				C		
N2				Identificação parcial				B		
N3				Identificação Completa				A		
ALUNOS	Identificação do problema e elaboração de hipótese	Tabela nutricional (rótulos dos produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens)	Atividade experimental Morfologia externa dos cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens (resultado e conclusão)	Atividade experimental carboidratos presentes nos cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens (resultado e conclusão)	Atividade experimental proteínas nos cultivares de soja e milho e selvagens (resultado e conclusão)	Atividade experimental lipídios presentes nos cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens (resultado e conclusão)	Atividade experimental Ácidos nucleicos presentes nos cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens (resultado e conclusão)	VALIDAÇÃO (Atribua um conceito A, B ou C)		
								Clareza da hipótese	Participação e resultados durante a investigação e conclusão	Relevância Da conclusão obtida
INVESTIGAÇÃO E CONCLUSÃO										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
18										
20										
21										
22										
23										
24										

As validações das atividades da construção do conhecimento pelos alunos se darão pela habilidade de construção e preenchimento da Tabela do Produto 1 com os valores nutricionais contidos nos rótulos elencados no cardápio do Quadro do Produto 1, pelos resultados e conclusões obtidos durante as atividades experimentais, pelos questionários respondidos, pela participação em grupo, pelos relatórios das atividades, procedimento, identificação do problema e elaboração das hipóteses. Dessa fora, cada aluno será avaliado pela participação ativa com objetivo de construir o conhecimento, estudar e aprender sobre os conceitos propostos relativos ao conteúdo programático do ensino médio presentes nesse trabalho, ou seja, as moléculas de lipídios, carboidratos, proteínas, macromoléculas de Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e Ácido Ribonucleico (RNA) como, replicação, transcrição, tradução, genótipo,

fenótipo e mutações de forma integrada e transversal aos conceitos de bioquímica, morfologiavegetal e nutrição.

3- Considerações sobre as aulas experimentais

O primeiro encontro será para os alunos receberem as RCLEs e assistirem aos vídeos (<https://www.youtube.com/watch?v=kiGYrg5AuNs>) e (<https://www.youtube.com/watch?v=7-muUrWZXOI>). Esses vídeos servirão para elaborar uma problematização através da pergunta norteadora “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” com a finalidade dos alunos participarem com curiosidade e elaborarem hipóteses durante a aula dialógica.

Com a objetivo de estimular o estudo dos conceitos propostos no projeto relacionados ao conteúdo de Genética e as atividades experimentais, os alunos devem comparar os rótulos dos produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens, a fim de preencher a Tabela do Produto 1 com os valores nutricionais encontrados. Devido a pandemia causada pelo vírus SARS-Cov2, os rótulos dos produtos estão exemplificados em um cardápio de opções no Quadro do Produto 1 e serão distribuídos para o corpo discente pelo Professor/Pesquisador.

4- Aulas Experimentais

A proposta dessas atividades experimentais é fazer com que o aluno seja protagonista na construção do conhecimento e busque ativamente respostas que corroborem ou não com as hipóteses geradas em relação a problematização durante os momentos de diálogo com o professor e a turma. Essas aulas experimentais estão relacionadas no

4.1 Considerações sobre a Aula Experimental 1 – Valores Nutricionais - Segundo encontro

Quadro do Produto 1- Cardápio de Opções de produtos derivados de milho e soja transgênicos e selvagens.

Derivados de milho	Derivados de soja
Biscoitos	Biscoitos
Bolos	Bolos
Broas	Broas
Farinha	Farinha
Óleo	Óleo
Salgados	Leite
Sopas	Suco

Milho verde	Fibra de soja
Fubá	Grãos de soja
Pães	Pães
Amido de milho	logurtes de soja
Cereais	Cereais

Continuação do quadro do produto 2

Cada aluno, dupla ou grupo receberá em aula presencial ou através de uma plataforma de comunicação a tabela para preencher com os resultados obtidos durante a comparação dos valores nutricionais dos rótulos de produtos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens exemplificados no cardápio do. O professor poderá comprar os produtos elencados no cardápio ou fotografá-los para imprimir ou exibir as fotos através de um projetor para os alunos. Fica a critério do docente os produtos do cardápio a serem analisados.

Tabela nutricional dos derivados de soja e milho transgênicos e selvagens

Tabela do Produto 1- Valores Nutricionais de Produtos transgênicos e Selvagens

Produtos derivados transgênicos ↓	VALORES NUTRICIONAIS				
	Carboidratos	Proteínas	Lipídios	Sais Minerais	Vitaminas

Produtos derivados selvagens ↓					

4.2 Considerações sobre a Aula Experimental 2 – Terceiro encontro

MORFOLOGIA:

Nessa atividade experimental, serão estudadas as características morfológicas (macroscopia) das espécies cultivadas na horta (soja e milho). Cada aluno, dupla ou grupo receberá exemplares de folhas, caule, raízes e material necessário para observação e documentação, como lupas, lápis de cor, lápis preto, folha A4 com a SDI proposta e material necessário para esse estudo. Essa atividade poderá ser realizada de forma remota e/ou presencial. O aluno poderá através desse experimento verificar o fenótipo externo dos exemplares e concluir se há diferenças ou semelhanças entre os espécimes,

MORFOLOGIA é a ciência que tem por objetivo estudar as formas e estrutura externa e interna dos seres vivos. [...] A origem da palavra morfologia vem do termo grego morphé, que significa “forma”. O conceito biológico da MORFOLOGIA foi desenvolvido pelo escritor alemão Johann Wolfgang von Goethe, em 1790, e confirmado pelo anatomista e fisiologista alemão Karl Friedrich Burdach, em 1800.

< <http://www.juventudect.fiocruz.br/morfologia> > (Acesso em: 10 de jan. de 2022).

Se espera que o aluno não encontre diferenças morfológicas, visto que esses OGMs apresentados nessa atividade foram submetidos a uma transgênese para serem resistentes a herbicidas (glifosato) e algumas espécies de insetos. Esses exemplares não sofreram transgênese para modificações morfológicas.

4.3 Considerações sobre a Aula experimental 3 – Quarto encontro

CARBOIDRATOS:

Aula prática sobre presença de carboidratos na soja e no milho.

Esse experimento investigativo tem como objetivo fazer com que os alunos observem a presença de amido na soja e no milho de vegetais transgênicos e selvagens.

O amido é um polissacarídeo formado por amilose e amilopectina, que na presença do iodo revela uma coloração azul bem forte/roxo.

Nessa prática iremos utilizar o método colorimétrico com reagentes e verificar se o iodo irá interagir com amido e apresentar uma coloração azul/roxo. A tonalidade dessa coloração irá depender da quantidade de amido presente nas amostras.

As amostras foram coletadas de uma horta previamente desenvolvida pelo professor pesquisador com cultivares de milho e soja selvagens e transgênicos. Os transgênicos foram modificados geneticamente com a introdução de genes bacteriano do *Bacillus thuringiensis* /*Streptomyces viridochromogenes*/ *Agrobacterium tumefaciens*. Esses genes expressam proteínas que garantem proteção contra o glifosato e algumas pragas.

Como controle positivo iremos utilizar o amido de milho, a coloração que observarmos nesse amido será a coloração que vai aparecer em todo o alimento que contiver carboidratos. O sal de cozinha é seu "controle negativo", pois nele não encontrará carboidratos.

4.4 Considerações sobre a Aula experimental 4 – Quinto encontro

PROTEÍNAS

O experimento, a ser realizado através do método colorimétrico, tem como objetivo fazer com que os alunos observem a presença de proteínas na soja e no milho transgênicos e selvagens.

Na atividade experimental proposta, iremos utilizar como indicadores o Sulfato de cobre a 0,5% e do hidróxido de sódio. O experimento que apresentar uma coloração violeta, indicará a presença de proteína e azul claro a ausência de proteínas. De acordo com Petkowics (2007), “a presença de proteínas em alimentos pode ser obtida utilizando apenas solução de sulfato de cobre e hidróxido de sódio, o que torna conveniente a aplicação dessa prática em aulas do ensino médio, principalmente pela facilidade de aquisição desses reagentes”.

Como controle positivo iremos utilizar o ovo cru, a coloração que observarmos nesse ovo será a coloração que vai aparecer em todo o alimento que contiver proteínas. O sal de cozinha é seu "controle negativo", pois nele não encontrará proteínas.

4.5 Considerações sobre a Aula experimental 5 – Sexto encontro

LIPÍDIOS

Esse experimento investigativo tem como objetivo fazer com que os alunos observem a presença de lipídeos na soja e no milho de vegetais transgênicos e selvagens.

Nessa prática iremos verificar através do método gravimétrico com mistura a frio de três solventes, a acetona, o metanol e a água que irão interagir com os lipídios tornando a mistura homogênea ou heterogênea. Veja como complementação o seguinte link: (https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4111167/mod_resource/content/1/LIPIDIOS.pdf).

Como controle positivo iremos utilizar o óleo de soja e caldo de carne, as características que observarmos nessa mistura serão as que irão aparecer em todo o alimento que contiver gorduras. O sal de cozinha é seu "controle negativo", pois nele não encontraremos gorduras.

4.6 Considerações sobre a Aula experimental 6 – Sétimo encontro

ÁCIDOS NUCLÉICOS (DNA e RNA)

Esse experimento tem como objetivo fazer com que os alunos observem a presença de material genético na soja e no milho de vegetais transgênicos e selvagens. Nessa prática, extraída e adaptada do vídeo presente no link < <https://youtu.be/fBXQfYNqkN4> >. Esse vídeo, mostra a Purificação e Caracterização do DNA de Cebola.

Será verificado a extração do material genético dos cultivares de milho e soja transgênicos e selvagens plantados na horta caseira do professor. Para isso será utilizado detergente caseiro para romper as paredes nucleares, sal de cozinha o qual contribuirá com íons positivos que neutralizam a carga negativa do DNA e o álcool gelado que irá precipitar o DNA insolúvel em álcool. Objetivo: comparar a presença de DNA nos vegetais transgênicos e convencionais/selvagens.

Após os encontros previstos, deverá ocorrer uma reunião entre o corpo discente e docente para analisar os resultados obtidos. Durante essa reunião, os alunos poderão apresentar receitas culinárias contendo produtos derivados de soja e milho transgênicos.

Se espera que o aluno perceba ao final do experimento o aparecimento de uma “gosma” branca nos tubos de ensaio, onde poderá conter material genético e proteínas.

5.0 Programação das Atividades a serem aplicadas:

O Quadro do Produto 2- Programação das atividades Experimentais identifica a programação proposta pelo professor/pesquisador para dar início aos encontros presenciais e as atividades experimentais com a interação dialógica entre o corpo discente e docente envolvidos com objetivo de estimular a busca pela construção do conhecimento.

Quadro do Produto 2- Programação das atividades Experimentais

1º encontro-presencial (duas aulas de 50 minutos cada)	9:00-9:30	Entrega do RCLE e termo de consentimento aos alunos
	9:31-10:00	Exibição de um vídeo sobre OGMs
	10:00-10:40	Interação dialógica (problematização) e Formulação de hipóteses

Problematização: “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?.

Atividades propostas

2º encontro-presencial (duas aulas de 50 minutos cada)	9:00-9:30	Comparação dos rótulos dos produtos disponibilizados pelo professor pesquisador
	9:31-10:40	Círculo hermenêutico-dialético Construção de uma tabela comparativa entre os valores nutricionais observados nos rótulos Análise dos resultados Discussão Conclusão
3º encontro-presencial (duas aulas de 50 minutos cada)	9:00-10:10	Estudo morfológico dos cultivares selvagens e transgênicos (cada aluno/dupla/grupo recebe uma folha, lápis de cor e deverá desenhar as características morfológicas das folhas, do caule e da raiz dos vegetais).
	10:11-10:40	Recapitular as principais características das células vegetais (dar ênfase na parede celular: celulose).
4º encontro-presencial (duas aulas de 50 minutos cada). Experimento sobre carboidratos.	9:00-9:20	Problematização e Hipóteses geradas pelos alunos
	9:21-10:20	Experimento prático (serão utilizadas cultivares previamente plantados em uma horta caseira do professor/pesquisador)
	10:21-10:40	Conclusão do aluno
5º encontro-presencial (duas aulas de 50 minutos cada).	9:00-9:20	Problematização e Hipóteses geradas pelos alunos
	9:21-10:20	Experimento prático (serão utilizadas cultivares previamente plantados em uma horta caseira do professor/pesquisador)

Experimento sobre Proteínas.	10:21-10:40	Conclusão do aluno
6º encontro-presencial (duas aulas de 50 minutos cada). Experimento sobre presença de DNA	9:00-9:20	Problematização e Hipóteses geradas pelos alunos
	9:21-10:20	Experimento prático (serão utilizadas cultivares previamente plantados em uma horta caseira do professor/pesquisador)
	10:21-10:40	Conclusão do aluno
7º encontro-presencial (duas aulas de 50 minutos cada) Experimento sobre lipídios	9:00-9:20	Problematização e Hipóteses geradas pelos alunos
	9:21-10:20	Experimento prático (serão utilizadas cultivares previamente plantados em uma horta caseira do professor/pesquisador)
	10:21-10:40	Conclusão do aluno
		Análise de dados, Conclusão dos alunos sobre a pergunta norteadora e apresentação dos resultados e apresentação sobre os nutrientes das receitas culinárias feitas pelo corpo discente

Continuação do Quadro do Produto 3

6.0 Aplicação das Atividades Experimentais

Agora vamos iniciar os encontros com os alunos

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina: _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

1º Encontro

Entrega do RCLE e termo de consentimento aos alunos, Exibição de dois vídeos sobre OGMs e Interação dialógica (problematização) e Formulação de hipóteses

Entrega do RCLE aprovado pelo CEP que pode ser verificado no

I- Anexo 2

II- Exibição dos vídeos:

Exibição dos vídeos sobre OGMs < <https://youtu.be/kiGYrg5AuNs> e <https://youtu.be/7-muUrWZXOI> >. O primeiro vídeo, apresenta a prática de transformação genética de arroz mediada pela *Agrobacterium tumefaciens*. As etapas do protocolo envolvem atividades que vão desde a utilização de sementes para a formação de calos embriogênicos até a geração da planta geneticamente modificada. O Segundo vídeo relata que nas últimas duas décadas, a área com culturas transgênicas cresceu 100 vezes, indo de 1,7 milhões para 175 milhões de hectares. Com isso, o desenvolvimento de pesquisas também tem crescido. A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (Embrapa) é responsável pela primeira soja geneticamente modificada totalmente desenvolvida no Brasil.

III-Atividade em aula:

Após a exibição dos vídeos e da elaboração da pergunta norteadora “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado? Que hipótese você gerou a respeito dos OGMs em relação aos valores nutricionais?”

Agora faça um relatório sobre os filmes exibidos.

Vídeo 1:

Vídeo 2:

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina: _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1

Atividade prática 1: Construção do conhecimento (2º encontro). Comparação dos rótulos dos produtos disponibilizados pelo professor pesquisador

Antes de iniciarmos as atividades experimentais vamos encontrar os nomes dos conceitos referentes ao conteúdo de biologia e das Moléculas Bioquímicas no jogo de caça palavras na Figura Produto 1 .

Figura Produto 1

Q	W	W	B	H	X	Z	L	R	R	C
A	F	Q	A	F	F	X	P	M	N	A
S	E	Q	Z	X	Q	M	R	Y	X	R
Q	L	I	P	I	D	I	O	S	X	B
B	W	B	B	C	N	O	T	A	V	O
X	Z	P	R	P	A	P	E	E	E	I
Q	V	W	E	Q	V	R	I	P	Q	D
Z	A	A	Z	W	U	A	N	T	T	R
X	C	A	S	Q	F	I	A	W	D	A
D	F	A	Z	X	U	S	S	K	Q	T
C	D	P	T	Y	V	M	G	B	S	O
M	O	R	F	O	L	O	G	I	A	S

Banco de palavras:

DNA, CARBOIDRATOS, LIPÍDIOS, PROTEÍNAS, MORFOLOGIA

O que você sabe sobre as palavras encontradas no jogo de caça palavras?

Comparação entre rótulos de OGMs e selvagens:

1- Aula experimental sobre nutrientes encontrados em produtos derivados de sementes transgênicas e convencionais/selvagens

Nessa atividade experimental, iremos comparar rótulos dos produtos derivados de milho e soja disponibilizados pelo professor pesquisador. Cada aluno, dupla ou grupo receberá uma tabela (Tabela do Produto 1) para preencher com os valores nutricionais encontrados nos rótulos.

Exemplos de produtos:

Imagem do Produto 1- Exemplo de rótulos transgênicos e selvagens



Cardápio de opções de produtos transgênicos e selvagens

Derivados de milho	Derivados de soja
Biscoitos	Biscoitos
Bolos	Bolos
Broas	Broas
Farinha	Farinha
Óleo	Óleo
Salgados	Leite
Sopas	Suco
Milho verde	Fibra de soja
Fubá	Grãos de soja
Pães	Pães

Amido de milho	logurtes de soja
Cereais	Cereais

Tabela para Comparação entre rótulos de produtos transgênicos e selvagens para ser preenchida pelo aluno.

	VALORES NUTRICIONAIS				
Produtos derivados transgênicos ↓	Carboidratos	Proteínas	Lipídios	Sais Minerais	Vitaminas
Produtos derivados selvagens ↓					

Em nosso primeiro encontro, propomos a problematização “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” Essa pergunta norteadora foi elaborada após a exibição dos vídeos e em momento de diálogo entre o professor e os alunos, o corpo discente elaborou várias hipóteses relacionadas a problematização. < <https://youtu.be/kiGYrg5AuNs> e <https://youtu.be/7-muUrWZXOI> >. O primeiro vídeo,

Hipótese proposta pelo aluno:

apresenta a prática de transformação genética de arroz mediada pela *Agrobacterium tumefaciens*. As etapas do protocolo envolvem atividades que vão desde a utilização de sementes para a formação de calos embriogênicos até a geração da planta geneticamente modificada. O Segundo vídeo relata que nas últimas duas décadas, a área com culturas transgênicas cresceu 100 vezes, indo de 1,7 milhões para 175 milhões de hectares. Com isso, o desenvolvimento de pesquisas também tem crescido. A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (Embrapa) é responsável pela primeira soja geneticamente modificada totalmente desenvolvida no Brasil.

Em quais alimentos podemos encontrar os nutrientes relacionados nos rótulos além dos produtos derivados de soja e milho verificados nessa aula?

Que conclusão a respeito da problematização você chegou após comparar os rótulos dos produtos derivados de soja e milho transgênicos e convencionais?

?

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno(a): _____

Disciplina _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Morfologia (3º encontro)

Atividade prática 2: construção do conhecimento

MORFOLOGIA:

Nessa atividade experimental, serão estudadas as características morfológicas (macroscopia) das espécies cultivadas na horta (soja e milho). Cada aluno, dupla ou grupo receberá exemplares de folhas, caule, raízes e material necessário para observação e documentação, como lupas, lápis de cor, lápis preto, folha A4 e material impresso. Essa atividade experimental poderá ser realizada de forma remota e/ou presencial. O aluno poderá, através desse experimento, verificar a morfologia macroscópica dos cultivares transgênicos e selvagens.

Se a atividade for presencial, o professor levará os exemplares de milho e soja transgênicos e convencionais juntamente com os materiais necessários, se for de forma remota, o aluno deverá adquirir com o professor na escola os cultivares e o restante do material para

Hipótese proposta pelo aluno após a problematização:

realização da prática. Na forma remota, o experimento precisará ser fotografado em todas as etapas e enviada para o professor com o material impresso respondido.

Existem diferenças morfológicas entre vegetais transgênicos e convencionais/selvagens?

Material: Todo material será disponibilizado pelo professor.

- Amostras de vegetal transgênico e selvagem cultivados na horta feita pelo professor pesquisador. (Raiz, caule e folha)
- Estilete
- Folha A4
- Lápis de cor
- Lápis preto
- Lupa

Procedimento:

- Observar as partes externas da raiz, caule e folhas dos espécimes de cultivares de milho e soja (transgênicos e selvagens) a olho nú e depois com auxílio de uma lupa;
- Desenhar e colorir as partes observadas;
- Identificar cada parte observada;
- Verificar a coloração, tamanho de cada parte observada e se apresenta algum ataque de pragas.

Agora o aluno deverá fazer um relatório de todo procedimento durante o desenvolvimento da atividade experimental sobre morfologia e esquematizar as partes observadas.

Conclusão: (o aluno através de seus resultados obtidos na aula experimental irá verificar se suas respostas corroboram ou não com sua hipótese formulada. Se existem diferenças morfológicas entre os exemplares de milho e soja transgênicos e selvagens?)

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina _____

Data : _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Atividade Pós-aula: consolidação

MORFOLOGIA é a ciência que tem por objetivo estudar as formas e estrutura externa e interna dos seres vivos. [...] A origem da palavra morfologia vem do termo grego morphé, que significa “forma”. O conceito biológico da MORFOLOGIA foi desenvolvido pelo escritor alemão Johann Wolfgang von Goethe, em 1790, e confirmado pelo anatomista e fisiologista alemão Karl Friedrich Burdach, em 1800. <<http://www.juventudect.fiocruz.br/morfologia>>(Acesso em: 10 de jan. de 2022).

Sugestão para construção de uma horta caseira na Figura Produto 2- Exemplo para horta caseira vista no site <https://sustentarqui.com.br/hortas-em-garrafas-pet/>. A proposta é de utilizar material reciclável e de fácil acesso para realizar as atividades experimentais.

Figura Produto 2- Exemplo para horta caseira



Horta de soja e milho transgênicos e convencionais/selvagens cultivados pelo professor/pesquisador em sua residência. As imagens 2,3 e 4 a seguir foram enviadas pela EMBRAPA de Londrina/PR.

Imagem do Produto 3- Sementes de Soja e Milho Transgênicos e selvagens/convencionais enviadas pela EMBRAPA/Londrina



Imagem do Produto 4- Sementes de Soja

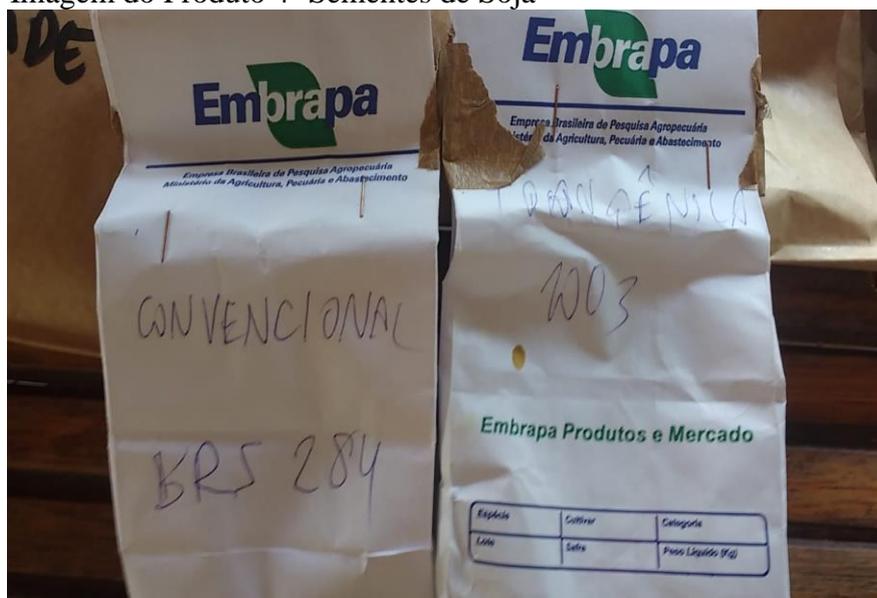


Imagem do Produto 5- Recibo das Sementes



Construção da horta:

A horta foi desenvolvida na residência do professor/pesquisador, para isso foi utilizado como modelo o exemplo citado na Figura Produto 2 e as sementes de soja e milho transgênicos e selvagens enviadas pela EMBRAPA-Londrina/PR.

Material:

- garrafas pets fornecidas pelo professor
- terra adubada com húmus. (matéria orgânica em decomposição pela ação de bactérias e fungos ou por restos digestórios provenientes das minhocas minhocas). Fornecida pelo professor;
- Sementes de soja e milho transgênicos e selvagens. Fornecidas pelo professor
- tesoura e estilete
- vinte centímetros de arame

Procedimento:

O professor poderá seguir a orientação citada na Figura 1 ou desenvolver outro modelo de horta para o plantio. Os cultivares de milho e soja poderão ser semeados em garrafas *pet* separadamente e identificados para futuras comparações. A terra deverá ser adubada com húmus de minhoca Imagem do Produto 6 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e mantida em local com luminosidade e com proteção de agressões do meio e irrigados diariamente, a fim de garantir um bom desenvolvimento dos exemplares. Em solos arenosos, a recomendação é que plante a semente em uma profundidade de 4 cm e em solos argilosos de 2 cm.

Segundo a EMBRAPA, minhocultura é um processo de reciclagem de resíduos orgânicos (restos de alimentos, folhas, esterco, etc) por meio da criação de minhocas com o intuito de produzir o húmus, um excelente adubo para a atividade agrícola. Pensando em difundir essa tecnologia, que ajuda a diminuir o lixo orgânico nas cidades e no campo.

Imagem do Produto 6- Húmus de Minhoca



<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2439940/embrapa-ensina-como-produzir-minhocas-e-humus-em-pequenas-propriedades>

O solo arenoso é muito poroso, onde facilita o escoamento de água e acumula pouca quantidade de nutrientes (nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K)). O solo argiloso retém mais água evitando maiores perdas de nutrientes. Sendo assim,

O solo argiloso tem maior capacidade de manter a fertilidade, o que se torna característica favorável no cultivo de plantas (Roquim, 2010).

Após a confecção da horta, colocar as garrafas penduradas ou apoiadas em uma parede e monitorar diariamente a horta para evitar pragas e estragos dos vegetais e assim garantir seu desenvolvimento. As imagens 6,7,8, 9 e 10, representam as etapas do desenvolvimento dos cultivares de milho e soja transgênicos e selvagens/convencionais plantados em garrafas pets.

Esse exemplo de horta foi escolhido pela facilidade de se obter garrafas PETs (tipo de resina termoplástica da família dos poliésteres) e ajudar na reciclagem de materiais poluentes, contribuindo para limpeza do meio ambiente, para saúde humana e promovendo o equilíbrio ecológico.

Fotos durante o desenvolvimento da horta construída pelo professor/pesquisador

Imagem do Produto 7- Construção da Horta Milho Selvagem



Imagem do Produto 11- Milho Transgênico



Imagem do Produto 16- Soja Transgênica na Garrafa Verde e Convencional n Branca

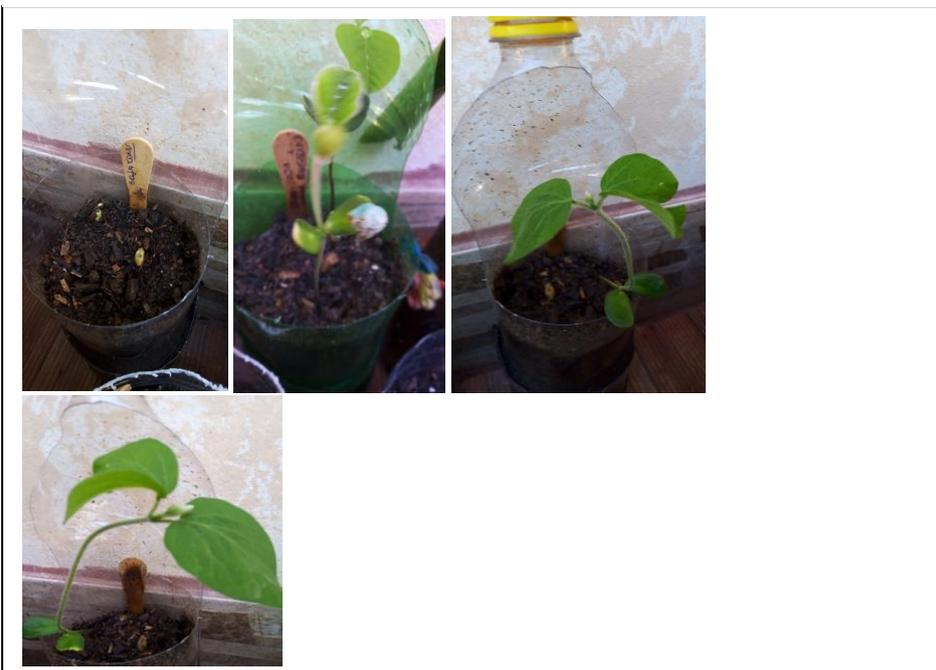


Imagem do Produto 24- Soja Transgênica e Convencional/Selvagem



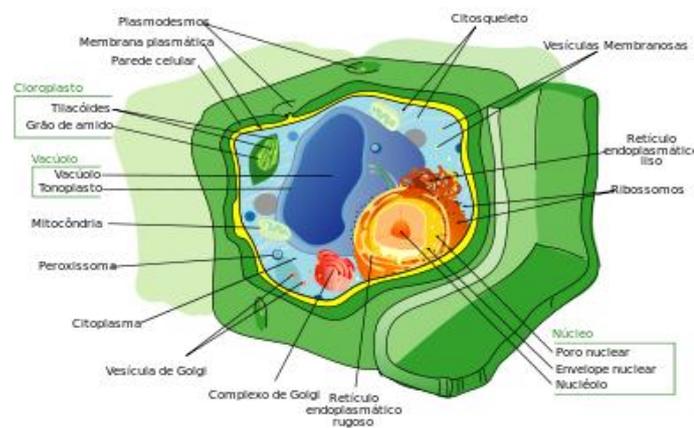
Imagem do Produto 28- Milho Transgênico



Morfologia Celular

Podemos observar a célula vegetal com suas estruturas e organelas na Figura Produto 7- Célula vegetal. Observe que a célula vegetal possui parede celular, formada por microfibrilas composta por celulose polissacarídica em uma matriz constituída por hemiceluloses, que estabilizam a parede celular e as pectinas, que participam da composição da lamela média. A lamela média une as paredes das células vizinhas.

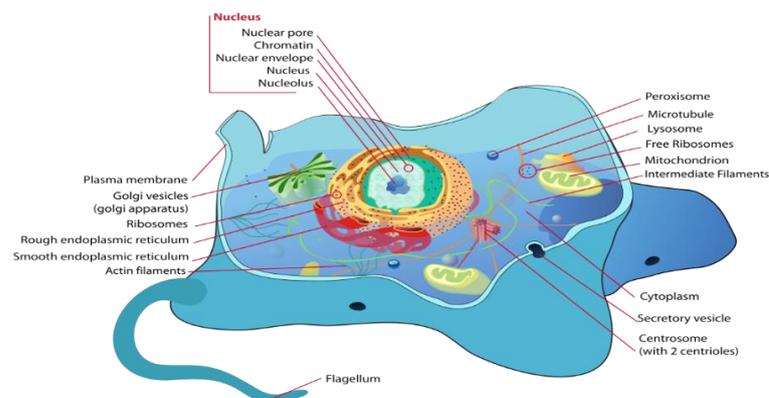
Figura Produto 7- Célula vegetal



Por Mariana Ruiz LadyofHats, labels by Duke - i did the file myself with adobe illustrator. (the original edited was also made by me, Domínio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1372654>

Observe agora a morfologia de uma célula animal na

Figura Produto 8- Célula animal



Por LadyofHats (Mariana Ruiz) - Own work using Adobe Illustrator. Image renamed from Image:Animal cell structure.svg, Domínio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4266142>

Figura Produto 9- Tecidos meristemáticos ou embrionários

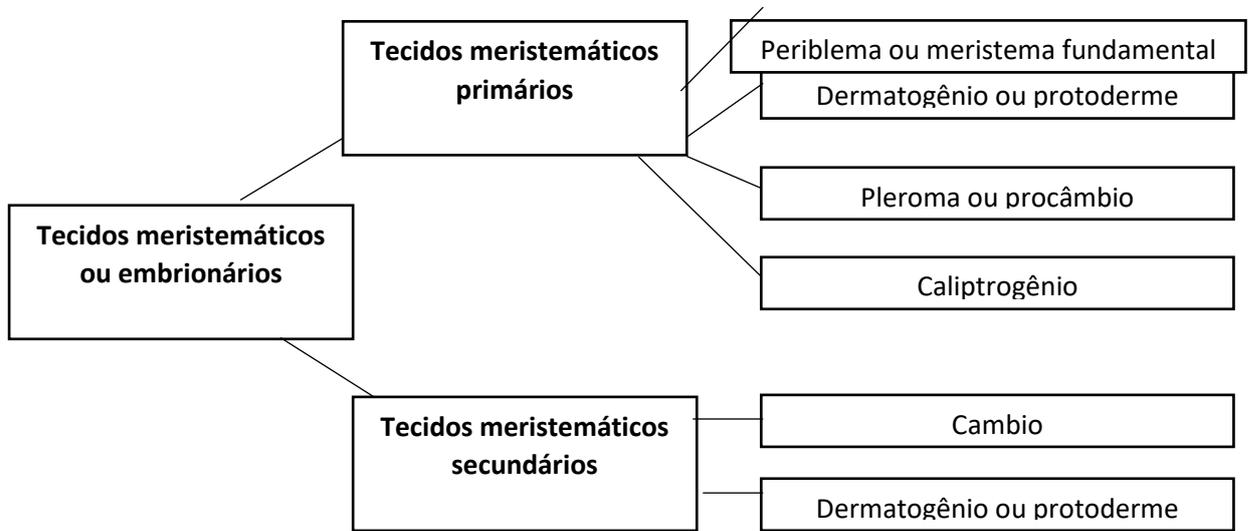
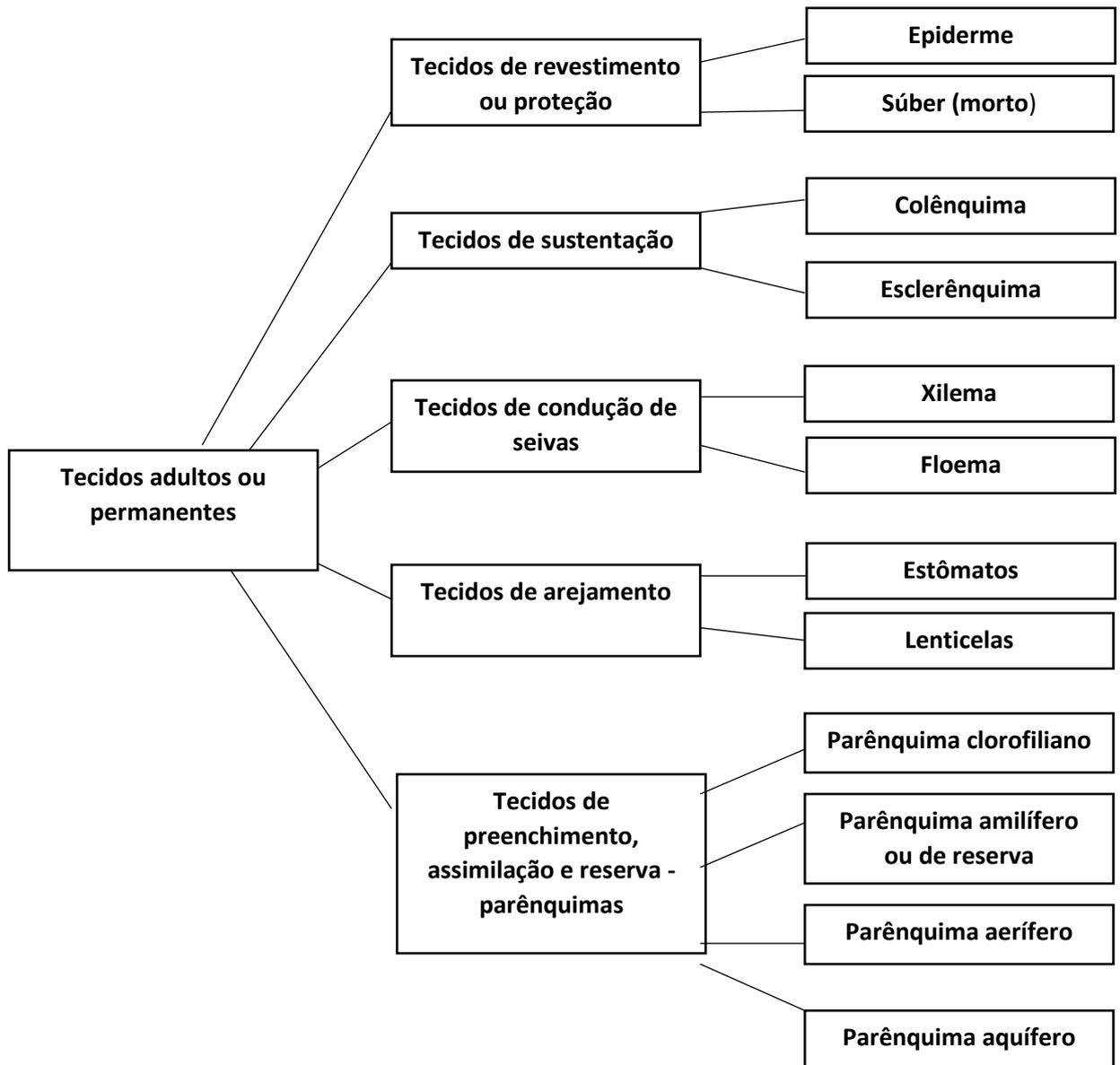


Figura Produto 15- Tecidos adultos ou permanentes



Sugestão de link para complementação de estudo sobre tecidos vegetais.

<https://brasile scola.uol.com.br/biologia/tecidos-vegetais.htm>

Após a realização da atividade experimental sobre morfologia vegetal e diálogo com o professor, vamos responder?

- 1- Qual é a composição básica de uma célula vegetal?
- 2- Quais são as principais características macroscópicas e microscópicas dos tecidos vegetais?
- 3- Como ocorre a fotossíntese?

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno(a): _____

Disciplina _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Carboidratos etapa 1 (4º encontro)

Atividade prática 2: construção do conhecimento

CARBOIDRATOS:

Essa aula tem como objetivo testar a hipótese de que OGMs apresentam valores nutricionais diferentes de organismos selvagens. Para testar essa hipótese, realizaremos um experimento para caracterizar qualitativamente a presença de carboidratos em tecidos de soja e milho transgênicos e selvagens.

Durante o trabalho de campo, observamos que os rótulos de diversos alimentos contêm os valores nutricionais relacionados aos carboidratos.

As amostras para essa atividade experimental foram coletadas de uma horta previamente desenvolvida pelo professor pesquisador com cultivares de milho e soja selvagens e transgênicos. Os transgênicos foram modificados geneticamente com a introdução de genes bacteriano do *Bacillus thuringiensis* /*Streptomyces viridochromogenes*/ *Agrobacterium tumefaciens*. Esses genes expressam proteínas que garantem proteção contra o glifosato e algumas pragas

1-Quais carboidratos você conhece?

R:

2-Qual é a importância deles para os seres vivos?

R:

3-Onde ocorre a digestão dos carboidratos após uma refeição?

R:

Material: (Todo material será disponibilizado pelo professor).

- Amostras de vegetal transgênico e selvagem cultivados na horta, ou seja, soja e milho;
- Sementes de soja e milho transgênicos e selvagens;
- Amido de milho e sal para o controle positivo e negativo;
- 4 tubos de ensaio ou copinhos transparentes;
- Almofariz e pistilo para amassar as partes das amostras dos vegetais;
- Estilete;
- Tintura de iodo (vendida em farmácia);
- Papel toalha;
- Folha A4;
- Lápis de cor;

- Lápis preto;

Hipótese proposta pelo aluno:

Procedimento:

- Primeiro com ajuda do estilete, corte e separe as partes das amostras dos vegetais transgênicos e selvagens (caule, raiz e folha) cultivados na horta e amasse com ajuda do almofariz e pistilo, separe a parte líquida da sólida;
- as sementes também poderão ser utilizadas durante o experimentos, para isso será necessário amassá-las.
- Identifique e separe as amostras em tubos de ensaios ou copinhos diferentes (sem que o aluno saiba sobre cada identificação) exemplo: A para milho transgênico, B para milho selvagem, C para soja transgênica e D para soja selvagem;
- Adicione 4gotas da solução de iodo em cada amostra e observe.
- Adicione 4 gotas de iodo no amido de milho dissolvido em água e 4 gotas em outra solução com água e sal (controle positivo e negativo).

Após a realização da atividade experimental, o aluno deverá preencher o Quadro do Produto 3 com a coloração apresentada em cada alimento e nos tubos de ensaios ou copinhos transparentes contendo as amostras de milho e soja transgênicos e selvagens para verificar a presença ou ausência de carboidratos logo após a ação do reagente químico.

Vamos analisar os resultados?

Quadro do Produto 3- Análise de Carboidratos (Reagente Iodo)

Produtos e cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens	Substância utilizada	Coloração	Resultado para presença de carboidratos (positivo ou negativo)
Maizena, pão, batata, arroz ou qualquer alimento rico em amido)	Iodo		
Sal de cozinha (NaCl)	Iodo		
Amostra do tubo A	Iodo		
Amostra do tubo B	Iodo		
Amostra do tubo C	Iodo		
Amostra do tubo D	Iodo		

Agora o aluno deverá fazer um relatório de todo procedimento durante o desenvolvimento da atividade experimental.

Conclusão: o aluno através de seus resultados irá concluir se suas respostas corroboram ou não com sua hipótese inicial e responder à pergunta: Existem diferenças qualitativas com relação a presença de carboidratos em tecidos de vegetais selvagens e transgênicos?

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Carboidratos etapa 2

Atividade pós-aula prática (dever de casa)

Em nosso primeiro encontro, propomos a problematização: “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” Essa pergunta norteadora foi

elaborada após a exibição dos vídeos e em momento de diálogo entre o professor e os alunos, o corpo discente elaborou várias hipóteses relacionadas a problematização. < <https://youtu.be/kiGYrg5AuNs> e <https://youtu.be/7-muUrWZXOI> >.

O primeiro vídeo, apresentou a prática de transformação genética de arroz mediada pela *Agrobacterium tumefaciens*. As etapas do protocolo envolvem atividades que vão desde a utilização de sementes para a formação de calos embriogênicos, até a geração da planta geneticamente modificada.

O Segundo vídeo relata que nas últimas duas décadas, a área com culturas transgênicas cresceu 100 vezes, indo de 1,7 milhões para 175 milhões de hectares. Com isso, o desenvolvimento de pesquisas também tem crescido. A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (Embrapa) é responsável pela primeira soja geneticamente modificada totalmente desenvolvida no Brasil.

De acordo com a hipótese elaborada e após analisar os resultados obtidos durante o experimento, como você interpreta seus dados?

1. Porque foi utilizado o iodo?
2. Após responder a pergunta 1, como você interpreta os resultados obtidos no experimento?

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Carboidratos etapa 3

Atividade presencial (discussão dos resultados e consolidação dos conceitos relacionados aos carboidratos: classificação, nomenclatura etc.)

Nessa prática iremos utilizar o método colorimétrico com reagentes e verificar se o iodo irá interagir com amido e apresentar uma coloração azul/roxo. A tonalidade dessa coloração irá depender da quantidade de amido presente nas amostras. Quando em contato com o iodo, a amilose forma um composto azul.

Regiões lineares da cadeia de amilose formam um complexo azul escuro entre este polissacarídeo e o iodo em soluções aquosas à temperatura ambiente. Esta interação é a base para determinação da amilose (PARKER& RING, 2001).

A amilopectina forma um composto vermelho, dessa forma se espera que a molécula de amido expresse uma coloração roxo.

A reação do iodo com amilopectina ocorre sem padrão definido, dando coloração que varia de vermelha púrpura ou violeta. Cada volta da hélice contém 6 unidades de glucose e inclui uma molécula de iodo. A cor efetiva produzida dependendo número de voltas da hélice e conseqüentemente, do comprimento da cadeia linear (EL-DASH *et al.*, 1982).

O amido é um polissacarídeo formado por amilose e amilopectina, encontrado nos vegetais, como leguminosas, tubérculos, cereais, raízes e outros. Constitui a principal fonte dietética de carboidrato.

O amido é utilizado como matéria-prima para diversos segmentos industriais, como para fabricação de papéis, explosivos, bebidas alcoólicas, roupas, dentre outros (BRAUTLECHT, 1953).

Os carboidratos são classificados em:

Os carboidratos são classificados em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. Os monossacarídeos são as unidades mais simples de carboidratos. Oligossacarídeos são monossacarídeos unidos através da ligação glicosídica, podendo variar de 2 a até 10 unidades de monossacarídeos. Polissacarídeos são monossacarídeos unidos através da ligação glicosídica, apresentando milhares de monossacarídeos. Eles podem ser de origem vegetal (celulose, amido e fibras) e animal (glicogênio). (PINHEIRO; PORTO e MENEZES 2005)

As figuras Figura Produto 7- Classificação dos carboidratos

Figura Produto 7- Classificação dos carboidratos

Figura Produto 7- Classificação dos carboidratos

Figura Produto 7- Classificação dos carboidratos, Figura Produto 8- Mosossacarídeos

Figura Produto 8- Mosossacarídeos

Figura Produto 8- Mosossacarídeos

Figura Produto 8- Mosossacarídeos, Figura Produto 9- Dissacarídeos

Figura Produto 9- Dissacarídeos

Figura Produto 9- Dissacarídeos

Figura Produto 9- Dissacarídeos, Figura Produto 10- Oligossacarídeos

Figura Produto 10- Oligossacarídeos

Figura Produto 10- Oligossacarídeos

Figura Produto 10- Oligossacarídeos e Figura Produto 11- Polissacarídeos

Figura Produto 11- Polissacarídeos

Figura Produto 11- Polissacarídeos

Figura Produto 11- Polissacarídeos mostram os carboidratos sendo classificados.

Figura Produto 19- Classificação dos carboidratos

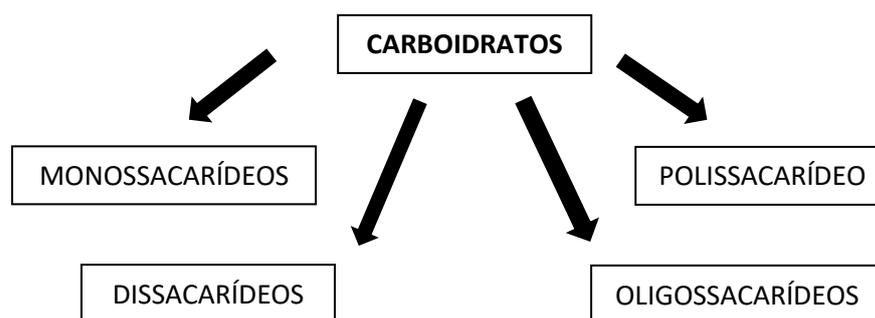
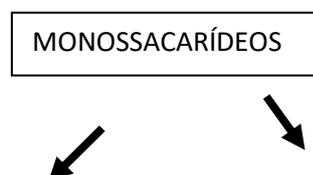


Figura Produto 27- Mosossacarídeos



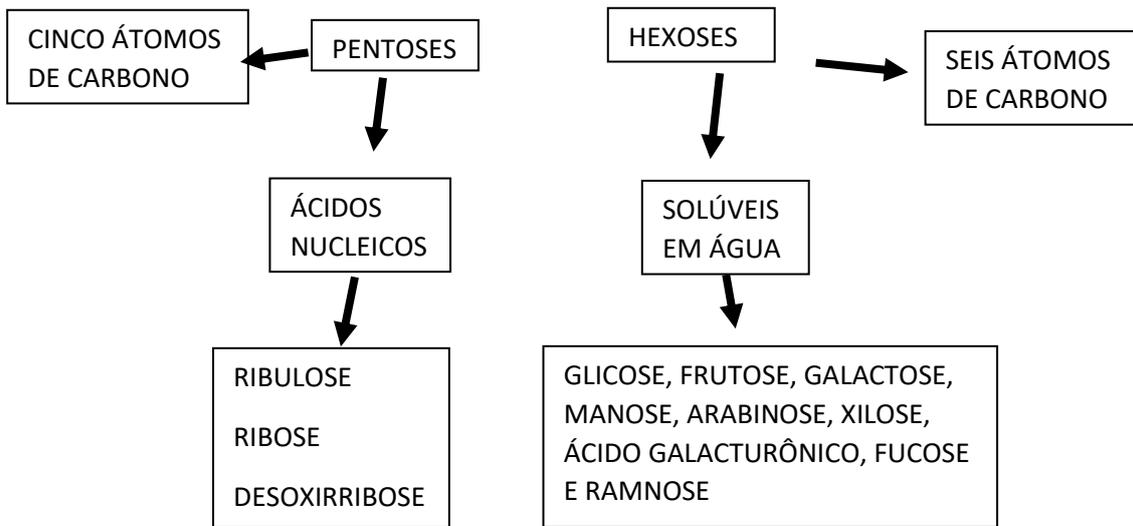


Figura Produto 35- Dissacarídeos

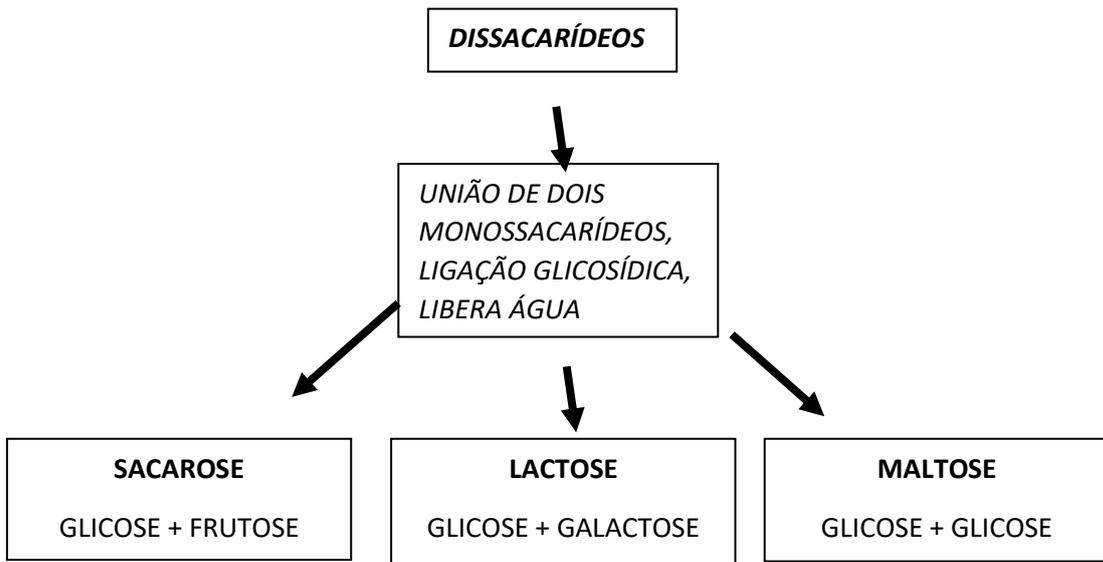
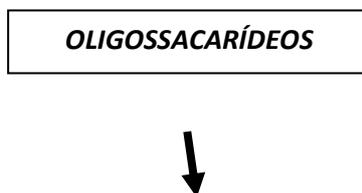


Figura Produto 43- Oligossacarídeos



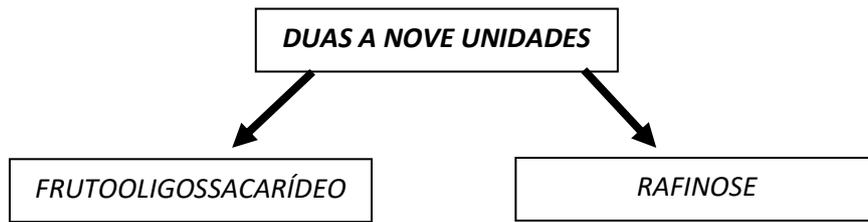
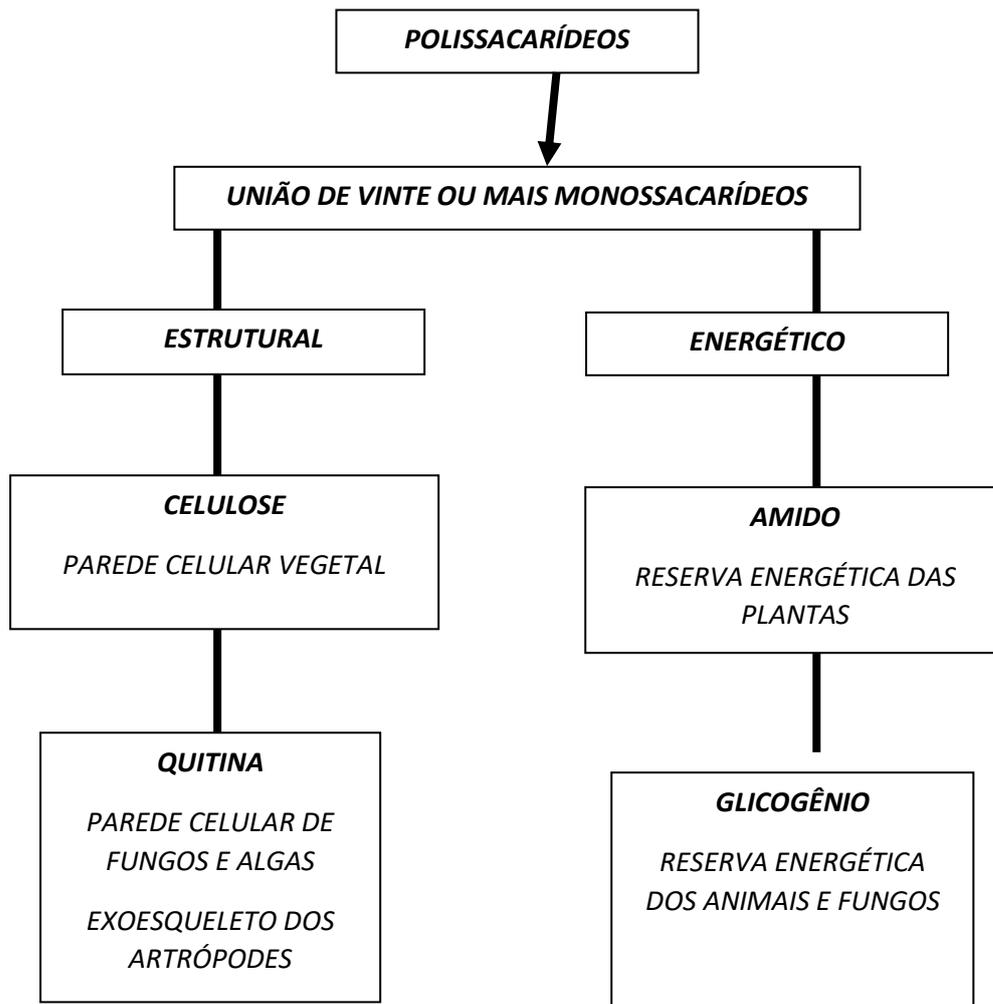


Figura Produto 51- Polissacarídeos



De onde vem os carboidratos?

No processo fotossintético que ocorre no cloroplasto celular, os vegetais, as algas e algumas espécies de bactérias usam a energia luminosa da luz solar para sintetizar matéria orgânica. Nesse processo, o ser fotossintetizante utiliza gás carbônico (CO₂) e água (H₂O) na produção de glicídios, liberando oxigênio (O₂) para atmosfera na seguinte equação: $12 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 \rightarrow 6 \text{ O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ H}_2\text{O}$.

1-Você sabe por que os vegetais são produtores?

2- Qual é a reserva energética dos vegetais? Em que parte dos vegetais encontramos essas reservas?

E agora, você sabe como as plantas e animais aproveitam a luz do sol?

Vamos construir uma pirâmide alimentar contendo milho e soja como produtores?

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA/SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina: _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Aula Experimental 4: construção do conhecimento (5º encontro atividade 1)

PROTEÍNAS

O experimento, a ser realizado através do método colorimétrico, tem como objetivo fazer com que os alunos observem a presença de proteínas na soja e no milho transgênicos e selvagens.

Na atividade experimental proposta, iremos utilizar como indicadores o Sulfato de cobre a 0,5% e o hidróxido de sódio. O experimento que apresentar uma coloração violeta, indicará a presença de proteína e azul claro a ausência de proteínas. De acordo com Petkowics (2007), “a presença de proteínas em alimentos pode ser obtida utilizando apenas solução de sulfato de cobre e hidróxido de sódio, o que torna conveniente a aplicação dessa prática em aulas do ensino médio, principalmente pela facilidade de aquisição desses reagentes”.

Como controle positivo iremos utilizar o ovo cru, a coloração que observarmos no ovo será a coloração que vai aparecer em todo o alimento que contiver proteínas. O sal de cozinha é seu "controle negativo", pois nele não encontrará proteínas.

Material:

- Amostras de vegetal transgênico e selvagem cultivados na horta, ou seja, soja e milho;
- Amostra de um ovo cru e sal de cozinha para o controle positivo e negativo;
- 4 Tubos de ensaio ou copinho transparente;
- Almofariz e pistilo para amassar as partes das amostras dos vegetais;
- Estilete;
- Papel toalha;
- Folha A4
- Lápis de cor
- Lápis preto
- Bastão de vidro
- Água destilada
- Hidróxido de sódio

- Sulfato de cobre a 0,5%

Procedimento:

- Identifique a amostra de ovo e a amostra de sal de cozinha e adicione cinco gotas de hidróxido de sódio e cinco gotas de Sulfato de cobre a 0,5% em cada amostra. Observe a reação, onde o ovo estará sendo usado como controle positivo e o sal de cozinha como controle negativo;
- Agora com ajuda do estilete, corte e separe as partes das amostras dos vegetais transgênicos e selvagens (caule, raiz e folha) cultivados na horta e amasse com ajuda do almofariz e pistilo, separe a parte líquida da sólida;
- As sementes também poderão ser utilizadas durante o experimentos, para isso será necessário amassá-las e separar a parte líquida da sólida.
- Identifique e separe as amostras em tubos de ensaios ou copinhos diferentes (sem que o aluno saiba sobre cada identificação) exemplo: A para milho transgênico, B para milho selvagem, C para soja transgênica e D para soja selvagem;
- Depois adicione cinco gotas de hidróxido de sódio e cinco gotas de Sulfato de cobre a 0,5% em cada amostra. Espere e observe a interação dos reagentes químicos (substância química que é adicionado com a finalidade de provocar um fenômeno químico) com as amostras coletadas nos tubos de ensaios ou copinhos transparentes;
- Observe as amostras e compare com o controle positivo e o controle negativo. Após a realização da atividade experimental, o aluno deverá preencher o Quadro do Produto 4 com a coloração apresentada em cada alimento nos tubos de ensaios ou copinhos transparentes contendo as amostras de milho e soja transgênicos e selvagens para verificar a presença ou ausência de proteínas logo após a ações dos reagentes químicos.

Vamos verificar a presença de proteínas?

Quadro do Produto 4- Presença de proteínas com reagentes(Sulfato de Cobre e Hidróxido de Sódio)

Produtos e cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens	Substância utilizada	Coloração	Resultado para presença de proteínas (positivo ou negativo)
Ovo	hidróxido de sódio Sulfato de cobre a 0,5%		
Sal de cozinha (NaCl)	hidróxido de sódio		

	Sulfato de cobre a 0,5%		
Amostra do tubo A	hidróxido de sódio Sulfato de cobre a 0,5%		
Amostra do tubo B	hidróxido de sódio Sulfato de cobre a 0,5%		
Amostra do tubo C	hidróxido de sódio Sulfato de cobre a 0,5%		
Amostra do tubo D	hidróxido de sódio Sulfato de cobre a 0,5%		

Agora o aluno deverá fazer um relatório de todo procedimento durante o desenvolvimento da atividade experimental.

Hipótese proposta pelo aluno após a exibição do vídeo e tendo por base a problematização: “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?”

A partir da problematização “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” Que conclusão você chegou após os resultados coletados durante a atividade experimental da presença de proteínas nos exemplares de soja e milho transgênicos e convencionais? Esse resultado corrobora com sua hipótese?

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Aula Experimental 4: construção do conhecimento (atividade 2)

PROTEÍNAS

Em nosso primeiro encontro, propomos uma problematização “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” Essa pergunta norteadora foi elaborada após a exibição dos vídeos e em momento de diálogo entre o professor e os alunos, o corpo discente elaborou várias hipóteses relacionadas a problematização. < <https://youtu.be/kiGYrg5AuNs> e <https://youtu.be/7-muUrWZXOI> >. O primeiro vídeo, apresenta a prática de transformação genética de arroz mediada pela *Agrobacterium tumefaciens*. As etapas do protocolo envolvem atividades que vão desde a utilização de sementes para a formação de calos embriogênicos até a geração da planta geneticamente modificada. O Segundo vídeo relata que nas últimas duas décadas, a área com culturas transgênicas cresceu 100 vezes, indo de 1,7 milhões para 175 milhões de hectares. Com isso, o desenvolvimento de pesquisas também tem crescido. A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (Embrapa) é responsável pela primeira soja geneticamente modificada totalmente desenvolvida no Brasil.

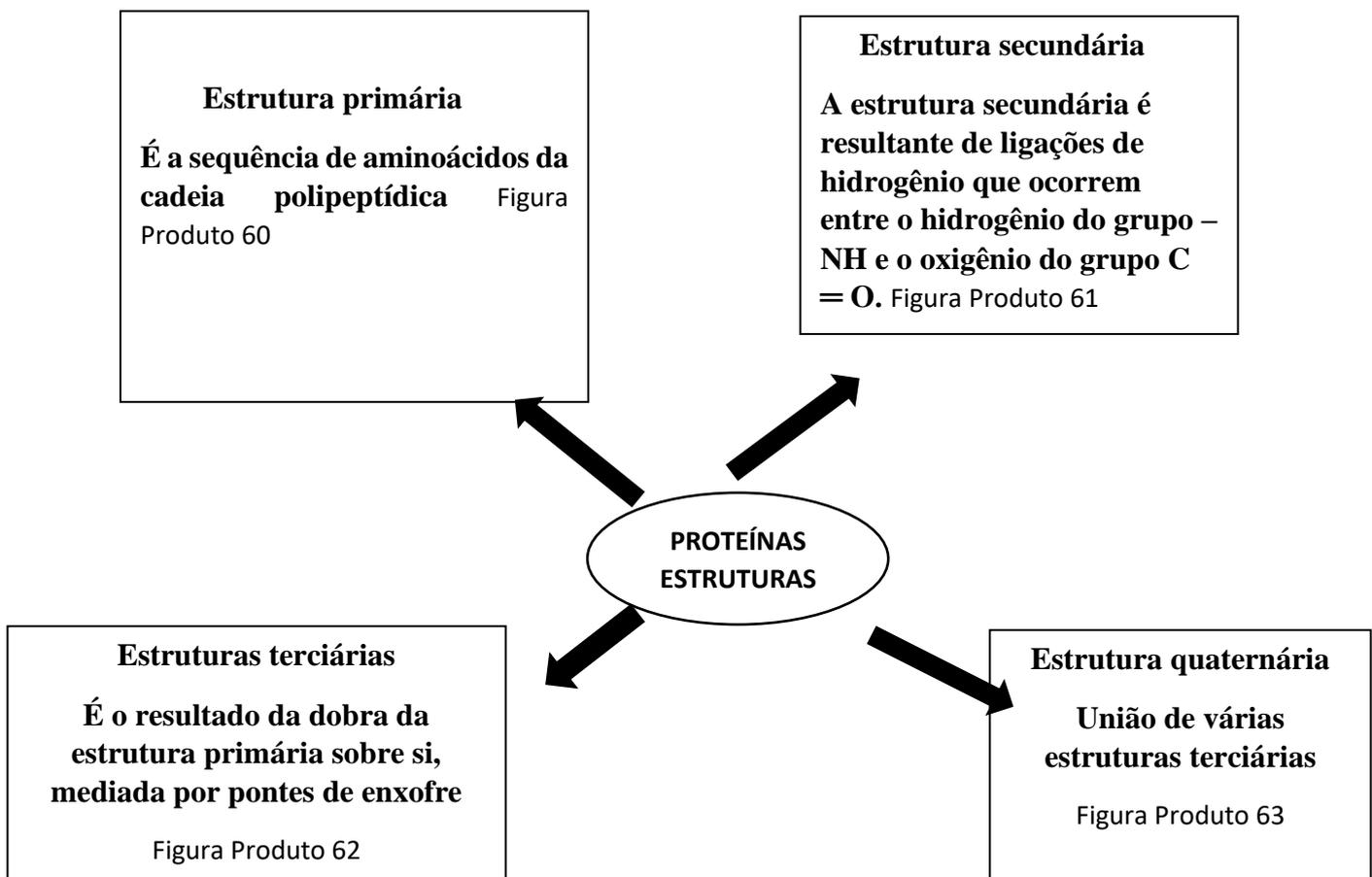
As biomoléculas de proteínas são formadas através de ligações peptídicas entre aminoácidos, sua estrutura é formada basicamente por átomos de carbono, nitrogênio e oxigênio. A maior parte do nitrogênio consumido na dieta pode ser incorporado na estrutura protéica.

Proteínas são macromoléculas biológicas que exercem funções vitais nos organismos vivos, como estrutural, catálise, imunidade, entre outros. São abordadas no ensino médio e superior na área da saúde, biologia e química. As proteínas consistem em cadeias polipeptídicas formadas por aminoácidos unidos por ligações covalentes, cada tipo de proteína tem sua sequência e estrutura exclusiva. Para esta diversidade de combinações existem 20 tipos de aminoácidos, cada qual com suas propriedades únicas em sua cadeia lateral (ALBERTS; et al, 2010).

Quanto a classificação encontramos as proteínas fibrosas e globulares, as fibrosas são constituídas por cadeias longas de polipeptídeos com grupamentos em forma de feixes e insolúveis em água. As globulares possuem formas esféricas e são solúveis em água, sendo assim,

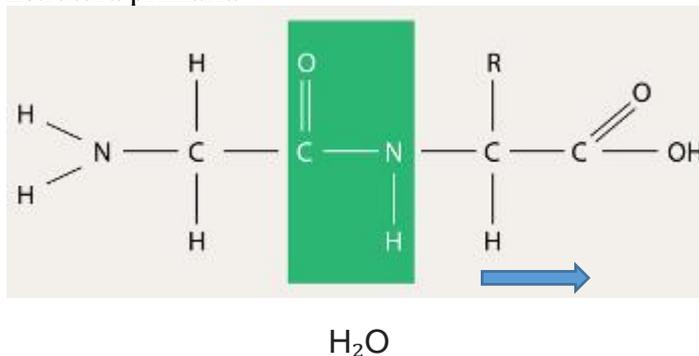
Por serem moléculas complexas, estuda-se a estrutura tridimensional para a compreensão de sua função. Para tal, é subdividido em estrutura primária, secundária, terciária e quaternária que vão do ponto de vista do micro ao macro respectivamente. A estrutura primária é denominada pela sequência de aminoácidos, é importante compreende-la pois se o sequenciamento da estrutura normal ou mutante for conhecida, é possível diagnosticar ou estudar doenças (HARVEY; FERRIER, 2012).

Figura Produto 56- Estruturas das proteínas



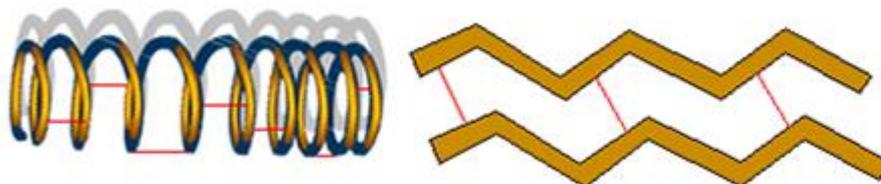
Figuras estruturais das proteínas

Figura Produto 60- Estrutura primária



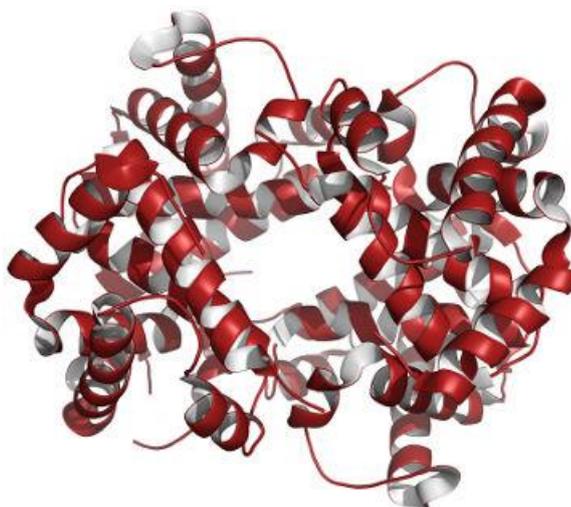
<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/estruturas-das-proteinas.htm> (Acesso em: 05 de abril. de 2022).

Figura Produto 61- Estrutura secundária



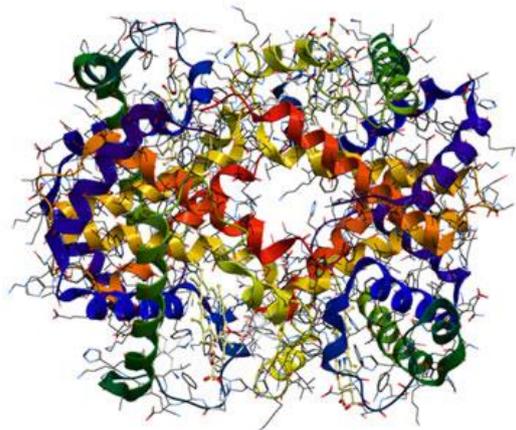
<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/estruturas-das-proteinas.htm> (Acesso em: 05 de abril. de 2022).

Figura Produto 62- Estrutura terciária



<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/estruturas-das-proteinas.htm> (Acesso em: 05 de abril. de 2022).

Figura Produto 63- Estrutura quaternária



<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/estruturas-das-proteinas.htm> (Acesso em: 05 de abril de 2022).

Após o experimento sobre proteínas e diálogo com o professor, vamos responder?

- A- O que são proteínas?
- B- Qual é a importância das proteínas para os seres vivos?
- C- Onde as proteínas são degradadas após uma refeição?
- D- Qual é a principal fonte de obtenção de proteínas?
- E- Qual é o impacto para a fisiologia de uma pessoa vegetariana?

Respostas:

Após o experimento sobre proteínas e diálogo com o professor, vamos responder?

- F- O que são proteínas?
- G- Qual é a importância das proteínas para os seres vivos?
- H- Onde as proteínas são degradadas após uma refeição?
- I- Qual é a principal fonte de obtenção de proteínas?
- J- Qual é o impacto para a fisiologia de uma pessoa vegetariana?

Respostas:

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Aula Experimental 5: construção do conhecimento (6º encontro atividade 1)

Lipídios

Esse experimento investigativo tem como objetivo fazer com que os alunos observem a presença de lipídeos na soja e no milho de vegetais transgênicos e selvagens.

Nessa prática iremos verificar através do método gravimétrico com mistura a frio de três solventes, a acetona, o metanol e a água que irão interagir com os lipídios tornando a mistura homogênea ou heterogênea. Veja como complementação o seguinte link: (https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4111167/mod_resource/content/1/LIPIDIOS.pdf).

Como controle positivo iremos utilizar o óleo de soja ou gordura do bacon, as características que observarmos nessa mistura serão as que irão aparecer em todo o alimento que contiver gorduras. O sal de cozinha é seu "controle negativo", pois nele não encontraremos gorduras.

Material:

- Amostras de vegetal transgênico e selvagem cultivados na horta, ou seja, soja e milho;
- Sementes transgênicas e selvagens de milho e soja
- Óleo de soja ou bacon e sal de cozinha para o controle positivo e negativo;
- Almofariz e pistilo para amassar as partes das amostras dos vegetais;
- 4 tubos de ensaio ou copinhos transparentes;
- Estilete;
- Acetona
- Metanol
- Água destilada

Procedimento:

- Com ajuda do estilete, corte as amostras dos vegetais transgênicos e selvagens (caule, raiz e folha) cultivados na horta e amasse bem e separe a parte sólida da líquida;
- identifique as amostras em tubos de ensaios diferentes;
- adicione 5ml de acetona e 5ml de metanol nas amostras. Observe a mistura;
- adicione 5ml de água nas amostras. Observe a mistura;
- retirar a água + o metanol;
- esperar acetona evaporar e observar o resultado.
- faça os mesmos processos anteriores com o controle positivo e controle negativo

Vamos verificar a presença de lipídios?

Quadro do Produto 5- Presença de Lipídios com reagentes(- Acetona e Metanol) e Água destilada

Produtos e cultivares de soja e milho transgênicos e selvagens	Substância utilizada	Aspecto final	Resultado para presença de lipídios (positivo ou negativo)
Óleo de soja ou de milho	- Acetona - Metanol - Água destilada		
Sal de cozinha (NaCl)	- Acetona - Metanol - Água destilada		
Amostra do tubo A	- Acetona - Metanol - Água destilada		
Amostra do tubo B	- Acetona - Metanol		

	- Água destilada		
Amostra do tubo C	- Acetona - Metanol - Água destilada		
Amostra do tubo D	- Acetona - Metanol - Água destilada		

.Agora o aluno deverá fazer um relatório do procedimento durante o desenvolvimento da atividade experimental sobre lipídios.

Figura Produto 64- Informações sobre lipídios. Agora o aluno deverá fazer um relatório do procedimento durante o desenvolvimento da atividade experimental sobre lipídios.

Hipótese proposta após a exibição do vídeo e tendo por base a problematização: “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?”

A partir da problematização “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” Que conclusão você chegou após os resultados coletados durante a atividade experimental da presença de lipídios nos exemplares de soja e milho transgênicos e convencionais? Esse resultado corrobora com sua hipótese?

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Aula Experimental 5: construção do conhecimento (6º encontro atividade 2)

Lipídios

Em nosso primeiro encontro, propomos uma problematização “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” Essa pergunta norteadora foi elaborada após a exibição dos vídeos e em momento de diálogo entre o professor e os alunos, o corpo discente elaborou várias hipóteses relacionadas a problematização. < <https://youtu.be/kiGYrg5AuNs> e <https://youtu.be/7-muUrWZXOI> >. O primeiro vídeo, apresenta a prática de transformação genética de arroz mediada pela *Agrobacterium tumefaciens*. As etapas do protocolo envolvem atividades que vão desde a utilização de sementes para a formação de calos embriogênicos até a geração da planta geneticamente modificada. O Segundo vídeo relata que nas últimas duas décadas, a área com culturas transgênicas cresceu 100 vezes, indo de 1,7 milhões para 175 milhões de hectares. Com isso, o desenvolvimento de pesquisas também tem crescido. A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (Embrapa) é responsável pela primeira soja geneticamente modificada totalmente desenvolvida no Brasil.

Os lipídios são formados por associação entre álcool e ácido graxo, podem ser simples ou complexos. As propriedades físicas dos lipídios mostram que são solúveis em solventes orgânicos não polar, apresentam em sua composição C, H, O e ainda N e P. São encontrados na forma de óleos e gorduras. Sendo assim,

Os lipídeos constituem um grupamento heterogeneo de compostos, incluindo gorduras, óleos, esteróides, ceras e compostos afins, que são relacionados mais por suas propriedades físicas

do que pelas químicas. Eles têm a propriedade comum de ser relativamente insolúveis em água e solúveis em solventes apolares, como o éter e o clorofórmio. Eles são constituintes importantes da dieta, não apenas devido ao alto valor energético das gorduras, mas também porque os ácidos graxos essenciais e as vitaminas lipossolúveis e outros micronutrientes lipofílicos estão contidos na gordura de alimentos naturais (Botham & Mayes, 2012).

Podemos destacar algumas funções dos lipídios:

*Glicerídios – Reserva energética e isolante térmico (Óleos e Gorduras). Na temperatura ambiente encontramos as gorduras em estado sólido, sendo sua origem animal e o óleo em estado líquido e sua origem de produtos vegetais.

*Ceras – São substâncias impermeabilizantes.

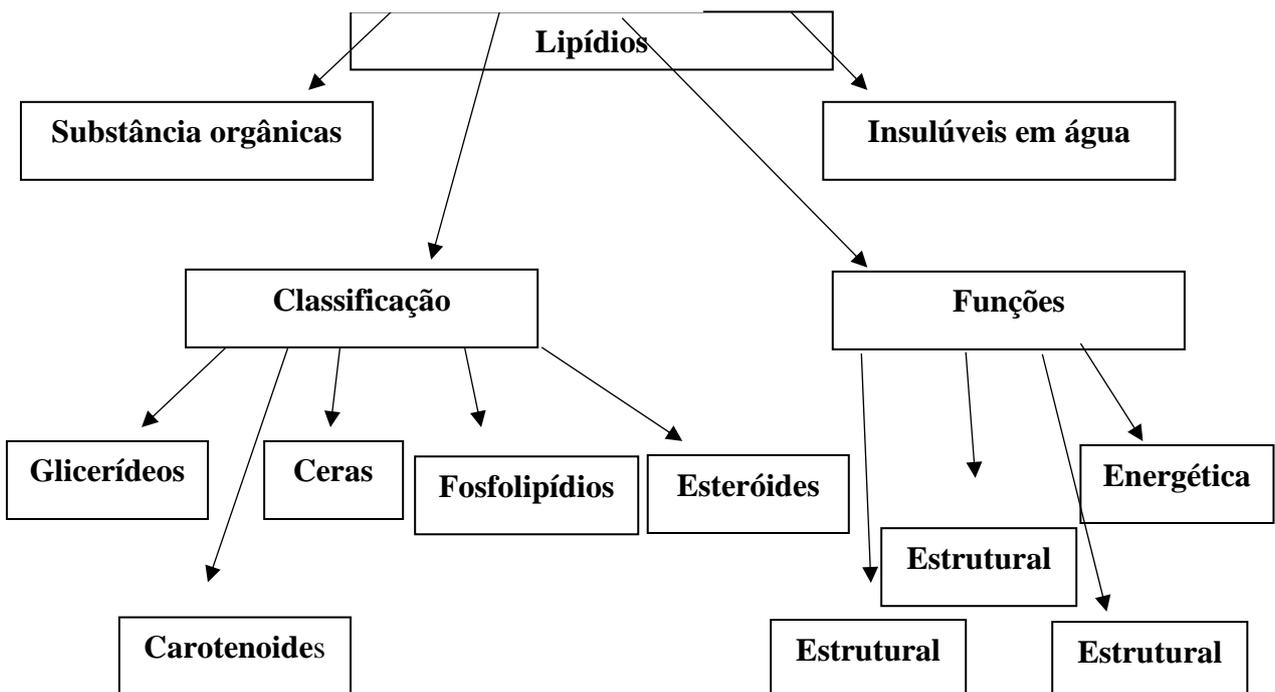
* Esteroides – Não possuem ácidos graxos em sua estrutura, podemos citar os hormônios sexuais e o colesterol.

*Fosfolipídios – Possuem fosfato em sua estrutura, encontrados nas membranas celulares.

* Carotenoides – São pigmentos com tonalidades que compreendem o amarelo e vermelho, são fotossintetizantes e os carotenóides ainda participam nas cores das flores e outras partes da planta.

Vamos relembrar:

Figura Produto 65- Informações sobre lipídios



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina: _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Ácidos Nucleicos

Aula Experimental 5: construção do conhecimento (7º encontro atividade 1)

Esse experimento tem como objetivo fazer com que os alunos observem a presença de material genético na soja e no milho de vegetais transgênicos e selvagens. Nessa prática, extraída e adaptada do vídeo presente no link < <https://youtu.be/fBXQfYNqkN4> >. Esse vídeo, mostra a Purificação e Caracterização do DNA de Cebola.

Será verificado a extração do material genético dos cultivares de milho e soja transgênicos e selvagens plantados na horta caseira do professor. Para isso será utilizado detergente caseiro para romper as paredes nucleares, sal de cozinha o qual contribuirá com íons positivos que neutralizam a carga negativa do DNA e o álcool gelado que irá precipitar o DNA insolúvel em álcool. Objetivo: comparar a presença de DNA nos vegetais transgênicos e convencionais/selvagens. Vídeo para apoio no desenvolvimento da atividade experimental

< <https://youtu.be/1w5u0XIGydI> >. Esse vídeo que também serviu como exemplo, demonstra de um modo bem simples a extração do DNA do morango.

Material:

- Amostras de vegetais transgênicos e selvagens cultivados na horta desenvolvida pelo professor, ou seja, soja e milho;
- 4 tubos de ensaio;
- Almofariz e pistilo para amassar as partes das amostras dos vegetais;
- Estilete;
- Papel toalha;
- Folha A4;

- Colher de sopa;
- Lápis preto;
- Bastão de vidro;
- Água destilada;
- Detergente;
- Álcool gelado;
- cloreto de sódio
- Filtro de papel
- Copo limpo
- Colher de chá

Procedimento:

- Preparar um copo controle pela metade de água destilada, coloque quatro colheres de sopa de detergente e uma colher de chá de sal e meio copo de álcool. Reserve para controle negativo.
- Amassar as folhas de cada exemplar de milho e soja separadamente, coloque quatro colheres de sopa de detergente e uma colher de chá de sal em meio copo de água. Mexa bem até a solução se dissolver completamente;
- Coloque as amostras dos cultivares amassados no copo com a solução de detergente e sal e por 5 minutos;
- Depois coe a mistura no filtro de papel e recolha o filtrado em um copo limpo;
- A esse filtrado adicione meio copo de álcool gelado. Deixe o álcool escorrer vagarosamente pela borda, de forma que se obtenham duas fases: a superior, alcoólica; e a inferior, aquosa;
- Com o bastão, faça movimentos circulares misturando as fases;
- À medida que se mistura a solução, vão se formando fios esbranquiçados.

- 1- Você sabe o que são esses aglomerados esbranquiçados?
- 2- Qual é a importância do detergente, do cloreto de sódio e do álcool para esse experimento?
- 3- Aconteceu o mesmo com mistura de água, sal, detergente e álcool? Explique.

O aluno deverá fazer um relatório do procedimento durante o desenvolvimento da atividade experimental sobre ácidos nucleicos.

Hipótese proposta após a exibição do vídeo e tendo por base a problematização: “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?”

A partir da problematização “OGMs utilizados na alimentação humana têm seu valor nutricional alterado?” Que conclusão você chegou após os resultados coletados durante a atividade experimental da extração de ácidos nucleicos nos exemplares de soja e milho transgênicos e convencionais? Esse resultado corrobora com sua hipótese?

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina: _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Ácidos Nucleicos

Aula Experimental 5: construção do conhecimento (7º encontro atividade 2)

O ácido desoxirribonucleico (DNA) e ácido ribonucleico (RNA) são macromoléculas formadas por nucleotídeos responsáveis por armazenar e transmitir as informações genéticas. No DNA encontramos a desoxirribose, enquanto a ribose é encontrada apenas no RNA. Os nucleotídeos são moléculas compostas por açúcar de cinco carbonos (pentoses), bases nitrogenadas e grupo fosfato.

Características dos ácidos nucleicos	DNA	RNA
Bases Nitrogenadas Purinas	Adenina e Guanina	Adenina e Guanina
Bases Nitrogenadas Pirimidinas	Timina e Citosina	Uracila e Citosina
Peso Molecular	Maior quantidade de nucleotídeos	Menor quantidade de nucleotídeos
Fita (filamentos)	Fita dupla	Fita simples
Função	Armazenar informações Genéticas	Expressar informações genéticas produzindo proteínas
Origem	Promove duplicação	Promove transcrição
Localização	Célula eucarionte no Núcleo e nas Mitocôndrias	Célula eucarionte no Núcleo, no citoplasma e Ribossomos

	Célula procarionte no Citoplasma e	Célula procarionte no Citoplasma e Ribossomos
--	------------------------------------	---

Vamos responder?

- 1- Como o DNA e o RNA participam na produção de proteínas? (vista na aula experimental 4?)
- 2- Todos os seres vivos possuem ácidos nucleicos? Explique sua resposta.
- 3- Agora diferencie o DNA do RNA quanto as bases nitrogenadas.
- 4- Por que um filho herda as características genotípicas dos pais e transmite para seus futuros filhos?

Respostas:

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO CECIERJ

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (CEJA-SG)

Professor: _____

Aluno (a): _____

Disciplina: _____

Data: _____

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO

Questionários para validação das análises de dados qualitativos

Morfologia

Após a atividade prática sobre morfologia, responda o questionário

Questionário

- 1- O que é morfologia?
- 2- Existem diferenças na morfologia externa dos cultivares de milho e soja transgênicos e selvagens que você observou durante a aula experimental?
- 3- Quais são os tecidos vegetais e como eles funcionam?
- 4- Quais são as características de uma célula vegetal?
- 5- Quanto aos tecidos condutores, que tecido transporta seiva elaborada e que tecido transporta seiva bruta?

Carboidratos

Após a atividade prática sobre carboidratos, responda o questionário

Questionário:

- 6- O que são carboidratos?
- 7- Em que alimentos podemos encontrar os carboidratos?
- 8- Onde e como os carboidratos são degradadas em nosso organismo?
- 9- Como e onde os carboidratos são sintetizados?
- 10- Quais os tipos de carboidratos você conhece?

Proteínas

Após a atividade prática sobre proteínas, responda o questionário

Questionário:

- 11- O que são proteínas?
- 12- Em que alimentos podemos encontrar as proteínas?
- 13- Onde e como as proteínas são degradadas em nosso organismo?
- 14- Como as proteínas são sintetizadas?
- 15- Quais os tipos de proteínas que você conhece?

Após a atividade prática sobre Lipídios, responda o questionário

Questionário

Lipídios

- 16- O que são Lipídios?
- 17- Em que alimentos podemos encontrar os lipídios?
- 18- Onde e como os lipídios são degradadas em nosso organismo?
- 19- Diferencie gorduras de óleos? Dê exemplos.
- 20- Quais os tipos de lipídios que você conhece?

Após a atividade prática sobre Ácidos nucleicos. responda o questionário

Questionário

Ácidos Nucleicos

- 21- O que são ácidos nucleicos?
- 22- Onde estão localizados o DNA e o RNA?
- 23- Quanto as bases nitrogenadas, diferencie DNA de RNA.
- 24- Diferencie transcrição de tradução.
- 25- Onde ocorre o processo de transcrição e onde ocorre o processo de tradução?

Anexo A- Aspectos éticos e/ou ambientais

O projeto de pesquisa (aprovado) foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) através da Plataforma Brasil, observando as recomendações da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012), respeitando a autonomia do indivíduo, a beneficência, a não maleficência, a justiça e a equidade, garantindo assim, o zelo das informações e o total respeito aos indivíduos pesquisados.

Foram convidados a fazer parte da pesquisa 24 alunos regularmente matriculados na 1^a, 2^a e 3^a séries do Ensino Médio do Centro de Educação de Jovens e Adultos de São Gonçalo (CEJA SG). Critérios de inclusão: Esteja participando das aulas. Critérios de exclusão: Não participar das atividades propostas.

Foi elaborado um Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE), assinado pelo aluno maior de 18 anos. O RCLE assinado foi devolvido e arquivado.

Os participantes tiveram total esclarecimento sobre os objetivos do estudo, respeitando-se o desejo de participar e foram informados da possibilidade de desistência e ausência. Serão mantidos o sigilo e o anonimato de todos os participantes da pesquisa. Os benefícios desta pesquisa estão em oferecer estratégias variadas para que o conhecimento científico, as práticas inovadoras e o ensino investigativo sejam ampliados na escola.

Segundo a resolução 466 e 510 do Conselho Nacional de Saúde, todas as pesquisas envolvem riscos, ainda que mínimos.

Desta forma podem ser considerados como riscos ao participante algum desconforto ou constrangimento participando da atividade proposta, vergonha ou desconforto ao falar sobre o tema. O pesquisador, o patrocinador e as instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa irão garantir a confidencialidade, o sigilo, a retirada do participante da pesquisa a qualquer momento.

Anexo B

RCLE



UFRJ

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO****Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE)**

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **“Sequência Didática Investigativa Utilizando Organismos Geneticamente modificados para uma abordagem do Ensino Investigativo em Genética no Ensino Médio”**, que está sob a responsabilidade do pesquisador Nelson Dutra da Rosa, residente à Rua Professor Túlio Perlingeiro, Nº 104, Bairro Piratininga, Niterói-RJ, CEP: 24350-131 – e-mail: n.dutra2016@gmail.com . Sob a orientação da Professora. Profª PhD. Kátia Carneiro de Paula, END: – e-mail: kcarneiro@histo.ufrj.br . Professora, PROFBIO/UFRJ.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **A presente pesquisa tem como objetivo uma abordagem investigativa sobre Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) por meio de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) com alunos das turmas do Ensino Médio do Centro de Educação de Jovens e Adultos (CEJA SG). Será realizada uma aula para 24 alunos do Ensino Médio com a exibição de um vídeo sobre o desenvolvimento da primeira soja transgênica no Brasil (<https://youtu.be/7-muUrWZXOI>) e de um vídeo sobre a transformação genética de plantas, tendo como foco a problematização conduzida sobre a existência ou não de diferenças nas características morfológicas, bioquímicas e nutricionais dos vegetais transgênicos e convencionais/selvagens a serem cultivados (vídeo <https://youtu.be/kiGYrg5AuNs> . Para uma primeira análise será feito um debate com os alunos do CEJA SG a respeito de OGMs para nortear a produção da SDI. Espera-se que os alunos atuem como protagonistas no processo ensino aprendizagem de forma inovadora e investigativa, tornando o aluno como participante ativo.**
- Para abordar essa questão, os alunos realizarão a primeira atividade: uma pesquisa de campo, a ser realizada nos supermercados, para pesquisar sobre o valor nutricional de alimentos transgênicos e convencionais. Para isso, os alunos deverão se dirigir a qualquer supermercado e documentar, por fotos ou vídeos, a ficha nutricional de alimentos transgênicos e convencionais, como biscoitos, massas e cereais. Os alunos deverão representar os dados em forma de tabelas para discussão em sala de aula
- **O coronavírus (COVID-19) é uma doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2.**
- **As pessoas contaminadas pela COVID-19 podem apresentar sintomas leves, moderados ou desenvolverem um quadro grave que pode levar a morte. O atendimento médico deve ser urgente.**

- **O vírus pode se espalhar em pequenas partículas líquidas expelidas pela boca ou pelo nariz de uma pessoa infectada, quando elas tosse, espirram, falam, cantam ou respiram. O tamanho dessas partículas vai de gotas respiratórias maiores até aerossóis menores.**
- **A infecção pode ocorrer caso você inale o vírus quando estiver perto de alguém que tenha COVID-19 ou se você tocar em uma superfície contaminada e, em seguida, passar as mãos nos olhos, no nariz ou na boca. O vírus se espalha com mais facilidade em locais fechados e em multidões. Por isso, se o aluno participar da pesquisa de campo proposta nesse trabalho é obrigatório seguir os protocolos de saúde durante a atividade para evitar possível contaminação.**
- Estamos em um contexto epidemiológico grave de covid-19 com riscos à saúde e à integridade dos participantes envolvidos, por isso devemos entender que cada aluno deverá seguir os protocolos de segurança durante a pesquisa de campo para evitar possíveis contaminações.
- O pesquisador irá disponibilizar para cada aluno todo material necessário para a pesquisa de campo, tal como álcool em gel, máscaras e luvas.
- Durante a pesquisa de campo, o aluno deverá seguir os protocolos de saúde devido a pandemia causada pela COVID19, ou seja utilizar máscaras, sempre se higienizar com álcool e manter distância de dois metros para outras pessoas. Após todos os dados registrados, o aluno deverá retornar para casa onde seguem os protocolos, tais como: uso de máscaras em locais públicos e conduções, chegando em casa deverá tomar banho e trocar as roupas imediatamente,
- Em seguida, cada aluno irá receber um conjunto de sementes, materiais e instruções para plantá-las em suas residências com a finalidade de comparar as características morfológicas externas, tão logo os vegetais apresentem raiz, caule e folhas.
- Após a coleta e organização dos dados, haverá espaços dedicados para a discussão dos resultados obtidos por cada aluno. Para o encerramento serão elaboradas receitas culinárias a partir de OGMs com seus respectivos valores nutricionais indicados.
- Cada atividade de aula, remota ou presencial, terá a duração de cinquenta minutos a cada sete dias durante o período letivo. Reuniões extraordinárias, se forem necessárias, poderão ser realizadas de forma presencial ou remota. As atividades serão monitoradas por um grupo no *WhatsApp* e pelas aulas remotas durante o desenvolvimento do TCM (aplicação). Essa atividade poderá ser realizada tanto na escola quanto na residência dos alunos pois serão fornecidos os materiais necessários para sua realização.
- **A participação do voluntário nesta pesquisa iniciará no momento em que este assinar este termo de consentimento e o término será ao finalizar a aplicação da SDI, sendo que o voluntário poderá ser procurado pelo pesquisador para responder a mais algum questionamento, caso seja necessário.**

A pesquisa não apresentará risco direto ao voluntário para o desenvolvimento da SDI sobre OGMs, os quais serão minimizados com a aplicação de questionário em momento oportuno durante as aulas de biologia. Segundo a resolução 466 e 510 do Conselho Nacional de Saúde, todas as pesquisas envolvem riscos, ainda que mínimos.

Desta forma podem ser considerados como riscos efetivos de contaminação ao participante durante realização da pesquisa de campo em Supermercados pelo contato com pessoas ou superfícies contaminadas pela COVID-19 devido a pandemia causada pelo **SARS-CoV-2**, algum desconforto ou constrangimento participando da atividade proposta, vergonha ou desconforto ao falar sobre o tema durante as etapas da pesquisa. O pesquisador, o patrocinador (UFRJ) e as instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa irão garantir a confidencialidade, o sigilo, a retirada do participante da pesquisa a qualquer momento.

- **Os benefícios desta pesquisa estão em oferecer estratégias variadas para que o conhecimento científico seja ampliado na escola, além de sua contribuição direta no processo de ensino aprendizagem.**

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (questionários) ficarão armazenados em pasta de arquivo e computador pessoal sob responsabilidade do pesquisador principal da pesquisa, pelo período de mínimo 5 anos;

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). O Comitê de Ética em Pesquisa é um colegiado responsável pelo acompanhamento das ações deste projeto em relação a sua participação, a fim de proteger os direitos dos participantes desta pesquisa e prevenir eventuais riscos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/CFCH) Comitê de Ética em Pesquisa do CFCH – Campus da UFRJ da Praia Vermelha – Prédio da

Decania do CFCH, 3º andar, Sala 30 – Telefone: (21) 3938-5167 – Email: cep.cfch@gmail.com

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **“Sequência Didática Investigativa Utilizando Organismos Geneticamente modificados para uma abordagem do Ensino Investigativo em Genética no Ensino Médio”**, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de seu acompanhamento.

São Gonçalo, de de 20..... .

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
-------	-------

Assinatura:	Assinatura:

Anexo C

Aprovação pelo CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA UTILIZANDO ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS PARA UMA ABORDAGEM DO ENSINO INVESTIGATIVO EM GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO

Pesquisador: NELSON DUTRA DA ROSA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 49455421.6.0000.5582

Instituição Proponente: Universidade Federal Do Rio de Janeiro

Patrocinador Principal: Universidade Federal Do Rio de Janeiro

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.099.981

Apresentação do Projeto:

O projeto pretende construir uma sequência didática investigativa utilizando organismos geneticamente modificados como elementos motivadores para abordagem dos conceitos do conteúdo de Genética, Bioquímica, Nutrição, Citologia e Botânica no Ensino Médio. Se espera que a sequência didática investigativa tenha a finalidade de melhorar o desempenho no estudo dos alunos. Ela será ministrada para 24 alunos maiores de 18 anos devidamente matriculados no CEJA SG- RJ

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Elaborar uma Sequência Didática Investigativa utilizando Organismos Geneticamente Modificados para abordar conceitos de Genética no ensino Médio. **Objetivo Secundário:** 1. Construir uma horta para plantio de sementes transgênicas e selvagens; 2. Elaborar uma sequência didática/investigativa para realizar práticas de comparação das características

morfológicas entre indivíduos selvagens e transgênicos; 3. Elaborar uma sequência didática/investigativa para realizar práticas de identificação e comparação de macromoléculas (DNA, açúcares, lipídeos e proteínas) nas sementes de indivíduos convencionais e transgênicos; 4. Desenvolver receitas utilizando produtos derivados de milho e soja, 5. Elaborar um roteiro de atividades para docentes e discentes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador atendeu às solicitações do CEP e incluiu os riscos e benefícios da pesquisa, especialmente aqueles relacionados à covid-19

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa se preocupa com aspectos éticos fundamentais, como o sigilo e o anonimato, assim como esclarece os riscos e os benefícios.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os documentos necessários foram apresentados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O pesquisador incorporou no RCLE e nas informações básicas do projeto os pontos pendentes, tais como os riscos para os participantes (inclusive relacionados à covid-19) e as informações sobre o papel do CEP. O projeto está aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1729197.pdf	09/10/2021 10:16:41		Aceito
Outros	Carta_Resposta.docx	09/10/2021 10:13:06	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	RCLE_MAIORES_ATUALIZADO.doc	09/10/2021 10:11:36	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado_atualizado.docx	09/10/2021 10:11:15	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Cronograma	Cronograma_Detalhado_Atualizado.doc	09/10/2021	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito

	x	10:10:53	ROSA	
Outros	Carta_resposta_pendencias.docx	20/08/2021 09:04:42	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Outros	Carta_resposta_pendencia.docx	08/07/2021 17:28:29	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Outros	Carta_de_apresentacao1.docx	29/06/2021 16:57:46	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_daPesquisadora_Katia.docx	29/06/2021 16:55:29	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_do_Pesquisador_Nelson_D utradaRosa.docx	29/06/2021 16:53:09	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Outros	Arquivo_cvlattes1.docx	29/06/2021 16:47:11	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Outros	Arquivo_cvlattes1_KC.pdf	29/06/2021 16:45:20	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Outros	TERMO_DE_COMPROMISSO_DE_UTI LIZACAO_DE_DADOS.doc	29/06/2021 16:20:18	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Outros	TERMO_DE_AUTORIZACAO_DE_USO DE_IMAGEM_E_DEPOIMENTO.doc	29/06/2021 16:19:10	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Outros	Declaracao_da_escola.pdf	29/06/2021 16:16:55	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	29/06/2021 16:13:56	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Outros	Carta_de_apresentacao1_KC.pdf	29/06/2021 16:11:49	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_do_Pesquisador_NelsonDut radaRosa.pdf	27/06/2021 10:21:43	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_da_Pesquisadora_Katia.pdf	27/06/2021 10:21:06	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Nelson_Dutra_da_Ros a.pdf	27/06/2021 10:12:04	NELSON DUTRA DA ROSA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 11 de
Novembro de 2021

Assinado por:
ERIMALDO MATIAS ICACIO

(Coordenador (a))

Anexo 11- Imagens printadas relativas a aprovação pelo CEP

Anexo D

Conceitos relativos as macromoléculas Bioquímicas de Carboidratos, Proteínas e Lipídios estudadas nesta atividade investigativa.

1.7 Carboidratos

Segundo Pinheiro et al (2005), os carboidratos são moléculas bioquímicas conhecidos como açúcares, glicídios ou hidratos de carbono, esses compostos são orgânicos encontrados nos animais e em maiores quantidades nos vegetais. Estão classificados em monossacarídeos, dissacarídeos, polissacarídeos e oligossacarídeos. “A principal fonte de alimento é a Glicose (açúcar presente no sangue), que é transportada para as células pela corrente sanguínea” (PARKER, 2007, p. 110). Sendo assim,

Os carboidratos são classificados em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. Os monossacarídeos são as unidades mais simples de carboidratos. Oligossacarídeos são monossacarídeos unidos através da ligação glicosídica, podendo variar de 2 a até 10 unidades de monossacarídeos. Polissacarídeos são monossacarídeos unidos através da ligação glicosídica, apresentando milhares de monossacarídeos. Eles podem ser de origem vegetal (celulose, amido e fibras) e animal (glicogênio). (PINHEIRO et al, 2005).

Segundo Vinturini (2006), nos vegetais, os carboidratos são produzidos pelo processo de fotossíntese que ocorre nos cloroplastos e armazenados em forma de amido, quando na presença de luz solar são utilizados o gás carbônico e a água para produção da molécula de glicose, oxigênio e água, onde podemos observar na seguinte equação contendo Luz sola + $12\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \rightarrow 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

O amido é um polissacarídeo formado por amilose e amilopectina, encontrado nos vegetais, como leguminosas, tubérculos, cereais, raízes e outros. Constitui a principal fonte dietética de carboidrato. O amido é utilizado como matéria-prima para diversos segmentos industriais, como para fabricação de papéis, explosivos, bebidas alcoólicas, roupas, dentre outros (BRAUTLECHT, 1953).

Os carboidratos são os ‘combustíveis da vida’. Eles armazenam a energia nos seres vivos, na forma de amido e glicogênio (outro polissacarídeo), e a liberam para as reações metabólicas quando são degradados (em especial a glicose). Atuam ainda como doadores de carbono para a síntese de outros constituintes das células (VINTURINI, 2006, p. 27).

Para Moreira (2016), os energéticos são alimentos com grandes quantidades de açúcares, e sua digestão os transformam em glicose para gerar energia, a qual será vital para o desempenho das funções do organismo. O excesso é armazenado em forma de glicogênio no fígado ou estocado em forma de gordura no tecido adiposo dos animais.

1.8 Proteínas

Segundo Motta (2009), as proteínas são sintetizadas durante a tradução do RNAm, que ocorre no citoplasma com a participação dos ribossomos e RNAt, são compostos orgânicos que constituem aproximadamente metade do peso seco dos tecidos corporal e formadas por aminoácidos. Os aminoácidos apresentam em sua estrutura um grupo carboxila (-COOH), um grupo amina (-NH₂) e um átomo de carbono, no qual está ligado a um hidrogênio e um radical (R). Esse radical ligado ao carbono irá variar de acordo com o aminoácido.

Ainda segundo o autor, as proteínas participam de algumas funções, tais como as de catalisadoras (enzimas), estruturais, transportadoras, funcionais, nos pigmentos dos vegetais, anticorpos e formação de hormônios. Sendo assim,

As proteínas são compostas de elevada massa molecular (5000 a vários milhões) produzidas pelas células vivas de todas as formas de vida. São polímeros complexos de α -aminoácidos, unidos entre si por um tipo específico de ligação covalente – a ligação peptídica. As proteínas são constituídas por 20 aminoácidos diferentes reunidos em combinações praticamente infinitas, possibilitando a formação de milhões de estruturas diversas. Estas combinações permitem às células a produção de proteínas com diferentes tamanhos, formas, estruturas, propriedades e funções. A sequência de aminoácidos, que define as características das proteínas, é determinada pelas informações genéticas contidas no núcleo da célula. (MOTTA, 2009, p.63)

As biomoléculas de proteínas são formadas através de ligações peptídicas entre aminoácidos, sua estrutura é formada basicamente por átomos de carbono, nitrogênio e oxigênio. A maior parte do nitrogênio consumido na dieta pode ser incorporado na estrutura protéica.

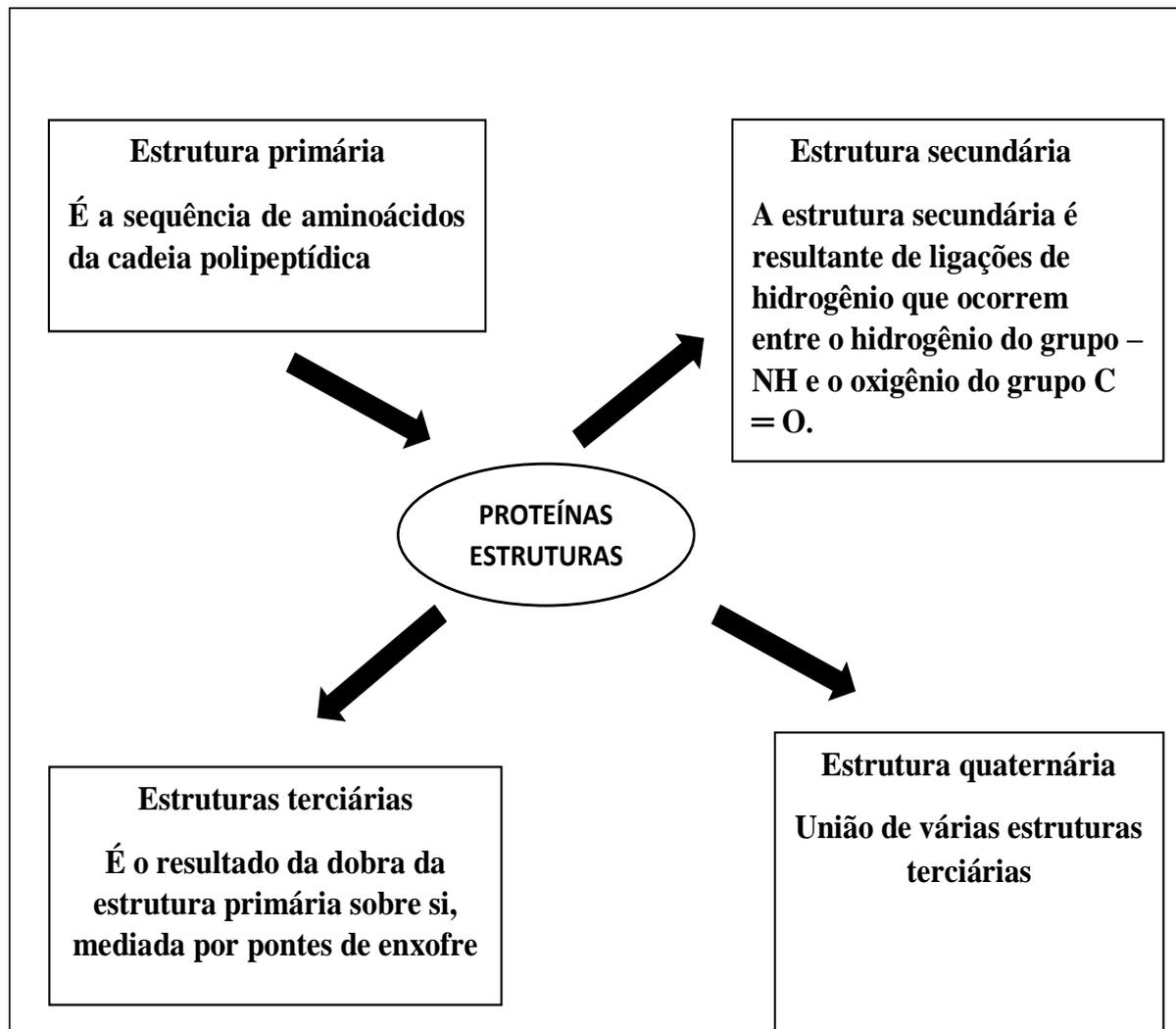
Proteínas são macromoléculas biológicas que exercem funções vitais nos organismos vivos, como estrutural, catálise, imunidade, entre outros. São abordadas no ensino médio e superior na área da saúde, biologia e química. As proteínas consistem em

cadeias polipeptídicas formadas por aminoácidos unidos por ligações covalentes, cada tipo de proteína tem sua sequência e estrutura exclusiva. Para esta diversidade de combinações existem 20 tipos de aminoácidos, cada qual com suas propriedades únicas em sua cadeia lateral (ALBERTS; et al, 2010, p. 109).

De acordo com Harvey e Ferriei (2012), quanto a classificação encontramos as proteínas fibrosas e globulares, as fibrosas são constituídas por cadeias longas de polipeptídeos com grupamentos em forma de feixes e insolúveis em água e as globulares possuem formas esféricas e são solúveis em água. Ainda segundo o autor, as proteínas podem ser diferenciadas também pelas estruturas primárias, secundárias, terciárias ou quaternárias vistas na figura 2.

Por serem moléculas complexas, estuda-se a estrutura tridimensional para a compreensão de sua função. Para tal, é subdivido em estrutura primária, secundária, terciária e quaternária que vão do ponto de vista do micro ao macro respectivamente. A estrutura primária é denominada pela sequência de aminoácidos, é importante compreendê-la pois se o sequenciamento da estrutura normal ou mutante for conhecida, é possível diagnosticar ou estudar doenças (HARVEY; FERRIER, 2012, p. 19).

Figura 11- Descrição de formas estruturais das moléculas de proteínas



Fonte: Elaborada pelo Autor

1.9 Lipídios

Para Botham e Mayes (2012), os lipídios são formados por associação entre álcool e ácido graxo e podem ser simples ou complexos. As propriedades físicas dos lipídios mostram que são solúveis em solventes orgânicos não polar, apresentam em sua composição C, H, O e ainda N e P. São encontrados na forma de óleos e gorduras. Sendo assim,

Os lipídeos constituem um grupamento heterogêneo de compostos, incluindo gorduras, óleos, esteróides, ceras e compostos afins, que são relacionados mais por suas propriedades físicas do que pelas químicas. Eles têm a propriedade comum de ser relativamente insolúveis em água e solúveis em solventes apolares, como o éter e

o clorofórmio. Eles são constituintes importantes da dieta, não apenas devido ao alto valor energético das gorduras, mas também porque os ácidos graxos essenciais e as vitaminas lipossolúveis e outros micronutrientes lipofílicos estão contidos na gordura de alimentos naturais (Botham e Mayes, 2012, p. 2).

Ainda segundo os autores, pode-se destacar algumas funções dos lipídios (figura 3):

*Glicerídios – Reserva energética e isolante térmico (Óleos e Gorduras). Na temperatura ambiente encontramos as gorduras em estado sólido, sendo sua origem animal e o óleo em estado líquido e sua origem de produtos vegetais.

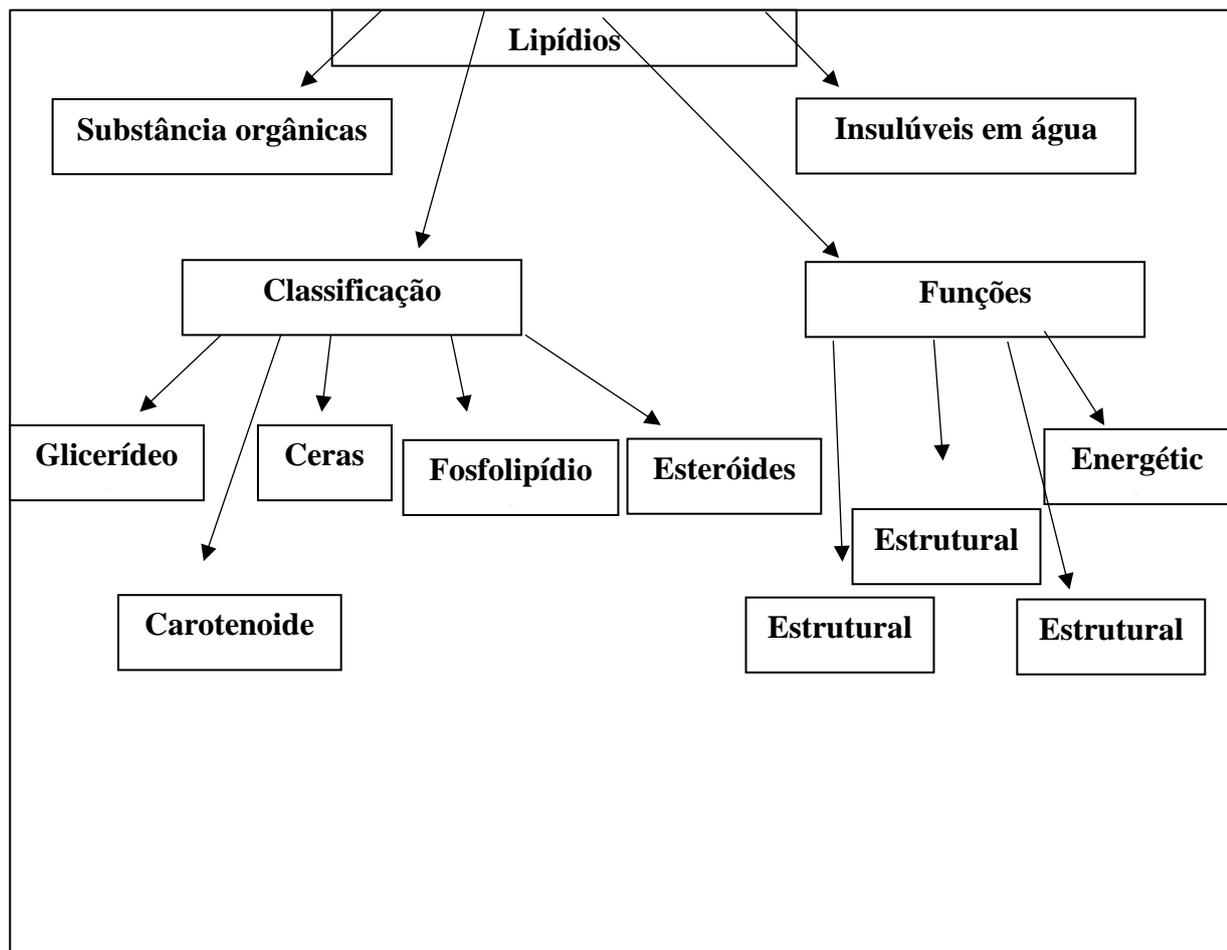
*Ceras – São substâncias impermeabilizantes.

* Esteroides – Não possuem ácidos graxos em sua estrutura, podemos citar os hormônios sexuais e o colesterol.

*Fosfolipídios – Possuem fosfato em sua estrutura, encontrados nas membranas celulares.

* Carotenoides – São pigmentos com tonalidades que compreendem o amarelo e vermelho, são fotossintetizantes e os carotenóides ainda participam nas cores das flores e outras partes da planta.

Figura 12- Características dos lipídios



Fonte: Elaborada pelo Autor