

Universidade Federal de Juiz de Fora  
*Campus* Avançado Governador Valadares  
Instituto de Ciências da Vida - ICV

**O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA PROMOÇÃO DA  
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**  
**Uma abordagem investigativa para o ensino dos transgênicos**

**AMANDA OLIVEIRA SANTOS**

**GOVERNADOR VALADARES**

**2022**

**AMANDA OLIVEIRA SANTOS**

**O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA PROMOÇÃO DA  
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

**Uma abordagem investigativa para o ensino dos transgênicos**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto de Ciências da Vida da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Macroprojeto: Novas Práticas e Estratégias Pedagógicas para o Ensino de Biologia”

Orientador: Prof. Dr. Fábio Alessandro Pieri

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Augusto Maciel Guedes

**GOVERNADOR VALADARES**

**2022**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Santos, Amanda Oliveira.

O uso de tecnologias digitais para promoção da alfabetização científica : Uma abordagem investigativa para o ensino dos transgênicos / Amanda Oliveira Santos. -- 2022.

167 f. : il.

Orientador: Fabio Alessandro Pieri

Coorientador: Bruno Augusto Maciel Guedes

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2022.

1. Ensino de Biologia. 2. Metodologia ativa. 3. Ensino investigativo. 4. Transgênicos. 5. Alfabetização científica. I. Pieri, Fabio Alessandro, orient. II. Guedes, Bruno Augusto Maciel, coorient. III. Título.

**AMANDA OLIVEIRA SANTOS**

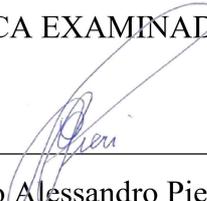
**O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO  
CIENTÍFICA**

**Uma abordagem investigativa para o ensino dos transgênicos**

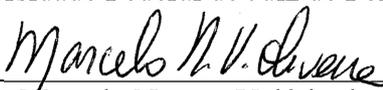
Dissertação apresentada ao PROGRAMA  
NACIONAL DE MESTRADO  
PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA  
(PROFBIO) da Universidade Federal de Juiz de  
Fora - Campus avançado de Governador  
Valadares

Aprovada em: 25 / 08 / 2022

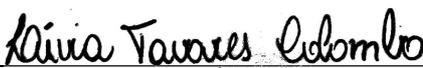
**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Fábio Alessandro Pieri - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcelo Nagem Valério de Oliveira

Universidade Federal de Juiz de Fora

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª. Dra. Livia Tavares Colombo

Universidade Vale do Rio Doce

**Dedico este trabalho à minha família que me apoiou...**

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus pela sabedoria para escrever o trabalho e oportunidade de conhecer e aprofundar em leis que mantêm a organização da vida no universo. A Jesus Cristo que morreu e ressuscitou para nos salvar e interceder por nós, e revelar a verdade.

Todo este trabalho foi traçado por Deus e colocou força de vontade em meu ser, para estudar e me ajudou a escolher o melhor orientador que eu jamais poderia imaginar. Ao meu coorientador por me auxiliar no trabalho e responder mensagem no WhatsApp rapidamente com toda atenção do mundo. Pelos amigos e professores do PROFBIO, que ajudaram a aperfeiçoar o conhecimento com suas experiências. Agradeço a CAPES pela manutenção do PROFBIO.

Aos meus pais que acreditam na importância dos estudos, e incentivaram e me apoiaram durante todo o trajeto do curso. A minha irmã pela revisão de texto quando estava no início da elaboração do projeto.

A Escola Estadual Pimenta da Veiga localizada no município de Tarumirim-MG, em especial à direção que me apoiou na realização do trabalho e os alunos do 3º ano que realizaram as atividades com todo carinho e dedicação.

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

Obrigada a todos.

## RELATO DA MESTRANDA

Desde o ensino fundamental o meu sonho foi ser professora, pois gostava muito da disciplina de ciências, além de gostar muito da professora que foi uma grande inspiração para mim. Minha irmã primogênita escolheu ser professora também e isto me incentivou ainda mais a seguir este caminho.

Sempre estudei em escola pública e durante o meu percurso, apesar de gostar muito da matéria de ciências e biologia, não era boa nas referidas disciplinas, portanto tive que estudar muito, acostumei com isto como uma forma de distração e diversão. No meu ensino médio comecei a fazer o curso técnico em meio ambiente; porém, acabei desistindo, pois não era a profissão que eu queria. Quando terminei o referido ensino fiz o vestibular em Ipatinga, na Unileste (Centro Universitário Católica do Leste de Minas Gerais), e passei para o curso de ciências biológicas.

Nos primeiros seis meses de faculdade morei na casa da minha tia, em Tarumirim (Minas Gerais), para ficar mais fácil de pegar o ônibus e ir para faculdade que fica a 1 (uma) hora de viagem. Minha mãe, costureira, e meu pai, pecuarista, me ajudaram pagando o curso durante seis meses para mim. Depois consegui meia bolsa na faculdade para pessoas que não tinham condição de arcar com a mensalidade e que moravam na zona rural, e eu me encaixava neste perfil. O restante da mensalidade eu consegui financiando. Mudei para Ipatinga (Minas Gerais) para continuar estudando, pois a viagem de Tarumirim para Ipatinga estava me cansando muito e não estava tendo rendimento na faculdade. Mudei para uma república (casa de estudantes) próxima à faculdade e comecei a me dedicar integralmente para o curso, aproveitando o máximo da biblioteca maravilhosa que a Unileste disponibilizava para os que faziam graduação. Quando finalizei, já tinha ideia que eu queria fazer o mestrado, meus professores da graduação me inspiravam muito, e eu gostava da forma como eles amavam o que faziam. Então, comecei concorrendo a aulas no estado e foi difícil conseguir, pois não tinha tempo. Peguei uma licença com três aulas, em Tarumirim, e enfrentei muitas dificuldades em sala. E isto me fez querer seguir outros caminhos, fiz uma pós-graduação lato sensu em análises clínicas, porém quando terminei eu passei no concurso para o magistério no estado de Minas Gerais e fui seguir a carreira docente com muito mais aulas que eu tinha quando comecei. Ter passado no concurso me dava o direito de conseguir aulas, mesmo não sendo ainda efetiva. Comecei trabalhando três anos na Escola Estadual Olegário Maciel, gostava muito e agradeço de coração a experiência incrível que tive nesta escola. Depois fui efetivada em uma escola em

Itanhomi, também no referido estado, trabalhei seis meses e pedi remoção para a Escola Estadual Pimenta da Veiga que fica a 5 minutos da minha residência onde posso morar com meus pais. Assim, isto foi uma das melhores coisas que aconteceu na minha vida, além de ter conseguido ingressar no mestrado que já havia tentado em outra seletiva; porém, obtive apenas metade dos pontos e isto me fez ficar fora das vagas. Quando me efetivei e fiz a prova novamente consegui obter uma quantidade maior de pontos, pois somava com o tempo de trabalho na escola. E isto me fez passar dentro do número de vagas ofertadas. Por fim, agradeço muito a Deus por ter me dado a oportunidade de ter conseguido aprender e concluir o mestrado.

## RESUMO

A discussão de temas polêmicos e ligados à biotecnologia é trabalhada na escola de forma insatisfatória. Como exemplo, o tema “transgênico” não gera opiniões fundamentadas no conhecimento científico e os alunos limitam-se ao conhecimento comum, sendo necessário explorá-lo em sala de aula. O objetivo do trabalho foi promover alfabetização científica através do ensino investigativo utilizando tecnologias digitais para o estudo de transgenia e técnica do DNA recombinante. Antes do início da sequência didática, um questionário foi aplicado com o objetivo de verificar conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto. Durante a aula o professor mostrou a figura sobre os transgênicos, de síntese de proteína para contextualizar o assunto e depois apresentou duas questões investigativas. Em outra etapa o professor aplicou um *Podcast* com um roteiro para sua elaboração. Os alunos utilizaram o aplicativo *Padlet* para publicação e discussão do assunto. Ao final da sequência didática foi aplicado um questionário de opinião sobre as atividades. A pesquisa foi desenvolvida utilizando a metodologia de análise de conteúdo, que envolve a pré-análise, exploração do material e tratamento dos dados. Na análise dos conhecimentos prévios a maioria já tinha ouvido falar sobre os transgênicos. Os estudantes se empenharam para responder as questões no *Padlet*. Através da elaboração de um *Podcast* aprenderam a criar um problema que seja solucionável com os transgênicos. Em todos os materiais elaborados pelos estudantes foram identificados, indicadores de alfabetização científica. No questionário de opinião, responderam que acham mais interessantes aulas com ferramentas tecnológicas. Os resultados contribuíram para fundamentar a elaboração de um produto educacional apresentando as atividades executadas na sequência didática investigativa para promover alfabetização científica.

**Palavras-chave:** Ensino de biologia. Metodologia ativa. Ensino investigativo. Transgênicos. Alfabetização Científica.

## ABSTRACT

The discussion of controversial topics and related to biotechnology is worked in the school in an unsatisfactory way. As an example, the theme "transgenic" that does not generate opinions based on scientific knowledge and students are limited to common knowledge, being necessary to explore it in the classroom. The objective of the work was to use digital technologies for the study of transgenics and recombinant DNA technique, to promote scientific literacy in a high school in Minas Gerais. Before the beginning of the didactic sequence, knowledge was applied in order to verify the students' knowledge of the subject. During the class, the professor showed a picture about transgenics, protein synthesis to contextualize the subject and then presented two investigative questions. In another step, the teacher applied a *Podcast* with a script for its elaboration. Students will use the Padlet app for publication and discussion of the subject. At the end of the didactic sequence, a question of opinion about the activities was applied. The research was developed using content analysis methodology, which involves pre-analysis, material exploration and data processing. The results will contribute to the elaboration of an educational product as activities to promote the investigative didactic sequence to promote scientific literacy.

**Keywords:** Biology teaching. Active methodology. Investigative teaching. Transgenic. Scientific Literacy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Etapas da análise qualitativa.....	18
Figura 2 -	Símbolo utilizado em alimentos transgênicos.....	23
Figura 3 -	Representação esquemática da síntese de proteínas em células: a partir do DNA ocorre transcrição dos RNA mensageiros que serão traduzidos em proteínas no ribossomo.....	23
Figura 4 -	Roteiro de pesquisa do aluno.....	24
Figura 5 -	Roteiro para os estudantes gravarem o <i>Podcast</i> .....	25
Figura 6 -	Respostas da primeira pergunta “ Você sabe o que são transgênicos?.....	26
Figura 7 -	Resposta da segunda questão do questionário " Como você descobriu o que são transgênicos?.....	27
Figura 8 -	Resposta da terceira questão “Você consome alimentos transgênicos?”.....	27
Figura 9 -	Resposta da quarta questão do questionário "Você tem interesse em acompanhar notícias sobre transgênicos?" .....	28
Figura 10 -	Resposta da quinta questão do questionário "Existem diferenças entre transgênicos e organismos resultantes de melhoramento genético?".....	28
Figura 11 -	Resposta da sexta questão do questionário "Você sabe o que é plasmídeo?".....	29
Figura 12 -	Resultado da sétima questão do questionário "Quais alimentos você conhece que são transgênicos?".....	29
Figura 13 -	Trecho da pesquisa realizada pelo grupo 1.....	37
Figura 14 -	Trecho da discussão retirado do Padlet grupo1 (I).....	37
Figura 15 -	Trecho da discussão retirado do Padlet grupo 1 (II).....	38
Figura 16 -	Trecho da pesquisa apresentada pelo grupo 2.....	38
Figura 17 -	Trecho da discussão orientada pelo professor no Padlet do grupo 3.....	39
Figura 18 -	Trecho da discussão orientada pelo professor no Padlet grupo 4.....	40
Figura 19 -	Trecho da discussão orientada pelo professor retiradas do <i>Padlet</i> do grupo 4.....	40
Figura 20 -	Trecho da discussão orientada pelo professor retiradas do <i>Padlet</i> do grupo 5.....	41
Figura 21 -	Trecho da discussão orientada pelo professor retiradas do <i>Padlet</i>	

do grupo 6.....	41
Figura 22 - Segunda questão do questionário "Você acha válido que os professores adotem o ensino investigativo nas aulas?".....	42
Figura 23 - Terceira questão do questionário " Após estudar o assunto sobre transgênicos você acha que ele é importante para o seu dia-a-dia?".....	43
Figura 24 - Quarta questão do questionário " Qual é a função de estudar transgênicos?".....	43
Figura 25 - Nona questão do questionário "Assinale na lista abaixo, palavras ou expressões que melhor representam seu sentimento pelas aulas e atividade sobre transgênicos?".....	44
Figura 26 - Fluxograma resumindo os resultados encontrados com a aplicação da sequência didática.....	46
Figura 27 - Características de uma argumentação científica. O dado tem que ter a garantia e o apoio, para gerar a conclusão que pode ser qualificadora ou refutadora.....	48
Figura 28 - Fluxograma com os indicadores de alfabetização científica encontrados nas discussões dos grupos.....	58

#### **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Indicadores de alfabetização científica com os seus respectivos significados.....	20
Quadro 2 - Trechos das pesquisas produzidos pelos grupos com as hipóteses justificadas corretamente com os indicadores de alfabetização científica selecionados.....	32
Quadro 3 - Trechos das pesquisa produzidos pelos grupos com as hipóteses justificadas equivocadamente ou com redação confusa com os Indicadores de alfabetização científica selecionados.....	33
Quadro 4 - Trecho da pesquisa dos estudantes que foram identificados reconhecimentos dos grupos que associaram a produção do transgênicos com a necessidade da inserção de genes de uma espécie em outra.....	34

Quadro 5 - Hipóteses verdadeiras, transcritas dos trabalhos dos grupos, e com os indicadores de alfabetização científica selecionados.....	35
Quadro 6 - Hipóteses equivocadas ou com redação confusa, transcritas dos trabalhos dos grupos, com os indicadores de Alfabetização Científica selecionados.....	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1	JUSTIFICATIVA.....	16
2	OBJETIVO GERAL.....	17
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
3.1	ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA.....	19
3.2	APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA .....	21
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
4.1	APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA VERIFICAR CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....	26
4.1.1	O PADLET E O ENSINO INVESTIGATIVO DOS TRANSGÊNICOS.....	30
4.1.2	UM <i>PODCAST</i> SOBRE OS TRANSGÊNICOS.....	36
4.1.3	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	36
4.1.4	QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO SOBRE ATIVIDADES INVESTIGATIVA....	41
4.1.5	DISCUSSÃO.....	47
4.2	SELEÇÃO DOS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	47
4.2.1	APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA VERIFICAR CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....	48
4.2.2	O PADLET E O ENSINO INVESTIGATIVO DOS TRANSGÊNICOS.....	49
4.2.3	UM <i>PODCAST</i> SOBRE OS TRANSGÊNICOS.....	54
4.2.4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	56
4.2.5	QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO SOBRE AS ATIVIDADES INVESTIGATIVA.....	58
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>60</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>61</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE A – Questionário para verificar conhecimentos prévios.....</b>	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE B – Questionário de opinião sobre atividades investigativas.....</b>	<b>67</b>

<b>APÊNDICE C – Termo de consentimento livre e esclarecido.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE D – Termo de assentimento livre e esclarecido.....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE E – E-Book “O uso de tecnologias digitais para promoção da alfabetização científica: uma abordagem investigativa para o ensino dos transgênicos”.....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de tecnologia da informação por meio de simuladores virtuais é uma forma de aproximar o discente da prática, principalmente nas escolas que não dispõem de laboratório (SANTOS *et al.*, 2017a). Com a internet é possível encontrar muitos recursos que ajudam no trabalho do professor, deixando a aula mais dinâmica e atrativa, através da utilização de vídeos, jogos e animações, ou seja, ferramentas que estimulem o caráter investigativo do ensino (LIMA, 2019a).

De acordo com Fonseca e colaboradores (2014), a iniciativa de desenvolver aulas com ferramentas tecnológicas faz com que os alunos mantenham o foco, propiciando maior interatividade e participação. Para Bacich e Moram (2018), o professor que incentiva o uso dessas ferramentas é um mediador do conhecimento e os alunos são protagonistas do seu próprio aprendizado. O professor, ao relacionar problemas cotidianos com o conteúdo de Biologia, desperta nos estudantes o senso científico e tecnológico (LIMA, 2019a).

No ensino investigativo, inicialmente é proposto um problema, e em seguida são formuladas hipóteses que necessitam da realização de experimentos ou da utilização de outras ferramentas que permitam sua comprovação. Nesse tipo de ensino é importante a formação de grupos, devendo-se estimular discussão e a elaboração de conclusões. Com a aprendizagem, a argumentação científica e o protagonismo dos alunos são estimulados. O professor orienta e avalia os estudantes em todas as etapas (GREGÓRIO; OLIVEIRA; MATOS, 2016; LIMA, 2019b).

Segundo Batista (2010) o professor pode avaliar durante qualquer etapa da sequência didática investigativa utilizando avaliação formativa ou através de observação. Podem ser feitas por atividades impressas ou virtuais, como por exemplo, utilizando o *Google forms*, aplicativo onde o professor elabora atividades para os alunos responderem (SILVA *et al.*, 2020).

Uma forma de facilitar a comunicação e o esclarecimento de dúvidas entre professor e estudante é o *WhatsApp*, aplicativo utilizado para envio/recebimento de mensagens instantâneas e formação de grupos de estudo (ALENCAR *et al.*, 2018).

Alfabetização tecnológica possibilita aprender a utilizar diferentes ferramentas para promover alfabetização científica contribuindo para a democratização do conhecimento, tornando o assunto estudado significativo para os estudantes. Propicia uma visão crítica do meio

que estão inseridos, colocando os estudantes em ação para avaliar os avanços da ciência e tecnologia para o exercício da cidadania. Uma pessoa é considerada alfabetizada em ciências quando consegue entender notícias científicas e aplicar os conhecimentos no cotidiano (MILARÉ *et al.*, 2021).

As aulas onde os alunos podem observar fenômenos cotidianos e formular hipóteses trazem um significado muito grande para o aprendizado deles (CARVALHO, 2013). Uma ferramenta online gratuita chamada *Padlet*, de fácil acesso e linguagem acessível para os estudantes, é recomendada para o ensino por investigação (LIMA, 2019a). O ensino investigativo envolve atividades baseadas em problemas, busca de informações, e atividades que tornam o aluno protagonista do conhecimento, onde eles se comunicam e argumentam com os colegas do grupo. As etapas são resolvidas de forma bem definidas para que os alunos desenvolvam habilidades de alfabetização científica (CARVALHO, 2013).

A alfabetização científica auxilia os estudantes a tomarem decisões, pois relacionam os conhecimentos científicos com o mundo natural e apresentam indicadores que mostram que está ocorrendo a referida alfabetização. Relacionar o ensino investigativo com tecnologias educacionais desenvolve nos estudantes o protagonismo e, conseqüentemente, a alfabetização científica que por sua vez tendem a reforçar a ideia de trabalhar com os estudantes como pesquisadores (MILARÉ *et al.*, 2021).

De acordo com BNCC (BRASIL, 2018), na competência específica, espera-se que os alunos possam aprimorar os conhecimentos sobre ciências da natureza, despertando a curiosidade sobre o mundo, e que investiguem e elaborem hipóteses, coletando e analisando dados, trabalhando a competência específica relacionada com a tecnologia do DNA recombinante. De acordo com Oliveira (2019), os estudantes apresentam defasagem sobre conhecimentos de biotecnologia principalmente no que envolve transgênicos, e isto impede que desenvolvam as habilidades recomendadas pelo currículo, sendo, portanto, necessário produzir um material com as seqüências de ensino investigativo para desenvolver alfabetização científica.

A pesquisa realizada por Lourenço e Reis (2013) teve como conclusão de que a discussão de temas polêmicos ligados à biotecnologia é pouco trabalhado na escola, pois os estudantes têm dificuldade de expor os conhecimentos a respeito do tema e se limitam ao conhecimento comum. Portanto o aprofundamento no tema permite que eles se baseiem em conhecimento científico adquirindo alfabetização científica. Por definição, transgênico é

qualquer organismo cujo material genético é alterado pela introdução de gene de uma espécie diferente (PEDRANCI *et al.*, 2008). O tema “transgênicos” não gera opiniões fundamentadas no conhecimento científico, e os alunos limitam-se ao conhecimento comum, por isto existe a necessidade de explorar este tema em sala de aula.

O objetivo do ensino investigativo é promover autonomia dos estudantes para resolução de problemas. A questão principal que conduz o ensino incentiva os alunos a cooperarem na realização de tarefa, e o compartilhamento de diferentes pontos de vista na interpretação e análise de resultado. Os estudantes se interessam pelo conteúdo, de forma mais contextualizada e integrada e desenvolvendo habilidades (CARVALHO, 2013).

Segundo Lima (2019a), quanto maior for à motivação dos alunos, impulsionada pelo uso das tecnologias educacionais como na utilização do *Padlet*, maior será o desempenho destes em relação à matéria lecionada. Assim o presente trabalho utilizou o *Padlet* e *Podcast*, associada ao ensino investigativo com o intuito de verificar o aumento no desempenho dos estudantes do ensino médio, em uma escola rural do interior do estado de Minas Gerais. Falar as ferramentas

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O trabalho se justifica no sentido de proporcionar um maior interesse dos alunos durante as aulas que apresentam conceitos abstratos, com maior dificuldade de associação do assunto com o cotidiano. Uma didática transformadora é aquela que não coloca o estudante como sujeito passivo, mas como sujeito ativo, transformador da realidade. Com o fato de que o tema “transgênicos” é trabalhado de forma insatisfatória, pois os estudantes se limitam ao conhecimento comum, é necessário o ensino investigativo para adquirir habilidades da alfabetização científica. Este tipo de ensino associado com recursos tecnológicos irá despertar muito interesse nos estudantes, pois leva-o a refletir ao invés de apenas reproduzir conhecimento. Propõe-se a integração de sequências didáticas, utilizando o *Padlet* e o *Podcast*, que irão apontar os indicadores de alfabetização científica, cuja proposta é que o estudante consiga relacionar o que é aprendido na escola com o cotidiano, auxiliando-os nas tomadas de decisões e ampliando sua participação na sociedade, pois para se posicionar é necessário conhecimento aprofundado sobre o tema.

## 2 OBJETIVO GERAL

Promover alfabetização científica através do uso de tecnologias digitais para o estudo de transgenia e técnica do DNA recombinante, em uma escola de ensino médio em Minas Gerais.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Elaborar uma série de sequencias didáticas sobre os transgênicos em uma abordagem investigativa para produzir um E-book;
- b) Desenvolver duas das sequências do E-book para desenvolver com os estudantes;
- c) Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre transgênicos;
- d) Estimular a utilização de aplicativos digitais *Padlet*;
- e) Incentivar os estudantes desenvolverem um *Podcast* sobre transgênicos;
- f) Identificar indicadores de alfabetização científica presente nas produções escritas dos alunos;
- g) Aplicar um questionário de opinião, para verificar se o ensino investigativo associado com tecnologia digital aumenta o interesse do discente;

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

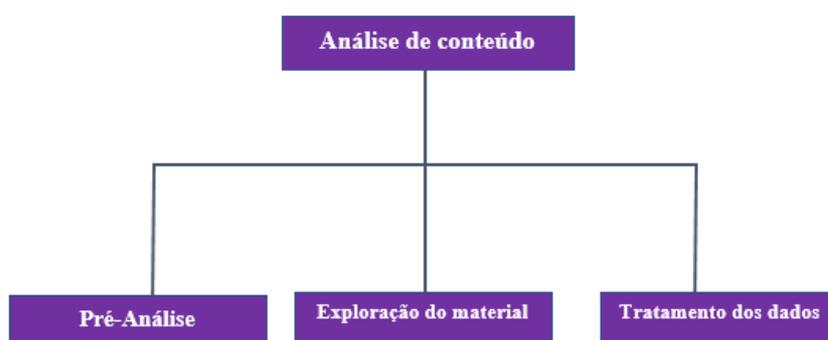
A presente pesquisa foi de natureza exploratória, envolvendo levantamento bibliográfico, entrevistas (utilizando de coleta e análise de dados por meio de avaliações e questionários para verificar os conhecimentos prévios) e a opinião dos estudantes sobre as atividades investigativas (GIL, 2002). Para elaborar as sequências didáticas investigativas presentes no E-book foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando o Google Acadêmico, para definir a melhor forma de aplicação que se adeque ao ambiente escolar realizado. Para pesquisar os artigos, teses e dissertações relacionado ao tema transgênicos foi utilizada a palavra-chave: ensino investigativo dos transgênicos, sequência didática sobre os transgênicos. O E-book tem a função de auxiliar os professores a elaborarem aulas investigativas sobre o tema.

Nas sequências aplicadas do E-book, foram analisadas as suas contribuições usando recursos tecnológicos no processo de aprendizagem dos estudantes.

A atividade investigativa elaborada foi desenvolvida de acordo com Lima (2019a) para utilização do aplicativo *Padlet* (modificado) onde foi empregado o tema “transgênicos”, acrescido de outros recursos didáticos explanados adiante. E de acordo com Oliveira (2019) na elaboração de um roteiro para nortear a pesquisa dos estudantes e criar um problema cuja a solução seria um transgênico.

A análise de conteúdo proposta por Bardin (2016) utilizada neste trabalho, foi dividida em três fases de acordo com a figura 1.

Figura 1- Etapas da análise qualitativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na pré-análise foi feita uma leitura flutuante, que é o primeiro contato para conhecer o material, que envolveu a análise dos questionários e a separação de 18 destes para detalhamento

das respostas, sendo divididos em categorias de acordo com Corso (2015), Oliveira (2019), Silva e Dornfeld (2022).

Para a coleta de informações utilizou-se a observação e dois questionários, um para verificar os conhecimentos prévios (Apêndice A) que foi aplicado na primeira etapa, e outro para verificar opinião sobre as atividades investigativas (Apêndice B), que foi aplicado no final da sequência didática.

A contribuição de atividades investigativas foi analisada usando tecnologias digitais para publicação e discussão do assunto no processo de aprendizagem dos estudantes. A atividade investigativa foi organizada de forma que o professor propôs o problema, exceto na terceira etapa onde os estudantes teriam que propor um problema cuja a solução seria os transgênicos. Os alunos ficaram com a responsabilidade de elaborar hipóteses, plano de trabalho, registro de dados e a conclusão. A conclusão dos alunos foi apresentada e discutida, sob a orientação do professor, de forma que houvesse o compartilhamento das informações entres estes. Os temas “transgênicos” e “técnica do DNA recombinante” foram trabalhados no 3º ano do ensino médio, na Escola Estadual Pimenta da Veiga, no município de Tarumirim (MG). As aulas foram realizadas presencialmente, porém o professor criou um grupo no *WhatsApp* para esclarecer dúvidas e incentivar os estudantes. A análise dos trechos das pesquisas do quadro e do *Podcast* foram transcritos da mesma forma que os grupos publicaram no aplicativo. Nos resultados e análise do *Podcast*, os trechos digitados pelos estudantes foram destacados do texto.

O material produzido pelos estudantes no *Padlet* e *Podcast* foi identificado os indicadores de alfabetização científica proposta por Corso (2015).

### 3.1 ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

#### **1º etapa: Questionário para verificar conhecimentos prévios sobre os transgênicos.**

**Objetivo da atividade:** Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes

O professor aplicou um questionário (Apêndice A) no *Google forms* para os estudantes.

#### **2º etapa: O *Padlet* e o ensino investigativo sobre os transgênicos.**

**Objetivo da atividade:** Elaboração de hipóteses e pesquisa sobre o tema, com o objetivo de confirmar ou refutar estas. Para um melhor desempenho na aula, é importante que os estudantes tenham conhecimentos prévios sobre o DNA.

Disponibilizar duas figuras uma sobre o símbolo dos alimentos transgênicos (Figura 2) e a outra sobre síntese de proteína (Figura 3) e duas questões problematizadoras relacionadas as figuras, com um roteiro (Figura 4) para auxiliar na organização da pesquisa.

### 3º etapa: Um *Podcast* sobre os transgênicos.

**Objetivos da atividade:** Criar *Podcast*

Para iniciar a aula é importante que os estudantes possuam conhecimentos prévios sobre os transgênicos.

Disponibilizar para os estudantes um vídeo no Youtube “Como fazer um *Podcast* pelo celular - Anchor” disponível no canal “Me ajuda, Nick”.<sup>1</sup> E o roteiro para elaborar um *Podcast*.

### 4º etapa: Apresentação e discussão dos resultados.

**Objetivo da atividade:** apresentação e discussão dos resultados.

O professor estimulou apresentação e discussão dos resultados.

### 5º etapa: Questionário de opinião sobre o uso de recurso tecnológico em aulas investigativas.

**Objetivo da atividade:** avaliar a opinião e interesse dos alunos acerca do uso de tecnologias associadas ao ensino investigativo para o seu aprendizado em biologia.

Aplicar um questionário de opinião sobre as atividades investigativas.

### 6º etapa: Identificando os indicadores de Alfabetização científica nos trabalhos dos estudantes.

Foi utilizado os indicadores da alfabetização científica apresentadas no Quadro 1 propostos por Sasseron (apud CORSO, 2015) para classificar os trabalhos produzidos pelos estudantes, no presente trabalho.

Quadro 1 – Indicadores de alfabetização científica com os seus respectivos significados

Indicadores	Significados
Seriação de informações (SI)	Lista ou relação de dados que vai trabalhar.

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=42yXedSd5C0&t=709s>

<b>Organização de informações (OI)</b>	Organização das informações novas com as anteriormente elencadas.
<b>Classificação de informação (CI)</b>	Procura relação entre as informações trabalhadas.
<b>Raciocínio lógico (RL)</b>	Está relacionado com a forma que o pensamento é exposto.
<b>Raciocínio Proporcional (RP)</b>	Maneira como as variáveis se relacionam mostrando interdependência entre elas.
<b>Levantamento de Hipóteses (LH)</b>	São ideias sobre a pergunta realizada
<b>Teste de hipótese (TH)</b>	Testar as ideias anteriormente elaboradas.
<b>Justificativa (J)</b>	Reúne <b>Garantia (W)</b> e <b>Apoio (B)</b> para uma afirmação que é proposta.
<b>Previsão (P)</b>	Indicador que faz acontecimentos.
<b>Explicação (E)</b>	Relaciona informações levantadas e quando estão finalizadas são acompanhadas de justificativa e previsão, isto são <b>Garantias (W)</b>
<b>Argumento (A)</b>	Apresentam as conclusões baseada em dados, que contém o <b>Qualificador (Q)</b> ou a <b>Refutação (R)</b> , para defender e justificar o argumento.

Fonte: Corso (2015).

### 3.2 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), em 2 de junho de 2021, sob parecer nº 4.752.151.

Após aprovação no Conselho de Ética, os voluntários foram esclarecidos sobre o estudo, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, riscos e o incômodo que este possa lhes acarretar.

Após aceitação, foi solicitado seu consentimento voluntário por escrito e de seus responsáveis, através da assinatura digital ou em material impresso entregue presencialmente pelo professor do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice C) e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE, em caso de ser menor de idade) (Apêndice D)

#### 4 RESULTADOS

As sequências criadas para o E-book foram aplicadas apenas duas, pois o número de aulas de biologia no ensino médio é insuficiente para aplicar todas, considerando que outros assuntos também devem ser trabalhados, além dos transgênicos.

Esta sequência didática foi realizada com os estudantes da Escola Estadual Pimenta da Veiga, cuja faixa etária é 16 a 17 anos de idade. Cada etapa da referida sequência dura aproximadamente 50 minutos, porém, em turmas que não estão acostumadas com o ensino investigativo, este tempo pode ser extrapolado, o que pode acarretar atividades extraclasse.

No dia 8 de novembro de 2021, os alunos foram apresentados ao projeto e receberam informações sobre os termos: TCLE e TALE, e para aqueles que não foram no dia, receberam o link dos termos criado no *Google forms* para assinarem. Nesse momento, os estudantes se sentiram à vontade para esclarecer as dúvidas e fizeram a adesão ao projeto através de suas assinaturas e levaram para casa TCLE para os responsáveis assinarem. Inicialmente, foi aplicado um questionário para verificar os conhecimentos prévios dos alunos. Participaram do questionário 10 discentes da turma de 2021 e 8 da turma de 2022, ambos do terceiro ano do ensino médio. Na turma de 2021 foi analisada a primeira e segunda etapas, pois o ano letivo estava terminando e não deu tempo para que os estudantes terminassem as outras etapas. Na turma de 2022 conseguiram concluir todas as etapas e todas foram analisadas.

As respostas dos questionários e o material produzido pelos alunos na pesquisa e a discussão foram analisados e categorizados, o que permitiu a reunião do maior número de informações. No tratamento dos resultados ocorreu destaques e interpretação de informação com análise reflexiva e crítica através dos dados coletados na observação de campo, seguindo o referencial teórico adotado (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011; OLIVEIRA, 2019).

A turma foi dividida em grupos e em seguida foi aplicado um questionário para verificar os conhecimentos prévios sobre transgênicos. Foi apresentada a figura abaixo (Figura 2) para contextualizar o assunto sobre em questão.

Figura 2- Símbolo utilizado em alimentos transgênicos

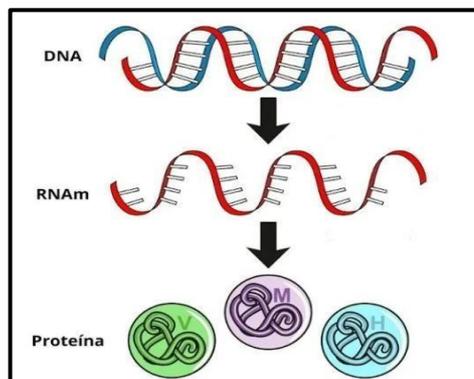


Fonte: Torres (2005).

Em um primeiro momento, o professor perguntou se os estudantes já tinham visto o símbolo em algum lugar, em seguida disponibilizou uma questão para problematização: Como são produzidos transgênicos? (Oliveira, 2019).

Depois que os alunos emitiram hipóteses, o professor apresentou uma figura sobre síntese de proteínas (Figura 3) e lembrou o que a fotografia representa, com a questão problematizadora: Qual é a relação entre síntese de proteínas e transgênicos?

Figura 3 - Representação esquemática da síntese de proteínas em células: a partir do DNA ocorre transcrição dos RNA mensageiros que serão traduzidos em proteínas no ribossomo



Fonte: Santos (2021).

Para organizar a pesquisa, o professor criou grupos e disponibilizou o roteiro (Figura 4), com o objetivo de comparar hipóteses e informações.

Figura 4- Roteiro de pesquisa do aluno

**Roteiro do aluno**

Use este roteiro para fazer comparações entre sua pesquisa e a de seu colega, que possui instruções importantes de como devem ser realizados os procedimentos propostos a seguir:

- Comparar a sua pesquisa com a hipótese citar os pontos comuns e diferentes.
- Depois compare os pontos comuns e diferentes na sua pesquisa e hipótese com a realizada pelo seu colega.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2019).

O professor acompanhou as postagens, estimulando a discussão nos grupos. A interação utilizando comentários e perguntas nas questões iniciaram novas investigações.

Os estudantes foram orientados como fazer um *Podcast*. O professor iniciou a aula perguntando o que é um *Podcast*, em seguida explicou o que seria e apresentou um vídeo disponível no Youtube “Como fazer um *Podcast* pelo celular - Anchor” disponível no canal “Me ajuda, Nick”.<sup>2</sup> Após esta troca de informações, os estudantes foram orientados a instalar, no celular, o aplicativo chamado *Anchor*, utilizado para criar *Podcasts*, e foi disponibilizado o roteiro para a elaboração do *Podcast* (Figura 5).

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=42yXedSd5C0&t=709s>

Figura 5 - Roteiro para os estudantes gravarem o *Podcast*

<b>Roteiro do aluno</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar o <i>podcast</i> apresentando o tema e o grupo participante.</li> <li>• Levantar um problema que seja solucionável com um transgênico.</li> <li>• Propor um transgênico inédito para aplicar ao problema</li> <li>• Falar sobre a técnica de produção do transgênico que você propôs.</li> <li>• Produzir um material cuja a duração do <i>podcast</i> poderá ser de até 3 minutos.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Oliveira (2019).

Os estudantes enviaram o *Podcast* para o professor antes de compartilhar com os outros grupos, pois alterações foram necessárias.

As hipóteses, juntamente com a pesquisa para confirmação ou refutação delas, foram anotadas no caderno pelos estudantes e publicadas no mural do *Padlet*. Foi enviado pelo *WhatsApp* um vídeo, gravado pelo professor, ensinando como publicar a confirmação das hipóteses na opção “Grade” no *Padlet*, e como anexar o link do material da pesquisa na publicação para os alunos que não vieram à aula ou não conseguiram finalizar a pesquisa.

Na discussão dos resultados grupos apresentaram o material da pesquisa e o professor estimulou a participação dos alunos de forma que todos comentassem as postagens publicadas e acompanhou as atividades, fazendo comentários nas publicações dos estudantes para moderar e estimular o debate.

O professor, no final da sequência didática, elaborou um questionário de opinião para os estudantes para verificar se as tecnologias educacionais associadas ao ensino investigativo aumentam o interesse do aluno. O questionário de opinião foi elaborado no *Google forms* e o link foi enviado via *WhatsApp*.

Os instrumentos para coletas de dados se basearam nas observações dos participantes, utilizando o questionário de opinião elaborado de acordo com Seferin (2016) e Oliveira (2019), porém adaptado (Apêndice A)

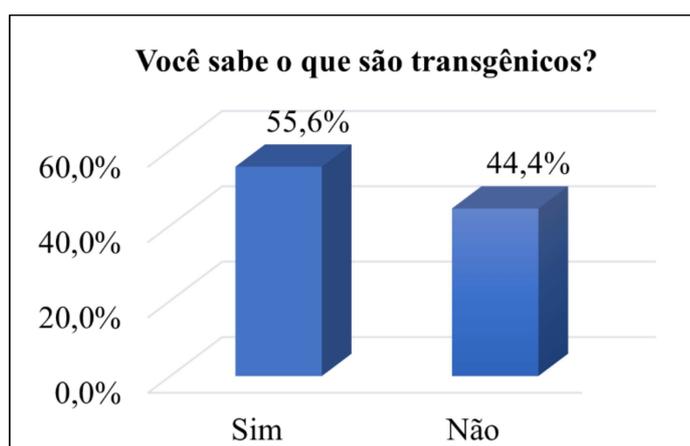
Na análise do trabalho foi criada uma tabela com as hipóteses e a pesquisa, com o objetivo de identificar as hipóteses justificadas corretamente, e embaixo, foram apontados e discutidos os trechos com os respectivos indicadores de alfabetização científica

O foco principal foi aumentar o protagonismo dos estudantes através de busca de informações para confirmação das hipóteses desenvolvendo alfabetização científica e aprender conceitos fundamentais da biologia molecular e conseqüentemente sobre transgênicos. Em novembro de 2021, as aulas retornaram obrigatoriamente presenciais e foi desenvolvida a primeira etapa da sequência didática. Foi elaborado um grupo de *WhatsApp* para esclarecer dúvidas que poderiam surgir no decorrer do projeto, porém quando os estudantes não conseguiam finalizar todas as ações em sala de aula apresentavam dificuldades para executar o projeto em casa.

#### 4.1 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA VERIFICAR CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Na primeira questão cuja pergunta é “Você sabe o que são transgênicos?”, dos dezoito estudantes que participaram dez (55,6%) responderam que “Sim” e oito (44,4%) que “Não” (Figura 6).

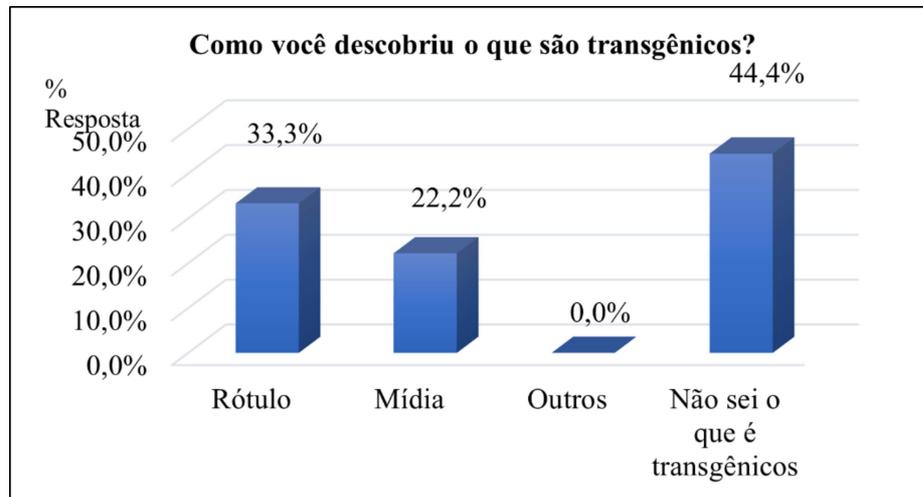
Figura 6 - Respostas da primeira pergunta "Você sabe o que são transgênicos?"



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Na segunda questão ( Figura 7) cuja pergunta é “Como você descobriu o que são transgênicos?” dos 18 estudantes, 6 (33,3%) descobriram através de rótulos, 4 (22,2%) descobriram através da mídia e 8 (44,4%) não sabem o que são transgênicos.

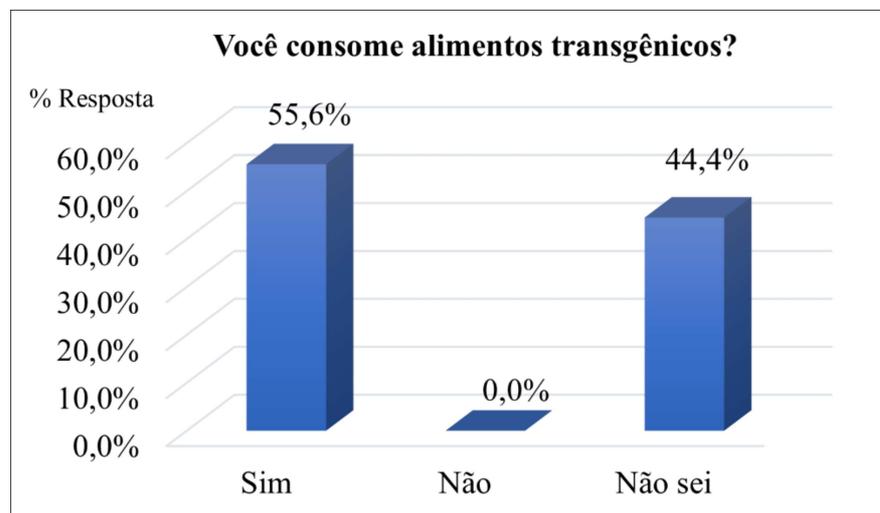
Figura 7- Resposta da segunda questão do questionário " Como você descobriu o que são transgênicos?"



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na terceira questão “Você consome alimentos transgênicos?” dos 18 estudantes, 10 (55,6%) responderam “Sim”, 8 (44,4%) responderam “Não sei” e nenhum estudante selecionou a opção “Não” (Figura 8).

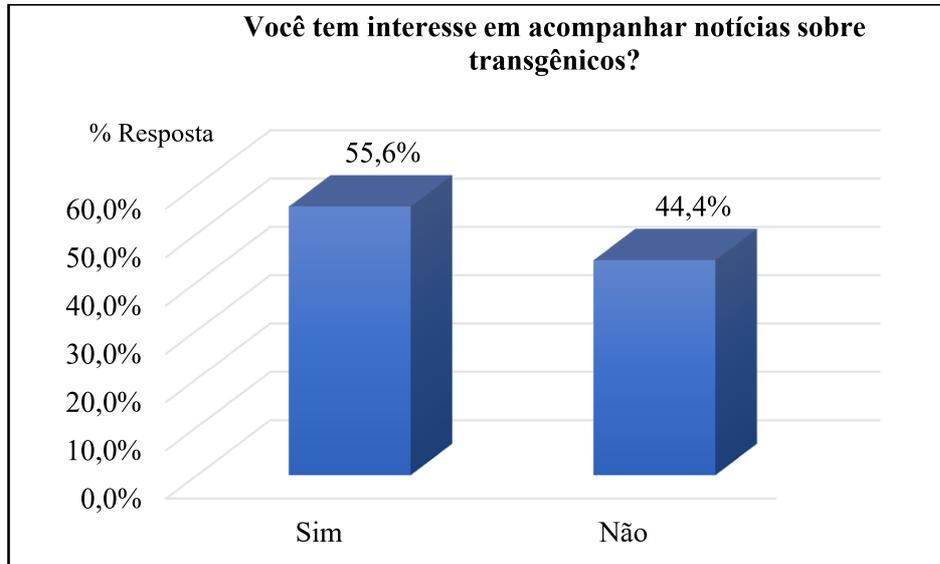
Figura 8 – Resposta da terceira questão “Você consome alimentos transgênicos?”



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na quarta questão cuja pergunta é “Você tem interesse em acompanhar notícias sobre os transgênicos? Dos 18 estudantes, 10 (55,6%) responderam “Sim” e 8 (44,4%) responderam “Não” (Figura 9).

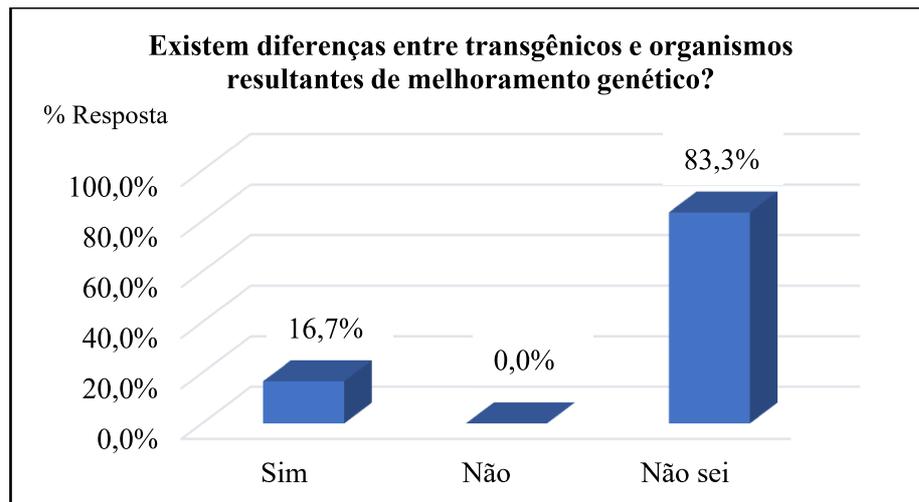
Figura 9 - Resposta da quarta questão do questionário "Você tem interesse em acompanhar notícias sobre transgênicos?"



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na quinta questão do questionário cuja pergunta é “Existem diferenças entre transgênicos e organismos resultantes de melhoramento genético?” dos 18 estudantes que responderam, 3 (16,7%) marcaram a opção “Sim”, 15 (83,3%) responderam “Não Sei”. (Figura 10).

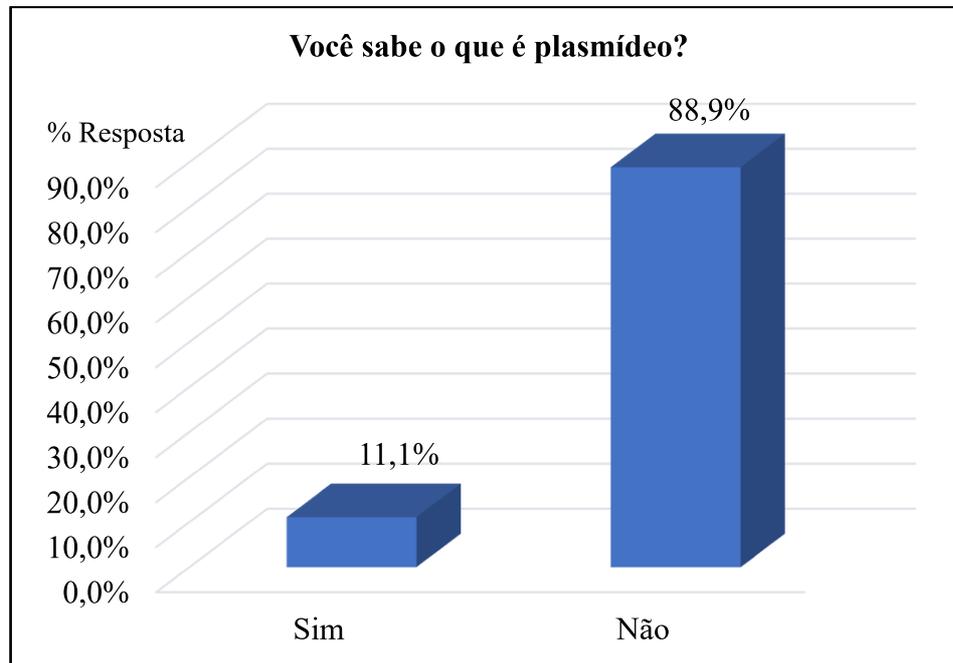
Figura 10 - Resposta da quinta questão do questionário "Existem diferenças entre transgênicos e organismos resultantes de melhoramento genético?"



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na sexta questão cuja pergunta é “Você sabe o que é plasmídeo?” dos 18 estudantes 2 (11,1%) responderam “Sim” e 16 (88,9%) responderam “Não” (Figura 11).

Figura 11 - Resposta da sexta questão do questionário "Você sabe o que é plasmídeo?"



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A sétima questão foi uma pergunta discursiva “Quais alimentos que você conhece que são transgênicos”. As respostas foram enviadas para o software Atlas T.i,<sup>3</sup> para serem organizadas em nuvens de palavras. Pode-se observar na Figura 12 que a palavra em destaque na nuvem foi óleo, o que significa que foi citada em maior quantidade.

Figura 12- Resultado da sétima questão do questionário "Quais alimentos você conhece que são transgênicos?"



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

<sup>3</sup> Disponível para download em: <https://atlasti.com/pt/free-trial-version.com>

#### 4.1.1 O PADLET E O ENSINO INVESTIGATIVO DOS TRANSGÊNICOS

Após a aplicação do questionário, para verificar o conhecimento prévio, foi mostrada a figura com o símbolo “T” (apresentada na primeira aula da sequência didática). Dos 18 estudantes que responderam oralmente;

- a) dois responderam que se tratava de “alimentos transgênicos”.
- b) um que é “alimentos saudáveis”.
- c) um respondeu que é produtos tóxicos.
- d) O restante não sabia o que representava o símbolo.

Na questão “como são produzidos os transgênicos”, todos os estudantes apresentaram dificuldades em respondê-la. O professor apresentou a figura sobre síntese de proteína e pediu para descreverem o que estava acontecendo, como os estudantes apresentaram dificuldades em explicar a figura lembrou o processo de forma geral. Depois se apresentou a questão “Qual é a relação de síntese de proteína com os transgênicos?”.

A turma foi separada em seis grupos, porém não foram todos os grupos que responderam as duas questões propostas, pois, a primeira turma não conseguiu entregar o trabalho antes que terminasse o ano letivo.

Foi solicitado aos estudantes que pesquisassem hipóteses para confirmação ou refutação delas. Os estudantes tiveram liberdade de pesquisar informações, figuras e vídeos de interesse e que responderiam à questão, pois na publicação da resposta existia a opção de anexar o material da pesquisa (todos anexaram o link, porém as pesquisas eram repetidas). No final de cada publicação, o professor comentou questões sobre a pesquisa para iniciar a discussão. Assim, para análise foi realizada a leitura flutuante de todas as respostas dos grupos e as quais foram categorizadas conforme a sua semelhança. As categorias criadas se baseiam de acordo com Silva e Dornefeld (2022), e Oliveira (2019). Para a questão, "como são produzidos os transgênicos?" Foram criadas três categorias explanadas a seguir:

- Categoria 1: Hipóteses justificadas corretamente.
- Categoria 2: Hipóteses justificadas equivocadamente ou com escritas confusas.
- Categoria 3: Pesquisas que citaram a necessidade da inserção de genes de uma espécie em outra.

Para a questão cuja a pergunta é, “qual é a relação entre síntese de proteína com os transgênicos?” Foram criadas duas categorias explanadas a seguir:

- Categoria 1: Hipótese verdadeira.
- Categoria 2: Hipótese equivocada ou com a escrita confusa.

Após a categorização, as hipóteses de todos os grupos foram selecionadas, junto com o trecho da pesquisa, para exemplificação como se segue nos Quadro 2, 3 e 4:

**- Categoria 1: Hipóteses Justificada corretamente**

Quadro 2 – Trechos das pesquisas produzidos pelos grupos com as hipóteses justificadas corretamente com os indicadores de alfabetização científica selecionados

Como são produzidos os transgênicos?		Indicadores de alfabetização científica <sup>4</sup>										
		SI	OI	CI	RL	RP	LH	TH	J	P	E	A
<b>Grupo 1</b>	Hipótese: Por meio do DNA.				X		X					
	Depois da pesquisa confirmamos nossa hipótese, pois, os transgênicos são produzidos através da técnica do DNA recombinante, que permite isolar manipular e identificar genes em organismos vivos.		X					X	X			
<b>Grupo 2</b>	Hipótese: Eles são produzidos da mesma forma que a síntese de proteína.				X		X					
	Depois da pesquisa negamos nossa hipótese, pois são organismos produzidos em laboratório, por meio da engenharia genética, onde tiveram seu DNA modificado a partir da inserção de um gene de outro organismo.		X					X	X			
<b>Grupo 4</b>	Hipótese: São produzidos e modificados em laboratório.				X		X					
	Depois da pesquisa confirmamos nossa hipótese pois, são produzidos em laboratório pois, tiveram seu DNA modificado através da inserção de genes que podem ser de plantas, animais ou microrganismos.		X			X		X	X		X	
<b>Grupo 5</b>	Hipótese: Nas indústrias e com produtos químicos.				X		X					
	Depois da pesquisa, negamos nossa hipótese pois, são produzidos por técnicas de engenharia genética que permitem os cientistas modificar o DNA, inserindo genes de um organismo em outro, para que eles obtenham novas características		X			X		X	X			

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

<sup>4</sup> Os nomes dos indicadores sem abreviação estão no quadro 1

**Categoria 2: Hipóteses justificadas equivocadamente ou com redação confusa.**

Quadro 3 - Trechos das pesquisas produzidos pelos grupos com as hipóteses justificadas equivocadamente ou com redação confusa com os indicadores de alfabetização científica selecionados

Como são produzidos os transgênicos?		Indicadores de alfabetização científica <sup>5</sup>										
		SI	OI	CI	RL	RP	LH	TH	J	P	E	A
<b>Grupo 3</b>	Hipótese: Os transgênicos são alimentos não modificados e foram criados da mesma forma que os organismos geneticamente modificados.				X		X					
	Depois da pesquisa negamos nossa hipótese pois, são alimentos modificados pelo DNA e possuem um gene incorporado de outra espécie.		X					X				

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

<sup>5</sup> Os nomes dos indicadores sem abreviação estão no quadro 1

**- Categoria 3: Pesquisas que citaram a necessidade da inserção de genes de uma espécie em outra para questão “Como são produzidos os transgênicos?”.**

O quadro abaixo mostra a quantidade de grupos que associaram a produção do transgênico com a necessidade da inserção de genes de uma espécie para a outra.

Quadro 4 – Trecho da pesquisa dos estudantes que foram identificados reconhecimentos dos grupos que associaram a produção do transgênicos com a necessidade da inserção de genes de uma espécie em outra

<b>Citaram a existência da necessidade da inserção de genes de uma espécie em outra. Exemplo de resposta.</b>	<b>Grupo</b>
... tiveram seu DNA modificado a partir da inserção de um gene de outro organismo.	2
.... e possuem um gene incorporado de outra espécie.	3
.... através da inserção de genes que podem ser de plantas, animais ou micro-organismos.	4
... inserir genes de uma espécie diferente em um organismo	5
..... o processo permite inserção de genes em espécies diferentes.	6
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na questão “Qual é a relação entre síntese de proteínas e transgênicos?”, a partir das hipóteses explanadas, foram criadas duas categorias para organização do estudo.

### - Categoria 1: Hipótese verdadeira

Quadro 5 – Hipóteses verdadeiras, transcritas dos trabalhos dos grupos, e com os indicadores de alfabetização científica selecionados

Qual é a relação entre transgênicos e síntese de proteína?		Indicadores de alfabetização científica <sup>6</sup>										
		SI	OI	CI	RL	RP	LH	TH	J	P	E	A
<b>Grupo 1</b>	Hipótese: Os transgênicos são geneticamente modificados, já a síntese de proteína não.				X		X					
<b>Grupo 2</b>	Os transgênicos são alimentos geneticamente modificados já a síntese de proteína é essencial para que ocorra a manutenção e o crescimento celular.				X		X					
<b>Grupo 3</b>	A relação é que a síntese de proteína libera proteína para os transgênicos				X		X					
<b>Grupo 4</b>	Síntese de proteína libera proteína para os transgênicos				X		X					

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### - Categoria 2: Hipótese equivocada ou sem sentido

Quadro 6 - Hipóteses equivocadas ou com redação confusa, transcritas dos trabalhos dos grupos, com os indicadores de Alfabetização Científica selecionados

Qual é a relação entre síntese de proteína e transgênicos?		Indicadores de Alfabetização Científica <sup>7</sup>										
		SI	OI	CI	RL	RP	LH	TH	J	P	E	A
<b>Grupo 3</b>	Eles são produzidos da mesma forma que a síntese de proteína. São produzidos por alimentos saudáveis				X		X					
<b>Grupo 5</b>	Quando os alimentos vão para as indústrias para passar pelo processo e se tornar transgênico, acabam perdendo suas proteínas.				X		X					
<b>Grupo 6</b>	Os transgênicos não produzem proteínas como os outros alimentos				X		X					

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

<sup>6</sup> Os nomes dos indicadores sem abreviação estão no quadro 1

#### 4.1.2 UM *PODCAST* SOBRE OS TRANSGÊNICOS

Apenas dois grupos fizeram o *Podcast*, onde teriam que criar um problema cuja a solução seria um transgênico e depois descrever a técnica de produção deste transgênicos. Os estudantes enviaram o texto que seria publicado no *Podcast* antecipadamente para correção, para depois ser publicado. A seguir estão os trechos elaborados pelos grupos.

##### - Grupo 4

Problema criado: Alana está fazendo academia o que ela precisa tomar para auxiliar nos exercícios físicos? Solução: A empresa coca-cola criou um energético de coco. Técnica utilizada para produção: As micropartículas penetram na célula e eventualmente o DNA das micropartículas é liberado e se integra ao genoma do organismo hospedeiro. Esse sistema pode ser amplamente usado para qualquer espécie de plantas, microrganismo e animais.

##### - Grupo 6

Problema criado: Como produzir insulina para ajudar no tratamento de pessoas com diabetes? Solução é produzir bactérias modificadas. Técnica utilizada: A bactéria recebe o gene responsável pela produção de insulina em humanos e começa a produzir o hormônio. Plasmídeo recombinante é formado inserido na célula da bactéria que codifica o gene humano da insulina passando a produzi-lo.

#### 4.1.3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As questões norteadoras para discussão foram separadas por grupos. Os nomes dos estudantes foram apagados respeitando as normas éticas para não divulgação estabelecidas no TALE.

##### **Grupo 1:**

Abaixo estão as Figuras 13, 14 e 15 apresentadas pelo grupo 1 no *Padlet*.

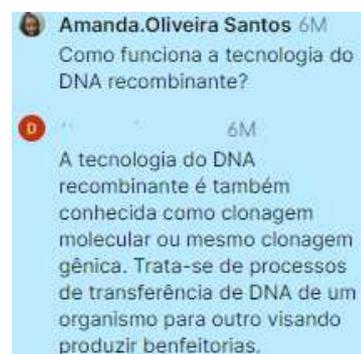
Figura 13 - Trecho da pesquisa realizada pelo grupo 1



Fonte: Adaptado de Santos (2022).

Na figura 13, o grupo 1 retirou a resposta de um site de vestibular, o professor fez o comentário de acordo com a figura e o estudante respondeu o que estava sendo perguntado acrescentando informações sobre a forma como foram produzidos.

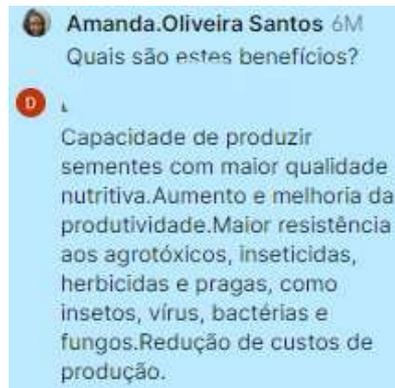
Figura 14- Trecho da discussão retirado do *Padlet* grupo1 (I)



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A figura 14 mostra que o estudante respondeu corretamente a questão proposta pelo professor, apesar da resposta não ser com as próprias palavras.

Figura 15 - Trecho da discussão retirado do Padlet grupo 1 (II)



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na figura 15, o estudante responder corretamente os benefícios dos alimentos transgênicos.

### Grupo 2:

Na figura 16 os estudantes publicaram no *padlet* a mesma figura apresentada pelo professor para levantar conhecimentos prévios dos mesmos, sugerindo que os alunos tiveram a curiosidade de pesquisar a informação no mesmo lugar que o docente.

Figura 16 - Trecho da pesquisa apresentada pelo grupo 2

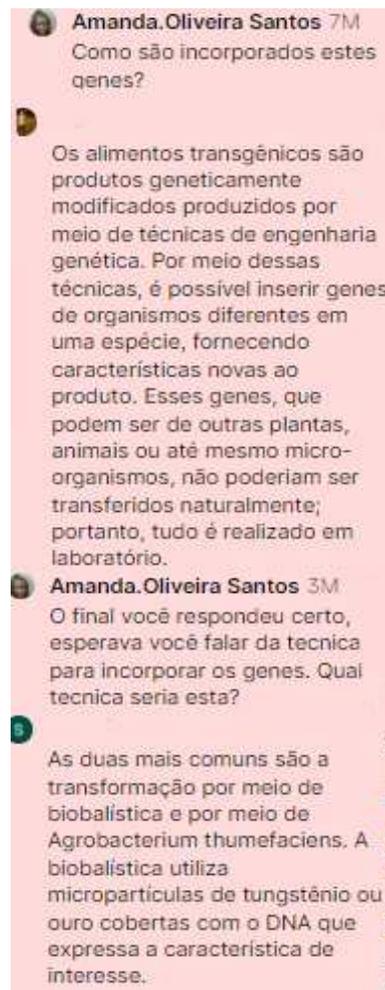


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### Grupo 3:

Na figura 17 o professor perguntou como eram incorporados os genes para a produção do transgênico, e o estudante respondeu corretamente, porém não falou o nome da técnica então foi selecionado outro estudante para tentar responder à questão discursiva.

Figura 17- Trecho da discussão orientada pelo professor no *Padlet* do grupo 3

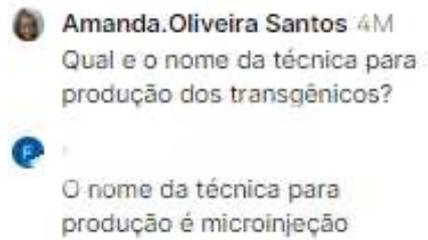


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### Grupo 4:

Na figura 18, um estudante respondeu corretamente, porém é uma técnica diferente, pois, não é encontrada no livro didático de biologia utilizado por eles.

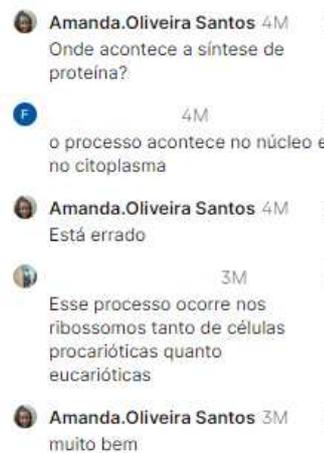
Figura 18 - Trecho da discussão orientada pelo professor no *Padlet* grupo 4



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Já a figura 19 mostra que apesar do professor ter recordado o processo de síntese de proteína com os estudantes, eles ainda têm dificuldade em reconhecer o local de produção.

Figura 19 - Trecho da discussão orientada pelo professor retiradas do *Padlet* do grupo 4

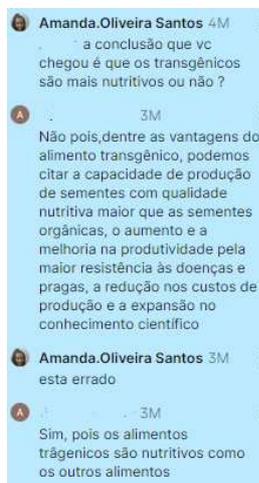


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### Grupo 5

Já no grupo 5 o grupo respondeu equivocadamente que os transgênicos não são nutritivos; porém, explicaram corretamente mostrando que esta parte copiaram a resposta sem prestar atenção para responder (Figura 20).

Figura 20 - Trecho da discussão orientada pelo professor retiradas do *Padlet* do grupo 5

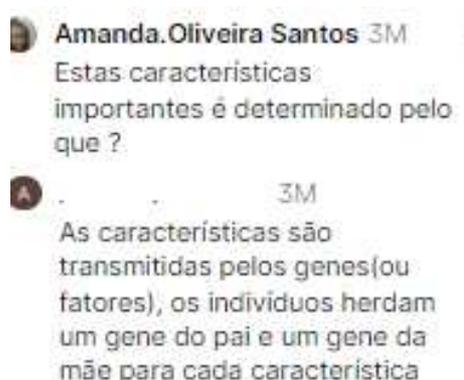


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### Grupo 6:

Entre resultados do grupo 6, a figura 21 apresenta que os estudantes tiveram dificuldades em entender a questão para responder, pois este assunto, características transmitidas pelos genes, ainda não tinha sido estudado por eles.

Figura 21 - Trecho da discussão orientada pelo professor retiradas do *Padlet* do grupo 6



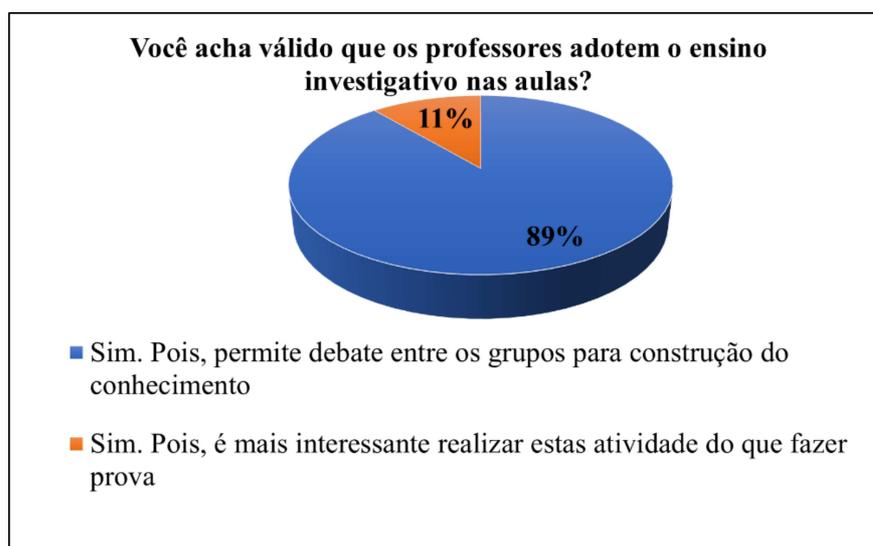
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

#### 4.1.4 QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO SOBRE ATIVIDADES INVESTIGATIVA

Após aplicação do questionário, na primeira questão, cuja pergunta é “Você acha que as tecnologias digitais contribuíram para sua aprendizagem? Por quê?”, todos os alunos responderam que sim e na justificativa, a maioria respondeu que acha mais fácil pesquisar pela internet. Na segunda questão (Figura 22), cuja pergunta é “Você acha válido adotar o ensino

investigativo nas aulas?”, oito estudantes (89%) responderam que sim, que “permite o debate entre grupos para construção do conhecimento”. Apenas um estudante (11 %) respondeu que “é mais interessante realizar estas atividades do que fazer prova”, as demais alternativas, conforme o questionário do Apêndice B, os estudantes não marcaram, portanto, não apareceram nos gráficos explanados adiante.

Figura 22 - Segunda questão do questionário "Você acha válido que os professores adotem o ensino investigativo nas aulas?"



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Quanto ao questionário da terceira questão (Figura 23), quatro (45%) estudantes pensam que os transgênicos são importantes na maioria das situações, mas não em todas, três (33%) estudantes pensam que são importantes em todas as situações, um (11%) estudante respondeu nem sempre e um (11%) estudante respondeu raramente, mas em alguma situação.

Figura 23 - Terceira questão do questionário " Após estudar o assunto sobre transgênicos você acha que ele é importante para o seu dia-a-dia?"



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para a quarta questão do questionário (Figura 24), “Qual é a função de estudar transgênicos?”, três (43%) estudantes responderam que é cuidar da saúde, dois (29%) estudantes responderam incentivar outras pessoas a conhecerem sobre transgênicos, um (14%) estudante marcou a opção que não faz parte do currículo e um (14%) marcou que a função é aumentar a quantidade e a qualidade de produtos no mercado.

Figura 24 - Quarta questão do questionário " Qual é a função de estudar transgênicos?"



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na quinta questão, cuja pergunta era “Caso tenha escolhido ‘Outras’ na questão anterior, escreva as outras funções”, não houve resposta, pois nenhum aluno marcou esta opção na quarta questão.

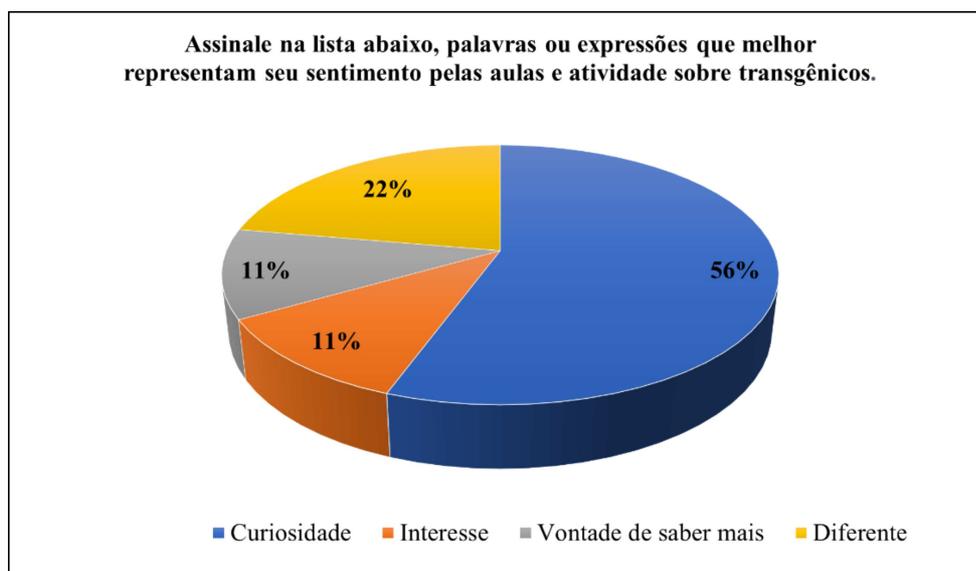
Na sexta questão, “Relate sua experiência e resalte os pontos negativos e positivos para pesquisar em grupo, sobre como transgênicos são produzidos”, os discentes escreveram que os pontos positivos foram interagir com os colegas e aprender mais sobre o assunto, o ponto negativo foi que alguns estudantes do grupo não queriam fazer o trabalho.

Na sétima questão que falava sobre os pontos positivos e negativos de criar o problema cuja solução seria o transgênico, os discentes responderam que os pontos positivos foram: “Criar um problema”, “Eu percebi que os transgênicos poderiam ter benefícios”, “Foi muito boa a experiência”, os pontos negativos citaram “A solução ser um produto transgênico”, “A dificuldade de encontrar na internet”.

A oitava questão foi respondida em grupo. Três discentes responderam que ficaram mais interessados na atividade com o *Podcast* e outros três responderam que gostaram de publicar a pesquisa no *Padlet* e responder as perguntas da professora na discussão pois aprenderam muito com isto.

Na nona questão, onde teriam que descrever os sentimentos pelas aulas, cinco (56%) estudantes tiveram curiosidade, apenas dois (22%) estudantes marcaram a opção diferente, um (11%) estudante marcou interesse e um (11%) marcou vontade de saber mais (figura 25).

Figura 25 - Nona questão do questionário "Assinale na lista abaixo, palavras ou expressões que melhor representam seu sentimento pelas aulas e atividade sobre transgênicos"

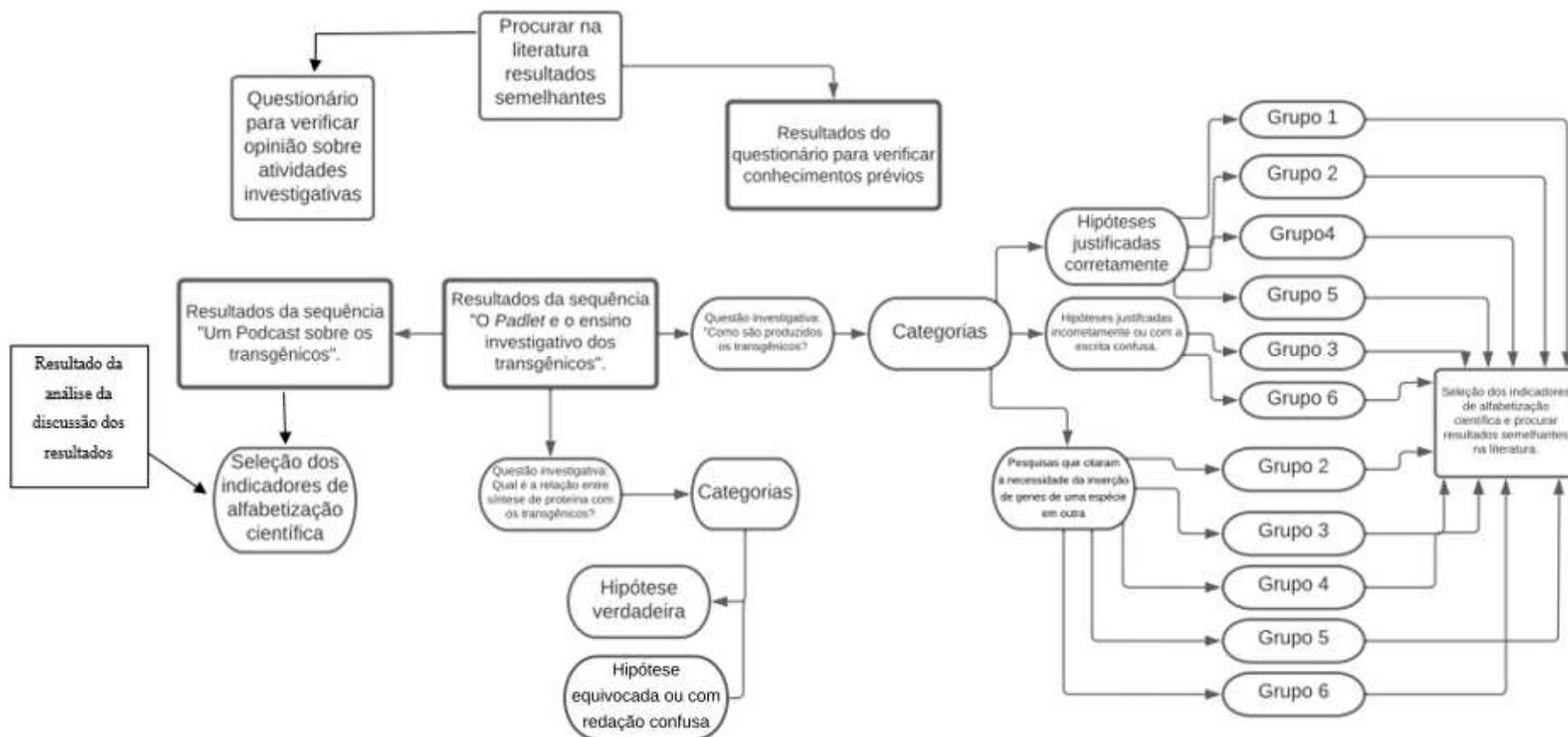


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na décima questão, a maioria dos estudantes preferiu fazer as atividades na escola pois, teriam a explicação da professora.

Na figura 26 está um fluxograma resumindo os resultados encontrados no presente trabalho.

Figura 26- Fluxograma resumindo os resultados encontrados com a aplicação da sequência didática.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

#### 4.1.5 DISCUSSÃO

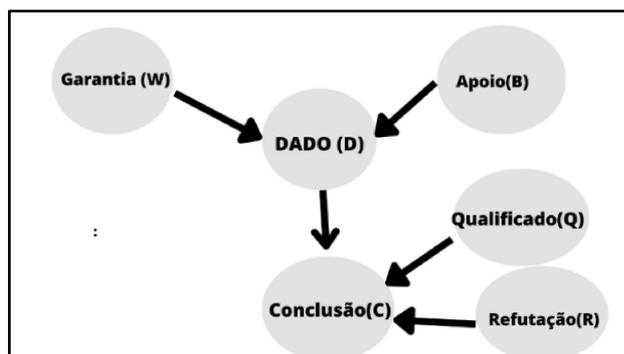
Nas respostas dos questionários para verificar conhecimentos prévios e de opinião sobre atividades investigativas foram procurados resultados semelhantes na literatura para fazer a discussão. Na sequência, “*Padlet* e o ensino investigativo dos transgênicos”, “Um *Podcast* sobre os transgênicos”, “Análise e discussão dos resultados” foi feita a seleção dos indicadores de alfabetização científica no material produzido pelos estudantes. Na sequência de ensino, cujo título é “O *Padlet* e o ensino investigativo dos transgênicos” foi realizada duas questões investigativas. Na primeira questão – “Como são produzidos os transgênicos?” – foram separadas em três categorias, a saber: “Hipóteses justificadas corretamente”, “Hipóteses justificada incorretamente ou com escrita confusa”, “Pesquisas que citaram a necessidade da inserção de um gene de uma espécie em outra”. Os grupos que tiveram as hipóteses justificadas corretamente foram os grupos 1, 2, 4 e 5. As hipóteses justificadas incorretamente ou com a escrita confusa foram aquelas dos grupos 3 e 6. Os grupos que citaram a necessidade da inserção de uma espécie em outra foram 2, 3, 4, 5 e 6. Em todos os grupos o professor selecionou os indicadores de alfabetização científica nas pesquisas dos estudantes e procurou resultados semelhantes na literatura. Na questão investigativa “Qual é a relação entre síntese de proteína com os transgênicos?” foram separadas em duas categorias “Hipótese verdadeira” e Hipótese equivocada ou sem sentido”. No material produzido pelos estudantes foram selecionados os indicadores de alfabetização científica.

#### 4.2 SELEÇÃO DOS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A análise de conteúdo produzido pelos discentes foi feita identificando os indicadores de alfabetização científica de acordo com Corso (2015).

A argumentação possibilita desenvolver nos estudantes a capacidade de resolver problemas científicos. A educação relacionada sobre as ciências deve dar ao argumento uma alta prioridade para desenvolver compreensão nas teorias científicas. Com isto, os estudantes defendem e confrontam opiniões, relacionando o conhecimento com o contexto que estão inseridos produzindo significados específicos. É importante para o professor entender o raciocínio do aluno, que são ideias que permitem o convencimento, e isto é importante no pensamento científico (Figura 27).

Figura 27 - Características de uma argumentação científica. O dado tem que ter a garantia e o apoio, para gerar a conclusão que pode ser qualificadora ou refutadora



Fonte: Corso, 2015 (modificado).

Para um **Dado (D)** ser considerado tem que ter **Garantia (W)**, que são frases que irão relacionar informações adicionais, e o **Apoio (B)**, que será a confiabilidade da garantia que levam à **Conclusão (C)**, que podem conter o **Qualificador (Q)**, que é a confirmação da hipótese ou a **Refutação (R)**. A explicação é a realidade para pessoas entenderem, o argumento, “examinando a questão para saber se a explicação é válida” (CORSO, 2015, p. 21). Trabalhar alfabetização científica permite que os alunos desenvolvam habilidades para resolver problemas ligados à Ciências e às suas Tecnologias. Uma forma de introduzir isto nas escolas é através do ensino investigativo, onde os estudantes desenvolvem argumentação para defender suas hipóteses.

#### 4.2.1 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA VERIFICAR CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes é importante, pois o professor consegue ter uma noção sobre o que os alunos sabem sobre assunto e, assim, dependendo do resultado, aprofundar no tema. A partir dos resultados o docente elabora as aulas de forma que o conhecimento dos estudantes é transformado, substituído ou acrescentado, pois traz informações sempre baseadas em conhecimentos científicos, gerando aprendizagem significativa (TEIXEIRA; SOBRAL, 2010).

Na figura 6, os estudantes que responderam que são alimentos modificados, de acordo Costa e Sicca (2015), a resposta é próxima do esperado, porém segundo os autores, para ficar mais completa deveriam acrescentar que recebem genes exógenos.

Na figura 7, a maioria dos estudantes descobriu o que são transgênicos através de rótulos e mídia diferente dos resultados apresentados por Oliveira (2019), onde as maiorias das informações obtidas sobre o assunto foram da mídia.

Na figura 8, a maioria respondeu que consome alimento que são transgênicos. Assim, o resultado é semelhante com Brasileiro e colaboradores (2017). De acordo com Costa e Sicca (2015), os estudantes alegam que se alimentam com o que está disponível em casa quanto estão com fome.

Na figura 9, a maioria tem interesse em acompanhar notícias sobre os transgênicos. Com isso, o resultado é semelhante àquele apresentado por Ventorim e colaboradores (2021).

Na figura 10, a maioria respondeu que não sabe a diferença entre transgênicos e organismos resultantes de melhoramento genético. Dessa forma, diferente da pesquisa realizada por Coelho e Galvão (2018) onde a minoria respondeu que não sabe.

Na figura 11, a maioria não sabe o que é plasmídeo e o resultado semelhante ao de Oliveira (2019).

Na figura 12, a palavra em destaque foi óleo, o resultado é semelhante com o de Silvestre (2012), onde a maioria sabe que a soja e o óleo de soja são transgênicos.

#### 4.2.2 O PADLET E O ENSINO INVESTIGATIVO DOS TRANSGÊNICOS

Quando foi apresentado a figura com o símbolo T dois estudantes já conheciam o símbolo obtendo-se a seguinte pergunta pelos estudantes “*Como identificar um alimento transgênico?*”. Pode-se observar que apesar de deduzirem que o símbolo era para identificar um alimento transgênico, tiveram medo de opinar e estarem errados. A dúvida não foi esclarecida para não influenciar na resposta das questões problematizadoras, então esta foi utilizada posteriormente para discussão. Diferente dos resultados apresentados por Cardoso (2016), onde de seis alunos entrevistados sobre o que significava o símbolo, cinco sabiam que eram alimentos transgênicos. Outros estudantes disseram que eram “alimentos saudáveis” ou produtos tóxicos, nesta última o resultado é semelhante com o de Lourenço e Reis (2013) onde um estudante estava considerando que os transgênicos eram produzidos a partir de produtos tóxicos, segundo o autor, isto indica desconhecimento na fabricação deles. O restante não sabia o que representava o símbolo.

Os estudantes tiveram dificuldade em elaborar as hipóteses sobre como são produzidos os transgênicos. Os resultados semelhantes ao de Galanjauskas (2009), onde todos os estudantes não conheciam sobre a produção dos transgênicos. Na apresentação da figura sobre síntese de

proteína os estudantes não lembravam o que estava sendo representado, apesar de já terem estudado o assunto no primeiro ano do ensino médio, e o professor teve que lembrá-los como ocorre o processo, para depois fazer a pergunta investigativa que é “Qual é a relação entre síntese de proteína com os transgênicos?”. De acordo com Fontes, Chapani e Souza (2013), mesmo depois de desenvolver atividades sobre síntese de proteína com os estudantes, a maioria não conseguiu explicar o processo, e isso foi verificado na apresentação da figura. Abaixo estão comentadas as hipóteses com a pesquisa de acordo com os indicadores de alfabetização científica proposto por Corso (2019).

### **- Categoria 1: Hipótese justificada corretamente sobre a questão “Como são produzidos os transgênicos?”**

Observou-se que todos os grupos citaram a modificação na molécula de DNA pela inserção do gene de interesse no quadro 2 na pesquisa, e isto é importante para compreender o processo de tecnologia do DNA recombinante (OLIVEIRA; SILVA, 2021; SILVA; SILVA, 2015). Foram selecionados os trechos das hipóteses de todos os grupos que podem ser classificadas de acordo com os indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron (2008 apud CORSO, 2015) que estão grifados em negritos.

#### **Grupo 1:**

Na hipótese “Por meio do DNA” encontra-se **Raciocínio Lógico**, pois “relaciona-se como o pensamento é exposto” e **Levantamento de Hipóteses**, pois faz suposição acerca da questão proposta. Na assertiva; “os transgênicos são produzidos através da técnica do DNA recombinante, que permite isolar, manipular e identificar genes em organismos vivos” apresenta **Testes de Hipótese**, pois pesquisaram as hipóteses e **Organização das informações**, pois pesquisaram informações para elaborar a resposta. Foi identificado o indicador **Justificativa**, que é em uma afirmação vem acompanhado de uma garantia tornando-a mais segura, na assertiva “produzidos através da técnica do DNA recombinante” a garantia é “permite isolar manipular e identificar genes em organismos vivos”.

#### **Grupo 2:**

Na hipótese; “Eles são produzidos da mesma forma que a síntese de proteína” foi entendido como **Raciocínio Lógico**, que explica como as ideias são desenvolvidas, pois apresentou uma ideia e **Levantamento de hipóteses**, que é suposição sobre o tema apresentado,

pois propôs uma opinião sobre o que pensavam que seria a resposta. Analisando o trecho “Depois da pesquisa negamos nossa hipótese, pois são organismos produzidos em laboratório por meio da engenharia genética, onde tiveram seu DNA modificado a partir da inserção de um gene de outro organismo” foi encontrada o indicador **Organização de Informação**, que prepara os dados existentes, pois pesquisaram a informação e depois organizaram para escrevê-la e **Teste de Hipótese**, pois o grupo tentou confirmar ou negar a hipótese anteriormente elencada. Foi identificado **Justificativa**, que em uma afirmação vem acompanhado de uma garantia tornando-a mais segura, na assertiva “são produzidos em laboratório por meio da engenharia genética” a garantia é “tiveram seu DNA modificado a partir da inserção de um gene de outro organismo”.

#### **Grupo 4:**

Na hipótese “São produzidos e modificados em laboratório” foi como **Raciocínio Lógico**, que explica como as ideias são desenvolvidas, e isto é explícito na assertiva e **Levantamento de hipóteses**, que é suposição sobre o tema apresentado, pois propôs uma opinião sobre o que pensavam que seria a resposta. Analisando o trecho da pesquisa “Depois da pesquisa confirmamos nossa hipótese pois, são produzidos em laboratório, cuja tiveram seu DNA modificado através da inserção de genes que podem ser de plantas, animais ou microrganismos” foi encontrada o indicador **Organização de Informação**, que prepara os dados existentes, pois pesquisaram a informação e depois organizaram para escrevê-la e **Teste de Hipótese**, pois o grupo tentou confirmar ou negar a hipótese anteriormente elencada. Foi encontrado o indicador **Raciocínio proporcional**, que é a forma como as variáveis têm relações entre si, na forma de relacionar “genes” com “plantas, animais ou microrganismos”. Foi identificada a **Justificativa**, que é quando a afirmação possui garantias para o que é proposto, no caso a assertiva “são produzidos no laboratório”, a garantia é “tiveram seu DNA modificado através da inserção de genes que podem ser de plantas, animais ou microrganismos”. Possuem o indicador **Explicação**, que relacionam informações já levantadas, neste caso sendo a hipótese “São produzidos e modificados em Laboratório”; posteriormente, a explicação foi o motivo de terem sido produzido em laboratório no trecho “tiveram seu DNA modificado através da inserção de genes que podem ser de plantas, animais ou microrganismos”.

#### **Grupo 5:**

Na hipótese; “Nas indústrias e com produtos químicos” foi entendido como **Raciocínio Lógico**, que explica como as ideias são desenvolvidas, e isto é explícito na assertiva e **Levantamento de hipóteses**, que é uma suposição sobre o tema apresentado, pois propôs uma opinião sobre o que pensavam que seria a resposta. Analisando o trecho da pesquisa “Depois da pesquisa, negamos nossa hipótese pois, são produzidos por técnicas de engenharia genética que permitem os cientistas modificar o DNA ,inserindo genes de um organismo em outro, para que eles obtenham novas características” foi encontrada o indicador **Organização de Informação**, que prepara os dados existentes, pois pesquisaram a informação e depois organizaram para escrevê-la e **Teste de Hipótese**, pois o grupo tentou confirmar ou negar a hipótese anteriormente elencada. Foi encontrado o indicador **Raciocínio proporcional**, que é a forma como as variáveis têm relações entre si, na forma de relacionar “inserindo genes” com “obtenção de novas características”. Foi identificado a **Justificativa**, que é quando a afirmação possui garantias para o que é proposto, no caso a assertiva, “São produzidos por técnicas de engenharia genética”. Assim, a garantia é “permitem aos cientistas modificar o DNA, inserindo genes de um organismo em outro”.

**- Categoria 2: Hipóteses justificadas equivocadamente ou com redação confusa sobre a questão “Como são produzidos os transgênicos?”**

### **Grupo 3:**

Na hipótese “Os transgênicos são alimentos não modificados e foram criados da mesma forma que o organismo geneticamente modificado” foi como **Raciocínio Lógico**, que explica como as ideias são desenvolvidas, e isto é explícito na assertiva e **Levantamento de hipóteses**, que é suposição sobre o tema apresentado, pois propôs uma opinião sobre o que pensavam que seria a resposta. Analisando o trecho da pesquisa “Depois da pesquisa negamos nossa hipótese pois, são alimentos modificados pelo DNA e possuem um gene incorporado de outra espécie”, foi encontrada o indicador **Organização de Informação**, que prepara os dados existentes, pois pesquisaram a informação e depois organizaram para escrevê-la e **Teste de Hipótese**, pois o grupo tentou confirmar ou negar a hipótese anteriormente elencada.

### **Grupo 6:**

Na hipótese “Os transgênicos são produzidos dentro de uma máquina nas indústrias” foi como **Raciocínio Lógico**, que explica como as ideias são desenvolvidas, e isto é explícito na

assertiva e **Levantamento de hipóteses**, que é suposição sobre o tema apresentado, pois propôs uma opinião sobre o que pensavam que seria a resposta. Analisando o trecho da pesquisa “Não concordo com minha hipótese pois, são itens modificados geneticamente em laboratório através de técnica de engenharia genética”, foi identificado a **Justificativa**, que é quando a afirmação possui garantias para o que é proposto, no caso a assertiva “itens modificados geneticamente em laboratório” recebe a garantia “através de técnica de engenharia genética”.

**- Categoria 3: Pesquisas que citaram a necessidade da inserção de genes de uma espécie em outra para questão na questão “Como são produzidos os transgênicos?”**

Os conceitos de replicação de DNA, enzimas, transcrição e tradução de DNA foram trabalhados com os mesmos alunos no primeiro ano do ensino médio, porém eles não utilizam estes para explicar as respostas, resultado semelhante ocorre com Oliveira (2019). De acordo com o livro de Amabis e Martho (2016, p. 171), “um organismo transgênico é aquele que recebe ou incorpora genes de outras espécies”. Tal conceito corresponde com a pesquisa dos estudantes, porém difere do resultado de Oliveira (2019), pois a maioria utilizou o termo mutação do DNA de espécies envolvida no processo.

O resultado do quadro 4 se assemelha ao observado por Oliveira (2019) em que, após a pesquisa, a maioria dos alunos expressou que para produção de um transgênico é necessária a inserção do material de uma espécie em outra. Em nenhum dos parágrafos foi citado que um gene está ligado no DNA e ocorre modificação no material genético, como apresentado por Oliveira (2019). Apenas o grupo 1, apesar de citar a técnica para produção do transgênico, não explicar a necessidade da inserção de um gene de uma espécie em outra, de acordo com o Oliveira (2019) isto é importante para a produção de um transgênico.

A partir destes resultados foi identificado o indicador **Argumentação**, pois todas as afirmativas contêm a garantia **Qualificadores**, que defendem a ideia de que são necessárias duas espécies diferentes para produção dos transgênicos.

**- Categoria 1 e 2: Discussão dos resultados para a questão “Qual é a relação entre síntese de proteína com os transgênicos?”**

Em todas as hipóteses foram identificados os indicadores **Raciocínio Lógico**, que explica como as ideias são desenvolvidas, e **Levantamento de hipóteses**, que é uma suposição sobre o tema apresentado ao propor hipóteses. Todos justificaram as hipóteses utilizando a seguinte definição: “novo gene inserido de uma espécie em outra é responsável pela síntese de

proteínas anteriormente não produzidas pela espécie receptora”. Este é um indicador de **Teste de Hipótese e Organização de informação** e os grupos também acrescentaram outras informações que não era a resposta da pergunta. Foi identificado na assertiva “O novo gene inserido de uma espécie em outra” como **Justificativa**, que ocorre quando uma afirmativa vem acompanhada de uma garantia, neste caso a garantia é “é responsável pela síntese de proteína”, o indicador **Previsão**, que é a previsão de certos acontecimentos, foi identificado no trecho “anteriormente não produzido pela espécie receptora”, quando são encontrados os indicadores **Justificativa** e **Previsão** que formam o indicador **Explicação**. O grupo 3 também colocou em sua pesquisa “A relação entre a síntese de proteína e os transgênicos é que o novo gene recebido por um organismo quando ele é modificado é responsável pela síntese de proteína” foi identificado o indicador Raciocínio Proporcional, que é a forma como as variáveis têm relações entre si, ou seja, foi relacionado “O novo gene recebido por um organismo quando ele é modificado” com a assertiva “Responsável pela síntese de proteína”. Os grupos 4, 5 e 6 citaram em suas pesquisas os “benefícios da produção de novas proteínas como plantas resistentes a herbicida e com valor nutricional aumentado” que também foi identificado como **Previsão**.

O grupo 3 elaborou três hipóteses diferentes, porém apenas uma delas estava correta e de forma geral colocou que nega todas as hipóteses e não explicou corretamente se preocupando em responder à pergunta investigativa principal, portanto não tem teste de hipótese.

O grupo 6 confirmou e justificou a hipótese erroneamente, pois estava imaginando que os transgênicos não são nutritivos e se preocupou em apenas responder à pergunta investigativa de forma geral, portanto não tem teste de hipótese.

#### 4.2.3 UM PODCAST SOBRE OS TRANSGÊNICOS

Na etapa para criação do *Podcast*, quando foi proposto o roteiro, um aluno perguntou: “*professora, os transgênicos fazem bem ou mal para saúde?*”. Nenhuma questão foi esclarecida para não influenciar nas respostas propostas pelos grupos. Os estudantes enviaram o texto que seria publicado no *Podcast* antecipadamente para correção, para depois serem publicados, abaixo estão apenas os trechos com os indicadores criados pelos grupos. Foram selecionados os que estavam escritos de acordo com o roteiro proposto. Todos os grupos possuem o indicador **Organização de Informação**, pois para criar o *Podcast* é necessário preparar o material para sua criação **Raciocínio lógico**, pois ao imaginar um produto transgênico estão apresentando e desenvolvendo ideias.

#### - Grupo 4

“Problema criado: Alana está fazendo academia o que ela precisa tomar para auxiliar nos exercícios físicos? Solução: A empresa coca-cola criou um energético de coco”. O trecho selecionado foi entendido como um **Raciocínio Proporcional**, pois relacionam as variáveis, ou seja, a necessidade do energético com a produção do energético de coco. As micropartículas penetram na célula e eventualmente o DNA das micropartículas é liberado e se integra ao genoma do organismo hospedeiro. “Esse sistema pode ser amplamente usado para qualquer espécie de plantas, microrganismo e animais”. A afirmativa destacada é uma **Justificativa**, pois é uma garantia para a técnica de produção citada.

#### - Grupo 6

“Problema criado: Como produzir insulina para ajudar no tratamento de pessoas com diabetes?” Este trecho foi selecionado como **Justificativa**, pois torna a afirmação sobre a insulina mais segura de acordo com este indicador: “Solução é produzir bactérias modificadas. A bactéria recebe o gene responsável pela produção de insulina em humanos e começa a produzir o hormônio”. O trecho selecionado foi entendido como **Raciocínio Proporcional**, pois relaciona as variáveis, ou seja, a solução para as pessoas que têm diabetes é a bactéria modificada que produz a insulina. Foi identificado **Previsão** no trecho “Plasmídeo recombinante formado é inserido na célula da bactéria que codifica o gene humano da insulina passando a produzi-lo”, ou seja, uma ação que é o gene inserido na bactéria está associada a certos acontecimentos como a produção de insulina.

Os grupos compartilharam o *Podcast* com outras turmas de outras séries sem a sugestão do professor, isto mostra que gostaram da atividade. De acordo com Nunes e Lacerda (2021), a elaboração de *Podcast* permite o trabalho colaborativo dos estudantes, despertando vontade de aprender. Os estudantes têm que ler e a partir disto treina sua expressividade. No trabalho deste mesmo autor, a maioria dos estudantes sabiam o que era um *Podcast* e isto foi visualizado na prática, pois apenas dois alunos responderam que não sabiam o que era esta ferramenta. Apresentaram dificuldades em gravar o *Podcast* pois, não tinha fone de ouvido e por isto tinham que ir para a biblioteca ou outro local isolado para fazer a gravação. Assim, estes resultados se assemelham com de Araújo (2020), mesmo gravando em casa os estudantes reclamavam o barulho externo. Todos afirmaram que a utilização desta ferramenta auxilia a aprendizagem e este resultado é semelhante ao de Nunes e Lacerda (2021), onde 73% dos alunos tiveram a percepção que ajuda na compreensão do conteúdo. De acordo com Araújo (2020), 66% dos

alunos aprovaram o *Podcast* como uma boa ferramenta para aprendizagem e 17% relataram dificuldades para as gravações. No trabalho deste mesmo autor, quando os *Podcast* era compartilhado com outras pessoas estas opinavam para melhorar o resultado da gravação.

O que foi identificado durante pesquisa em sala de aula de acordo com a reação dos estudantes quando perguntaram “*Professora, se errar a resposta perdemos ponto?*” que estão mais preocupados em acertar a questão do que tentar entender sobre o que pensam. Então, foi explicado que no ensino investigativo se aprende com o erro, e tem a oportunidade de achar onde está o equívoco através da pesquisa. De acordo com Bruno e Carolei (2018), é importante saber lidar com o erro para repensar e chegar em uma solução.

#### 4.2.4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na discussão de todos os grupos, foi encontrado o indicador **Organização de informação**, que prepara os dados existentes, pois pesquisaram a informação e depois organizaram para escrevê-la.

No grupo 1 foi encontrado o indicador **Classificação de Informação**, no trecho “Capacidade de produzir sementes com maior qualidade nutritiva como por exemplo; Aumento e melhoria da produtividade, maior resistência aos agrotóxicos, inseticidas, herbicidas e pragas, como insetos, vírus, bactérias e fungos, redução de custos de produção”, que atribui características aos dados obtidos quando aponta os benefícios das sementes transgênicas. Ainda neste mesmo grupo podemos encontrar o indicador **Justificativa**, que ocorre quando uma afirmativa possui uma garantia para o que é proposto, com por exemplo na assertiva “Trata-se de processos de transferência de DNA de um organismo para outro visando produzir benfeitorias” possui como garantia “Capacidade de produzir sementes com maior qualidade nutritiva como por exemplo; Aumento e melhoria da produtividade”. No mesmo trecho foi encontrado o indicador **Previsão**, quando afirma uma ação antes do acontecimento, no trecho “transferência de DNA de um organismo para outro” faz a previsão que irá “produzir benfeitorias”. Portanto, isto compõe o indicador **Explicação**, pois foram encontrados os indicadores **justificativa e previsão**.

Nos grupos 2 e 4 foi encontrado o indicador **Raciocínio Lógico**, pois é a forma como se estrutura o pensamento. Desse modo, responderam à pergunta diretamente sem acrescentar outras informações.

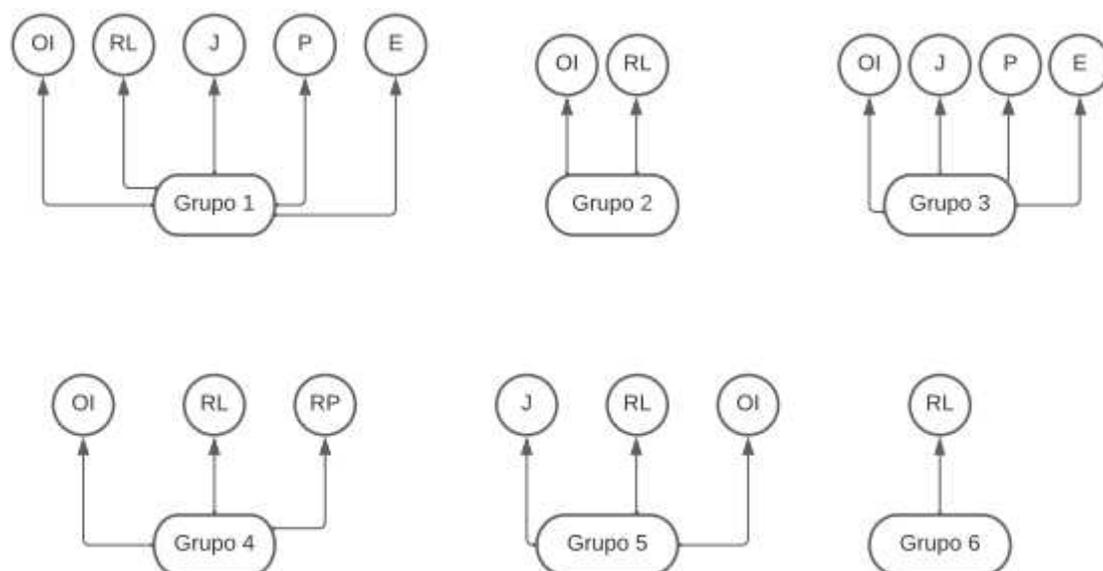
No grupo 3 foi no trecho “Produzidos por meio de técnicas de engenharia genética. Por meio dessas técnicas, é possível inserir genes de organismos diferentes em uma espécie, fornecendo características novas ao produto” foi encontrado o indicador **Justificativa**, pois na assertiva “Produzidos por meio de técnicas de engenharia genética” possui como garantia “é possível inserir genes de organismos diferentes em uma espécie, fornecendo características novas ao produto”. Também foi encontrado o indicador **Previsão**, no trecho “fornecendo características novas ao produto”. Os dois indicadores **Previsão** e **Justificativa** formam a **Explicação**. Na outra assertiva “A biobalística utiliza micropartículas de tungstênio ou ouro cobertas com o DNA que expressa a característica de interesse” foi encontrado o indicador **Justificativa**, pois, a afirmação “As duas técnicas mais comuns são a transformação por meio de biobalística e por meio de *Agrobacterium thumegaciens*” usa como garantia o trecho “A biobalística utiliza micropartículas de tungstênio ou ouro cobertas com o DNA que expressa a característica de interesse”.

No grupo 4 foi encontrado o indicador **Raciocínio Proporcional** ao relacionar síntese de proteína nas células procarióticas e eucarióticas.

No grupo 5 foi encontrado o indicador **Classificação de Informação**, quando é citado a vantagem do alimento transgênicos. Foi encontrado o indicador **Justificativa** na afirmativa “Dentre as vantagens do alimento transgênico” cuja garantia é “podemos citar a capacidade de produção de sementes com qualidade nutritiva maior que as sementes orgânicas, o aumento”.

No grupo 6 foi encontrado o indicador “**Raciocínio Proporcional**” ao relacionar características com os genes.

Figura 28 - Fluxograma com os indicadores de alfabetização científica encontrados nas discussões dos grupos



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

#### 4.2.5 QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO SOBRE AS ATIVIDADES INVESTIGATIVA

Após aplicação do questionário, na primeira questão, todos discentes responderam que sim e na justificativa a maioria respondeu que acha mais fácil pesquisar pela internet, isto é, corroborado por Nunes e Lacerda (2021) pois, em sua pesquisa, os estudantes relataram que aulas com tecnologias digitais ficam mais interessantes. Segundo Carvalho e Guimarães (2016), além de ter objetivo de despertar o interesse, ainda deixa as aulas inovadoras. De acordo com o Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (2019), a preocupação com alimentos geneticamente modificados é grande em todos os grupos sociais, porém tende a crescer entre as mulheres. Ainda de acordo com este mesmo estudo existem outros temas dentro da ciência e tecnologia que a população de forma geral considera mais interessante, e isto foi corroborado com o questionário da terceira questão (Figura 15) onde os estudantes pensam que os transgênicos são importantes na maioria das situações, mas não em todas.

Na quarta questão do questionário (Figura 16) a maioria dos estudantes respondeu que a função de estudar transgênicos é cuidar da saúde; porém, não existe na literatura resultados semelhantes que abordam esta pergunta com os estudantes do ensino e médio. De acordo com Silva e Maciel (2018), no PCN, o tema alimentação envolve discussão relacionado à saúde e ao consumo, e os transgênicos podem ser incluído no tema, podendo ser envolvido também com o meio ambiente (2018). Na sexta questão – “Relate sua experiência e ressaltando os pontos

negativos e positivos para pesquisar em grupo sobre como transgênicos são produzidos” –, os discentes escreveram que os pontos positivos foram interagir com os colegas e aprender mais sobre o assunto, o ponto negativo foi que alguns estudantes do grupo não queriam fazer o trabalho. O resultado foi diferente do proposto por Oliveira (2019) no aspecto de que nenhum dos grupos em sua pesquisa relataram dificuldades em trabalhar em grupo.

A sétima questão que dizia sobre os pontos positivos e negativos de criar o problema cuja a solução seria o transgênico os discentes responderam que os pontos positivos seriam “*Criar um problema*”, “*Eu percebi que os transgênicos poderiam ter benefícios*”, “*Foi muito boa a experiência*”, os pontos negativos citaram “*A solução ser um produto transgênico*”, “*A dificuldade de encontrar na internet*”, o que corrobora os resultados da pesquisa de Oliveira (2019) onde afirma que esta etapa foi a mais difícil para os estudantes, apesar de terem produzido um “minivídeo” com roteiro utilizado para sua elaboração e semelhante para produção do *Podcast* deste trabalho.

Na oitava questão, que foi respondida em grupos três discentes responderam que ficaram mais interessado na atividade com o *Podcast* e outros três responderam que gostaram de publicar a pesquisa no *Padlet* e responder as perguntas da professora na discussão pois aprenderam muito com isto. Segundo Pereira (2021), em sua pesquisa percebeu que o *Padlet* é uma ferramenta onde os discentes podem interagir com facilidade e todos podem participar da pesquisa fazendo com que os alunos se tornem protagonista do conhecimento.

Na questão onde teriam que descrever os sentimentos pelas aulas (Figura 29), a maioria teve curiosidade, e isto é característico de uma sequência didática que promova alfabetização científica, pois os alunos participam ativamente das atividades. O resultado é semelhante ao trabalho realizado por Nunes e Lacerda (2021), onde o uso de *Podcast* aumenta o interesse dos discentes. Estes usaram em todas as aulas o celular *smarthphone* para fazer a pesquisa e o *Podcast*, pois só havia dois computadores disponíveis, os outros não tiveram jeito porque a escola está em reforma e não havia espaço. De acordo com Martins e Gouveia (2019), em sua pesquisa sobre aprendizagem móvel, o uso desta tecnologia aumenta o interesse dos discentes.

Por fim, na décima questão a maioria dos estudantes preferiu fazer na escola, pois teriam a explicação da professora. Este resultado é corroborado por Macedo (2021) que aponta em seu trabalho os limites da educação remota que vai desde a falta de tecnologia adequada para fazer pesquisa até a falta de acompanhamento dos familiares.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática alcançou seus objetivos para maioria dos estudantes que participou ativamente na resolução de problemas. A alfabetização científica faz com que os estudantes utilizem os conhecimentos aprendidos na escola no cotidiano, a partir disto eles nunca mais irão olhar o símbolo dos transgênicos da mesma forma pois, agora conhecem o seu significado, sabem como é produzido e que existem problemas que podem ser solucionados a partir deste. Aprenderam a discutir o assunto e a pensar sobre isto, longe do que estavam acostumados com o ensino mecânico onde obtinham as informações prontas da internet. No questionário de opinião foi verificado que as tecnologias digitais é uma ferramenta promissora para o desenvolvimento de novos conhecimentos, aumentando o interesse e o desempenho dos estudantes. A partir dos resultados foi possível concluir que, apesar dos estudantes terem dificuldades em escrever com suas próprias palavras, conseguiram identificar nas pesquisas informações relacionadas a questão proposta, indicando que ocorreu alfabetização científica através de tecnologias digitais de acordo com objetivo geral proposto, pois foram encontrados os indicadores de alfabetização científica proposto por Corso (2019).

O conhecimento prévio dos estudantes foi verificado através do questionário da primeira etapa que a maioria já tinha ouvido falar sobre os transgênicos. Na estimulação de aplicativos digitais foi concluído que os estudantes se empenharam para responderem as questões no aplicativo *padlet*. Na produção do *podcast* os estudantes gostaram, porém apresentaram dificuldades em propor um problema que seja solucionável com os transgênicos. Em todos os materiais produzidos pelos estudantes foi identificado os indicadores de alfabetização científica. Através do questionário de opinião foi verificado que os estudantes acham mais interessantes aulas com ferramenta tecnológica, pois todos fizeram comentários a favor para o uso deste tipo de ferramenta. O E-book produzido mostrou como desenvolver aulas sobre os transgênicos e a técnica do DNA recombinante para desenvolver alfabetização científica dos estudantes, e isto pode ser uma forma de incentivar os professores a trabalharem este assunto com estudantes.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, G. A.; PESSOA, M. S.; SANTOS, A. K. S.; CARVALHO, S. R. R.; LIMA, H. A. B. Whattshapp como ferramenta de apoio e ensino. **Revista Renote Novas Tecnologia na Educação**, v.16, n. 2, p. 787-795, 2018.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia Moderna**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016.
- ARAÚJO, E. O. **As arboviroses e o uso de podcast como ferramenta facilitadora no processo ensino aprendizagem e promoção saúde na escola**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2020.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologia Ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórica e prática**. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BARDIN. L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BATISTA, Mônica. **Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico**. 2010. Tese (Doutorado em educação) – Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>. Acesso em: 17 jan. 2021.
- BRASILEIRO, S. G.; AQUINO, K. A. S.; MELO, A. L. F. D. Percepção de jovens da educação básica sobre transtornos alimentares. **Revista Caderno de Estudos e Pesquisa na Educação Básica**, Recife, v. 3, n. 1, p. 321-330, 2017.
- BRUNO, G. S.; CAROLEI, P. Contribuições do Design para o ensino de ciências por investigação. **Revista Brasileira em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 851-878, 2018.
- CARDOSO, D. N. **Alimentos transgênicos** – Uma Abordagem de ciências, tecnologia e sociedade. 2016. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás, Inhumas, 2016.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, C. J. O uso de podcast no ensino e na aprendizagem das ciências naturais: um estudo com alunos de 9º ano sobre tema do corpo humano/saúde. **Ozarfaxinars**, n. 8, p. 1-16, 2009.
- CARVALHO, L. J.; GUIMARÃES, C. R. P. Tecnologia: Um recuso facilitador do ensino de ciências e biologia. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES*, 9º, 2016, Sergipe. **Anais 2016 [...]** Sergipe: Universidade Federal de Sergipe, 2016. p. 1-12.

Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE). **Percepção Pública da ciência e tecnologia 2019**. Brasília, 2019. Disponível em: [https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/CGEE\\_resumoexecutivo\\_Percepcao\\_publica\\_CT.pdf](https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/CGEE_resumoexecutivo_Percepcao_publica_CT.pdf). Acesso em: 16 dez. 2021.

COELHO, K. T. B. C.; GALVÃO, L. M. V. **Transgênicos: Limites e possibilidades do uso de técnicas pedagógicas no ambiente escolar formal**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biologia) – Faculdade de Biologia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, 2018.

ME AJUDA, NICK. **Como fazer um podcast pelo celular**. Publicado pelo canal Me ajuda, Nick. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=42yXedSd5C0&t=567s>. Acesso em: 14 set. 2021.

CORSO, T. M. **Indicadores de alfabetização científica, argumentos e explicações: Análise de relatório no contexto de uma sequência de ensino investigativo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

COSTA, L. C.; SICCA, N. A. L. O processo curricular sobre a temática dos transgênicos no ensino de biologia: as concepções dos alunos. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10, 2015, São Paulo. **Anais [..]** Água de Lindoia: Currículo em Educação em Ciências, 2015. p. 1-7.

FONSECA, S. A. R. S.; SHITSUKA, R.; RISEMBERG, R. I. C. S.; SHITSUKA, D. M. Biologia no ensino médio: Os saberes e os fazer pedagógico com uso de recursos tecnológicos. **Biota Amazônia Open Journal System**, Macapá, v.4, n. 1, p. 1-7, mar. 2014.

FONTES, G. O.; CHAPANI, D. T.; SOUZA, A. L. B. Simulação do processo de síntese de proteínas: Limites e possibilidades de uma atividade didática aplicada a alunos do ensino médio. **Experiência em Ensino de Ciências**, Jequié, v. 8, n.1, p. 47-60, 2013.

GALANJAUSKAS, M. A. **Biotecnologia no ensino médio: Proposta de ensino**. 2009. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GREGÓRIO, E. A.; OLIVEIRA, L. G.; MATOS, S. A. Uso de simuladores como ferramentas no ensino de conceitos abstratos de biologia: Uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. **Experiências em Ensino de Ciências**, Belo Horizonte, v.11, n.1, p.101-125, 2016.

LIMA, A. B. D. **Tecnologia Educacional no contexto do ensino de citologia: Uso de aplicativo educacional na produção de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) – Instituto de Ciência Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2019a.

LIMA, M. M. O. **Atividades práticas de biologia**: O uso de uma sequência de ensino investigativa sobre o ciclo celular. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) – Centro de Ciências da Natureza, Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2019b.

LOURENÇO, A. P.; REIS, L. G. Transgênicos na sala de aula: concepções e opiniões de alunos do Ensino Médio e uma prática pedagógica. **Revista Vozes do Vale**, Diamantina, v. 2, n. 3, p. 1-27, 2013.

MARTINS, E. R.; GOUVEIA, L. M. B. Aprendizagem móvel com a tecnologia educacional Kahoot: Uma discussão da perspectiva dos aprendizes. **Educaonline**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 37-57, 2019.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; LORENZETTI, L.; ALVES FILHO, J. P. **Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências**: Fundamentos e práticas. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: Potencial e desafios. **ANPAD**, Curitiba, v. 15, n. 4, p. 731-747, jul. 2011.

NUNES, A. E.; LACERDA, F. K. D. O uso do podcast no ensino –aprendizagem de biologia: um estudo de Ensino médio. **Revista Interdisciplinar Parcerias Digitais**, Rio de Janeiro, v.4, n. 2021, p. 30-42, 2021.

OLIVEIRA, A. C. C.; SILVA, F. V. As ementas e os recursos didáticos empregados no ensino sobre tecnologia do DNA recombinante em um curso de licenciatura em ciências biológicas. **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 23, p. 1-18, 2021.

OLIVEIRA, J. D. M. C. **Sequência Didática sobre Transgênicos**: Colaboratividade e Construção de minivídeos como estratégia para aprendizagem científica sobre organismos geneticamente modificados. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; NUNES, W. M. C. Saber científicos e conhecimentos espontâneo: Opiniões de alunos do ensino médio sobre os transgênicos. **Ciência e Educação**, Mandaguari, v. 14, n. 1, p. 135-146, 2007.

PEREIRA, J. A. Padlet como recurso didático no ensino de genética em meio a pandemia: um relato de experiência. **Experiências em Ensino de Ciências**, Goiânia, v. 16, n. 3, p. 543 – 556, 2021.

RODRIGUES, M. L. L. **Transgênicos na mesa**: boa pedida? [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/para-ensinar/planos-de-aula/transgenicos-na-mesa-boa-pedida/>. Acesso em: 17 set. 2021.

SÁ, N. L. **Alimentos transgênicos**: abordagem CTS e a tomada de decisão em três tempos. 2020. Monografia (Especialista em Ensino de Ciências por Investigação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

SANTOS, A. C.; SOUSA, B. J.; CANTO, J. Z.; SILVA, J. B. Ensino de ciências baseado em investigação: Uma proposta didática inovadora para o uso de laboratório on-line em AVEA. **Revista Univap**, São José dos Campos, São Paulo, v. 24, n. 44, p. 54-68, out. 2017.

SANTOS, H. S. **Síntese Proteica**. Disponível em: <https://www.biologianet.com/biologia-celular/sintese-proteica.htm>. Acesso em: 5 maio 2021.

SANTOS, V. S. **Tansgênicos no Enem**. Publicado em 14 set. 2014. Disponível em: <https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/enem/transgenicos-no-enem.htm>. Acesso em: 30 maio 2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. **Ensino Pesquisa Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.17, p.49-67, 2015.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino por investigação. **Ensino de ciências**, [s. l.], v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. **Resolução SEE nº 4.644, de 25 de outubro de 2021**. Disponível em: <https://www2.educacao.mg.gov.br/images/documentos/4644-21-r%20-%20Public.%2026-10-21.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.

SEFERIN, A. M. L. **Cosmologia e atividades investigativas no ensino médio**: um estudo sobre os efeitos dessa abordagem sobre a aprendizagem dos estudantes. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) –Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2016.

SILVA, D. S.; ANDRADE, L. A. P.; SANTOS, S. M. P. Alternativas de ensino em tempo de pandemia. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, Piauí, v. 9, n. 9, p. 1-17, 2020.

SILVA, K. M.; MACIEL, J. C. S. Aspectos socio científicos no ensino de Biologia: uma sequência didática sobre alimentos transgênicos, convencionais e orgânicos. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 11, n. 1, p. 5-24, 2018. DOI: <https://doi.org/10.46667/renbio.v11i1.57>. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/57>. Acesso em: 14 ago. 2022.

SILVA, M. A.; DORNFELD, C. B. Abordagem sobre transgênicos no ensino médio de uma escola técnica no noroeste paulista. *In*: VII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Anais...** 7, 2022, São Paulo. p. 1-12.

SILVA, V. B.; SILVA, A. C. G. O que pensam os alunos do Ensino Médio a respeito de Organismos Transgênicos? *In*: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10, 2015, São Paulo. **Anais** [...]. Águas de Lindóia: UESB, 2015, p. 1-8.

SILVESTRE, B. S. Blogs na educação: Tecnologia e Biologia visando a inclusão digital de alunos no ensino médio. **Revista Tecnologia na Educação**, Campo Grande (MS), v.7, n.4, p. 1-11, 2012.

TEIXEIRA, F. M.; SOBRAL, A. N. M. B. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: Um estudo de caso. **Ciência e Educação**, Recife, v. 16, n. 3, p. 667-677, 2010.

VENTORIM, D. P.; ALVEZ, L. N. R.; FURTADO, C. F. B.; BATITUCCI, M. C. P. Concepções e opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Revista Ifes ciências**, Espírito Santos, v.7, n.1, p. 1-10, 2021.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Questionário para verificar conhecimentos prévios

1) Você sabe o que são transgênicos?

---



---



---

2) Como você descobriu o que é transgênico?

a)  Rótulo

b)  Mídia

c)  Outros. Qual(is) \_\_\_\_\_

d)  Não sei o que são transgênicos

3) Você consome alimentos que são transgênicos?

a)  Sim

b)  Não sei

c)  \_\_\_\_\_ )

Não.

Por

quê? \_\_\_\_\_

4) Você tem interesse em acompanhar notícias sobre transgênicos?

Sim     Não

5) Existe diferença entre transgênicos e organismos resultantes de melhoramento genético?

Sim     Não     Não sei

6) Você sabe o que é plasmídeo?

Sim     Não

7) Quais alimentos você conhece que são transgênicos?

---



---



---



---

**APÊNDICE B – Questionário de opinião sobre atividades investigativas**

- 1) Você que as tecnologias digitais contribuíram para sua aprendizagem? Por quê?
- 2) Você acha válido que os professores adotem o ensino investigativo nas aulas?
  - a) Sim. Pois, permite debate entre grupos para construção do conhecimento.
  - b) Sim. Pois, é possível reconhecer onde errou e corrigir.
  - c) Sim. Pois, é mais interessante realizar estas atividades do que fazer prova
  - d) Não. Pois, as atividades demoram muito tempo para realizá-las
  - e) Não. Pois, apenas poucos participantes do grupo fez as atividades
  - f) Não. Pois, fiquei disperso, conversando outros assuntos não relacionados com o conteúdo.
- 3) Após estudar o assunto sobre transgênicos você acha que ele é importante para o seu dia-dia?
  - a) Sim, em todas as situações.
  - b) Na maioria das situações, mas não em todas.
  - c) Nem sempre.
  - d) Raramente, mas em alguma situação sim.
  - e) Não, em nenhuma situação
- 4) Qual é a função de estudar transgênicos?
  - a) Incentivar outras pessoas conhecerem sobre transgênicos
  - b) Cuidar da saúde
  - c) Aumentar a quantidade e qualidade de produtos disponíveis no mercado
  - d) Cuidar do meio ambiente
  - e) Este assunto não faz parte do currículo.

- f)** Outras
- 5)** Caso tenha escolhido "Outras" na questão anterior. Escreva as outras funções
  - 6)** Relate sua experiência e ressaltando os pontos negativos e positivos para pesquisar em grupo sobre como transgênicos são produzidos.
  - 7)** Relate sua experiência e resalte os pontos negativos e positivos na atividade para criar um problema para produzir um transgênico como meio de intervenção (solução)
  - 8)** Qual atividade você ficou mais interessando? Por quê?
  - 9)** Assinale na lista abaixo, palavras ou expressões que melhor representem seu sentimento pelas aulas e atividades sobre transgênicos:
    - a)** Curiosidade
    - b)** Aborrecimento
    - c)** Sonolência
    - d)** Interesse
    - e)** Alegria
    - f)** Vontade de saber mais
    - g)** Desinteresse
    - h)** Útil
    - g)** Diferente
    - h)** Complicada
  - 10)** Você teve acesso a internet para fazer todas as atividades? Você preferiu fazer na escola ou em casa. Por quê?

## APÊNDICE C – Termo de consentimento livre e esclarecido

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa **“Ensinando biologia em escola pública por meio de tecnologias digitais utilizando abordagem investigativa”**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é **“proporcionar aumento no interesse aos alunos em aulas de biologia que tenham conceitos difíceis de serem compreendidos, com maior dificuldade de associação do assunto com o cotidiano”**. Nesta pesquisa pretendemos **“elaborar um material de apoio aos docentes de biologia com desenvolvimento de sequência didático-investigativa e emprego de materiais digitais, que visem favorecer melhores condições no processo de ensino e aprendizagem de biologia de alunos de ensino médio”**.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você **“Utilização de roteiros para atividades investigativas para o ensino de biologia, utilizando ferramentas tecnológicas e o aplicativo *Padlet* para o desenvolvimento dos temas com o estudante sendo o ator principal do seu aprendizado”**. Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: **“riscos considerados mínimos, inerentes a possibilidade de identificação dos estudantes, mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, a forma de abordagem e o tratamento das informações será criterioso, anônimo e de forma a proteger o participante. Não serão utilizados insumos químicos, físicos e biológicos que caracterizem alguma forma de exposição a riscos adicionais ao ambiente escolar cotidiano dos participantes”**. A pesquisa pode ajudar **“melhorar o aprendizado nas aulas de biologia, na qual o estudante terá condições adequadas de compreender conteúdos mais abstratos e relacionar estes conteúdos com seu cotidiano”**. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@uff.edu.br

atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. É importante guardar uma cópia deste documento para você se estiver assinando este documento por meio digital. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_ .

**Amanda Oliveira Santos**

**Campus Governador Valadares  
UFJF**

**Universidade Federal de Juiz de**

**CEP: 36036-900**

**Fone: (33) 999172713**

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

**Brasil. Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@uff.edu.br

---

Assinatura do Participante

---

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Rúbrica do Participante de pesquisa ou responsável: _____ Rubrica do pesquisador: _____
--

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. **Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.edu.br

## APÊNDICE D – Termo de assentimento livre e esclarecido

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa intitulada “Ensinando biologia em escola pública por meio de tecnologias digitais utilizando abordagem investigativa”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é proporcionar um incremento no interesse aos alunos em aulas de biologia que tenham conceitos abstratos, com maior dificuldade de associação do assunto com o cotidiano. Nesta pesquisa pretendemos elaborar um e-book de apoio aos docentes de biologia com desenvolvimento de sequência didático-investigativa e emprego de ferramentas virtuais, que visem propiciar melhores condições no processo de ensino e aprendizagem de biologia de alunos de ensino médio.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: Utilização de roteiros estruturados para atividades investigativas para o ensino de biologia, utilizando ferramentas tecnológicas, como simulador digital e o aplicativo *Padlet* para o desenvolvimento dos temas com o estudante sendo o ator principal do seu aprendizado. Esta pesquisa tem alguns riscos considerados mínimos, inerentes a possibilidade de identificação dos estudantes, mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, a forma de abordagem e o tratamento das informações será criterioso, anônimo e de forma a proteger o participante. Não serão utilizados insumos químicos, físicos e biológicos que caracterizem alguma forma de exposição a riscos adicionais ao ambiente escolar cotidiano dos participantes. A pesquisa pode ajudar a melhorar o aprendizado nas aulas de biologia, na qual o estudante terá condições adequadas de compreender conteúdos mais abstratos e relacionar estes conteúdos com seu cotidiano.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizemos com você nesta pesquisa,

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. **Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você.

Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Governador Valadares, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) pesquisador (a)

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do Brasil. **Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**  
CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF  
Campus Universitário da UFJF  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
CEP: 36036-900

APÊNDICE E – E-Book “O uso de tecnologias digitais para promoção da alfabetização científica: uma abordagem investigativa para o ensino dos transgênicos.

# O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Uma abordagem investigativa  
para o ensino dos transgênicos



AMANDA OLIVEIRA SANTOS  
FRANÇOES SOARES SILVA  
BRUNO AUGUSTO MACIEL GUEDES  
FABIO ALESSANDRO PIERI

## QUEM SOMOS

### AMANDA OLIVEIRA SANTOS

Licenciada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Católica do Leste de Minas Gerais – UNILESTE. Mestre em Ensino de Biologia pelo Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO / UFJF Polo Governador Valadares. Professora de Ciências e Biologia da rede pública estadual de Minas Gerais.

### BRUNO AUGUSTO MACIEL GUEDES

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Viçosa - UFV. Mestre em Biologia Celular pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Professor Adjunto na área de Histologia e Embriologia pela Universidade Federal de Juiz de Fora, campus Governador Valadares – UFJF

### FRANÇOES SOARES SILVA

Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Mestre em Ensino de Biologia pelo programa nacional de mestrado profissional em ensino de Biologia – PROFBIO / UFJF Polo Governador Valadares. Professora de Ciências e Biologia da rede pública estadual de Minas Gerais.

### FABIO ALESSANDRO PIERI

Graduado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Mestre em Ciência Animal pela Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS. Doutor em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Viçosa – UFV. Pós-doutorado em Microbiologia Clínica pelo Instituto Leônidas e Maria Deane – FIOCRUZ Amazônia e em Microbiologia de Alimentos pela UFV. Professor Adjunto na área de Microbiologia da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Docente Permanente e Orientador no Programa de Pós-graduação em Ciências Aplicadas à Saúde e no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO – PROFBIO / UFJF Polo Governador Valadares.

## AGRADECIMENTOS

Às instituições que colaboraram expressivamente para a construção deste material:



Este E-book é o produto da dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) pela mestranda Amanda Oliveira Santos a orientação da Professor Doutor Fábio Alessandro Pieri e o Professor Doutor Bruno Augusto Maciel Guedes.

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001

## **SEJA BEM-VINDO(A), PROFESSOR(A),**

Sabemos que os temas relacionados à Biotecnologia estão constantemente presentes na mídia, gerando muitas dúvidas na população brasileira, e que as divulgações sobre os alimentos transgênicos pelos meios de comunicação podem gerar concepções errôneas aos estudantes. Percebemos também que, atualmente, muitos professores reconhecem a necessidade de trabalhar este tema com os estudantes, pois faz parte da matriz curricular de Biologia, porém apresentam dificuldades para desenvolver assuntos sobre Biotecnologia, durante as aulas de maneira contextualizada e investigativa.

Sendo assim, frente a esses desafios para abordar essa temática em sala de aula de forma satisfatória, elaboramos este material com sugestões de atividades investigativas sobre transgenia e DNA recombinante, voltadas para o ensino médio, com o intuito de auxiliar o trabalho dos docentes em promover a alfabetização científica e tecnológica entre os estudantes acerca deste assunto.

De acordo com a BNCC na competência específica 3, espera-se que os alunos possam aprimorar os conhecimentos sobre Ciências da Natureza, despertando a curiosidade sobre o mundo, e que investiguem e elaborem hipóteses, coletando e analisando dados relacionados com a tecnologia do DNA recombinante.

A questão é: Como desenvolver esta competência específica e suas respectivas habilidades abordando um tema que é encarado como complexo e abstrato pela grande parte dos estudantes? Como lidar com a defasagem apresentada pelos estudantes, em habilidades recomendadas pelo currículo sobre conhecimentos de Biotecnologia, principalmente no que envolve transgênicos? Sabemos que os professores reconhecem que é de extrema importância formar cidadãos que saibam debater utilizando conhecimentos científicos, haja vista que muitos se baseiam em conhecimentos do senso comum. Sendo assim, como abordar em sala de aula assuntos relacionados a este tema considerado difícil e abstrato?

Foi pensando nessas questões que realizamos a produção deste material. Este guia tem a finalidade de ajudar docentes de Biologia a desenvolver aulas utilizando metodologias ativas com enfoque investigativo para promover alfabetização científica utilizando materiais de baixo custo e acessíveis. O livro possui abordagem investigativa que orienta o professor sobre como criar aulas diferenciadas com diversos recursos didáticos, buscando articular Ciências e tecnologia com sociedade para que o estudante adquira alfabetização científica.

As sequências sugerem que o docente vá além da teoria, oferecendo também outras fontes para despertar o interesse dos estudantes, com o intuito de facilitar a aprendizagem, tornando-a mais prazerosa. Afinal, para que os estudantes se tornem mais críticos e participativos acerca do ensino de genética, apresentando resultados diferentes, é necessário que façamos o uso de novos recursos e ferramentas tecnológicas na educação. Este trabalho é um produto criado a partir da dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO, intitulada: O uso de tecnologias digitais para promoção da alfabetização científica em uma abordagem investigativa. Mestrado realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código do Financiamento 001.

## CONTEÚDO

AGRADECIMENTOS.....	3
SEJA BEM-VINDO(A), PROFESSOR(A), .....	4
1. PRINCIPAIS ASSUNTOS ENCONTRADOS NESTE E-BOOK.....	7
2. ENSINO DE CIÊNCIAS INVESTIGATIVO (ENCI) É O MESMO QUE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)? .....	13
3. POR QUE O TEMA “TRANSGÊNICOS” GERA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA? .....	15
4. FORNECENDO INFORMAÇÕES SOBRE OS TÓPICOS APRESENTADOS NAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS .....	17
5. COMO ENCONTRAR PRÁTICAS EPISTÊMICAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA? .....	19
6. COMO ELABORAR PLANOS DE AULA VISANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA? .....	20
7. COMO TRABALHAR OS TRANSGÊNICOS DE FORMA INTERDISCIPLINAR? .....	21
8. COMO CRIAR UM MURAL NO APLICATIVO PADLET? .....	22
9. COMO A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA ESTÁ ESTRUTURADA? .....	28
2ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA .....	46
3ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA .....	50
4ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA .....	54
5ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA .....	59
6ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA .....	62
7ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA .....	67
8ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA .....	72
9ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA .....	76
10ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA .....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
APÊNDICE 1 .....	87
APÊNDICE 2 .....	89
APÊNDICE 3 .....	91

# 1. PRINCIPAIS ASSUNTOS ENCONTRADOS NESTE E-BOOK

## 1.1 Alfabetização científica

De acordo com Milaré e colaboradores (2021), existem três formas de alfabetização científica: prática, cívica e cultural. Neste livro, as sequências podem desenvolver os três tipos explicitados a seguir:

**Alfabetização científica prática:** O estudante adquire o conhecimento e utiliza na prática. Assim terá conhecimentos relacionados à saúde, nutrição e agricultura que irão melhorar a sua qualidade de vida.

**Alfabetização científica cívica:** O estudante tem a capacidade de tomar decisões, pode compreender e fiscalizar assuntos polêmicos relacionados com as Ciências.

**Alfabetização científica cultural:** Tem a função de difundir o conhecimento como parte da cultura humana, ou seja, de geração para geração.

## 1.2 Como identificar os indicadores de alfabetização científica no material elaborado pelos estudantes?

Existem algumas competências propostas por Sasseron (apud CORSO, 2015) que mostram que os estudantes estão desenvolvendo alfabetização científica (Quadro 1). O professor pode encontrar alguns destes indicadores no trabalho produzido pelos estudantes, ao longo do desenvolvimento da sequência didática. Em cada etapa do ensino investigativo pode ser mais frequente um determinado indicador do que outro. E um indicador não impede a manifestação de outro na pesquisa, eles se complementam. Quando os estudantes resolvem a questão problematizadora eles podem desenvolver os indicadores; Seriação de informação, Organização de informação e

Classificação da Informação, pois ao pesquisarem passam a conhecer o problema e relacionar com os conhecimentos prévios. Quando organizam o que pensam a respeito da pesquisa, desenvolvem: Raciocínio Lógico e Raciocínio Proporcional. Quando buscam compreender as informações analisada desenvolvem: Levantamento de Hipótese, Teste de Hipótese, Justificativa, Previsão e Explicação. Geralmente, estes últimos citados são desenvolvidos na discussão. É importante o professor analisar os indicadores encontrados e fazer perguntas na discussão para desenvolver o restante dos indicadores. Porém em pesquisas experimentais é mais comum Seriação, Organização e Classificação de informações. Os desenvolvimentos destes indicadores dependem da idade e realidade que os estudantes estão inseridos, pois segundo Gonçalves (2020) a alfabetização científica deve iniciar no ensino fundamental inicial.

**Quadro 1:** Indicadores de alfabetização científica.

Indicadores	Significados
Seriação de informações (SI)	Lista ou relação de dados que será trabalhada.
Organização de informações (OI)	Organiza as informações novas com aquelas anteriormente elencadas.
Classificação de informações (CI)	Procura relação entre as informações trabalhadas.
Raciocínio lógico (RL)	Está relacionado com a forma que o pensamento é exposto.
Raciocínio proporcional (RP)	Maneira como as variáveis se relacionam mostrando interdependência entre elas.
Levantamento de hipóteses (LH)	São ideias sobre a pergunta realizada.
Teste de hipótese (TH)	Testa as ideias anteriormente elaboradas.
Justificativa (J)	Reúne Garantia (W) e Apoio (B) para uma afirmação que é proposta.
Previsão (P)	Indicador que faz acontecimentos.
Explicação (E)	Relaciona informações levantadas e quando estão finalizadas são acompanhadas de justificativa e previsão, são Garantias (W).
Argumento (A)	Apresenta as conclusões baseadas em dados, que contêm o Qualificador (Q) ou a Refutação (R), para defender e justificar o argumento.

Fonte: Corso (2015).

### 1.3 Como elaborar uma sequência investigativa?

São várias as possibilidades de iniciar uma atividade investigativa. Isto dependerá do grau de liberdade que o professor irá apresentar aos estudantes, pois é preciso motivá-los a elaborar hipóteses.

#### Como formular um problema investigativo?

Um problema é uma situação que não possui soluções evidentes podendo ser elaborado pelo aluno ou professor. Os problemas podem ser apresentados de diversas formas, estando presentes em toda investigação. Para o estudante entender que o problema precisa ser investigado, ele precisa ser motivado, e para isso, ele precisa ter conhecimentos prévios sobre determinado assunto. Para saber melhor qual problema trabalhar na turma, estimule os alunos a propor questões investigativas. Depois, pergunte a eles quais seriam as hipóteses e dessa forma a criatividade é estimulada. Analise os resultados de acordo com as hipóteses emitidas. Quando o professor propõe o problema, é importante ficar atento às condições disponibilizadas para os estudantes para resolver o problema, uma vez que não é todo problema que é resolvido de forma experimental. Alguns podem ser resolvidos por meio da pesquisa dependendo do assunto estudado.

Existem dois tipos de problemas: os experimentais e os não experimentais, e ambos devem dar oportunidade para os estudantes levantarem e testarem as hipóteses. O problema experimental tem que ser de fácil manejo e despertar atenção dos estudantes. O professor deverá disponibilizar materiais didáticos confiáveis para auxiliar os estudantes a resolver o problema ou deixar eles mesmos procurarem, porém o professor deverá ficar atento à fonte de pesquisa utilizada. É importante que durante todas as etapas do ensino investigativo os estudantes se organizem em grupos para compartilhar conhecimentos.

Em problemas experimentais, que apresentam riscos na manipulação, o professor pode desenvolver uma investigação do tipo confirmativa, onde ele realiza o experimento. Antes de iniciar, faça uma pergunta para estimular os estudantes, por exemplo: “Como vocês acham que deve ser realizado este experimento?”. Espere os estudantes elaborarem hipóteses e depois faça o experimento. Desse modo, os estudantes concluirão se as hipóteses estão corretas. Depois, eles entregarão um relatório sobre o que aprenderam com o experimento.

Problemas não experimentais podem ser introduzidos com figuras ou reportagens sempre relacionados ao assunto que o aluno precisa levantar hipóteses. A contextualização do conteúdo é muito importante, pois aproxima o assunto da realidade dos estudantes, o que os deixa mais interessados, facilitando a aprendizagem. É importante o professor sempre se manter atualizado para fazer a problematização e contextualização do

assunto. Independentemente do grau de liberdade fornecido pelo professor, é preciso estimular e orientar os estudantes em todas as etapas.

Uma pergunta na qual o estudante apenas tem que observar algo não é investigativa se não envolver um contexto. Portanto, esse contexto deve oferecer recursos para os estudantes construírem conhecimento para elaborar hipóteses.

#### **Como os estudantes formulam hipóteses?**

Através dos conhecimentos prévios irão elaborar uma ideia do que pode ser a resposta e devem argumentar e justificá-las (CARDOSO; SCARPA, 2018). Mesmo que os estudantes não se baseiem em conhecimentos científicos para criar a hipótese, o professor deverá incentivá-los e deixar claro que as respostas serão modificadas, de acordo com a pesquisa feita para confirmação ou refutação.

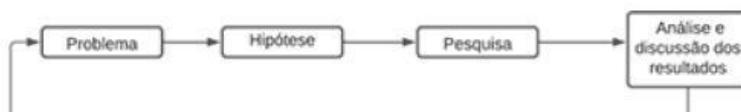
#### **Como os estudantes comprovam as hipóteses?**

A comprovação pode envolver a observação através de experimentos que são investigações experimentais que podem ser realizadas pelo professor ou pelo aluno, ou investigações exploratórias onde o estudante vai procurar a confirmação da hipótese através da realização de um experimento ou de pesquisa bibliográfica sugerida pelo professor. Os dados obtidos irão gerar novos conhecimentos e a conclusão sobre todo o processo investigativo.

#### **Como fazer a análise e discussão dos resultados?**

A análise dos resultados para o professor é o momento em que ele fará a leitura do trabalho realizado pelos estudantes, para que na discussão ele possa formular questões que irão aprofundar o conhecimento e gerar novas questões investigativas para os estudantes. A análise dos resultados para os estudantes é o momento no qual eles irão refletir sobre o trabalho de acordo com as questões elaboradas pelo professor na discussão. É importante a comunicação entre os estudantes para que eles compartilhem informações e analisem criticamente os resultados. O professor deverá estimular o debate entre os estudantes, com questões sobre o trabalho elaborado, sempre os aproximando do contexto em que estão inseridos para desenvolver alfabetização científica. É importante os estudantes refletirem sobre a pesquisa realizada para confirmação ou refutação da hipótese e terem a oportunidade de corrigir o erro quando necessário. A partir disso, pode-se gerar novas questões investigativas. Abaixo está apresentado um diagrama (Figura 1) das etapas realizadas:

Figura 1: Diagrama representando as etapas do ensino investigativo.



#### Como avaliar o estudante?

A avaliação do estudante pode ocorrer durante a sequência do trabalho, em qualquer etapa da sequência, ou até mesmo através de uma avaliação formal ao final, caso considere necessário. No entanto, a avaliação serve para verificar o aprendizado e não ser uma atividade avaliativa (com uma nota associada).

#### Qual é o papel do professor durante a sequência didática investigativa?

O professor tem o papel de mediador orientando os estudantes durante todas as etapas da sequência didática, sem dar as respostas quando os estudantes tiverem dúvidas, pois ele deve os estimular a investigação para que os estudantes sejam protagonistas do aprendizado.

### 1.4 Quais são os graus de liberdade que podem ser desenvolvidos em uma atividade investigativa?

O principal objetivo dessa metodologia é fazer o estudante adquirir conhecimentos para solucionar problemas. No ensino investigativo, inicialmente é proposto um problema, e em seguida são formuladas hipóteses que necessitam da realização de experimentos ou da utilização de outras ferramentas que permitam sua comprovação. Nesse tipo de ensino, é importante a formação de grupos, estimulando a discussão e a elaboração de conclusões. Com isso, a aprendizagem, a argumentação científica e o protagonismo do aluno são estimulados. O professor orienta e avalia os estudantes em todas as etapas.

Esse tipo de abordagem envolve atividades baseadas em problemas, busca de informações e atividades que tornam o aluno protagonista do conhecimento, durante as quais eles se comunicam e argumentam com os colegas do grupo. As etapas são resolvidas de forma bem definida para que os alunos desenvolvam habilidades de alfabetização científica. A questão principal que conduz o ensino incentiva os alunos a cooperar na realização de tarefa, e o compartilhamento de diferentes pontos de vista na interpretação e análise de resultado. Os alunos se interessam pelo conteúdo de Biologia, de forma mais contextualizada e integrada e desenvolvendo as habilidades necessárias (CARVALHO, 2013). De acordo com Batista (2010), existem quatro níveis de

atividades investigativas que são: atividade de investigação confirmativa, atividade de investigação estruturada, atividade de investigação guiada e atividade de investigação aberta. Na confirmativa, o professor propõe a questão, o método e a solução. Na estruturada, o professor propõe a questão e o método, e os estudantes, as soluções. Na guiada, o professor propõe a questão e os estudantes, os métodos e as soluções. Na aberta, os estudantes definem as questões, os métodos e as soluções. O quadro 1 apresenta um esquema dos níveis das atividades investigativas que podem ser propostas pelos professores. Nos espaços marcados com “sim” são apresentadas as etapas elaboradas e fornecidas pelos professores, que representa os graus de liberdades que são propostos para os estudantes desenvolver a metodologia.

**Quadro 2:** Grau de liberdade proposta pelo professor para desenvolver a atividade investigativa. Nos espaços marcados com “Sim” são fornecidos pelo professor, os espaços sem marcação são desenvolvidos pelos estudantes.

Nível	Questão	Método	Solução
1 (Confirmação)	Sim	Sim	Sim
2 (Estruturada)	Sim	Sim	
3 (Guiada)	Sim		
4 (Aberta)			

Fonte: Adaptado de Batista (2010).

Se o professor pretende adaptar o ensino investigativo na turma em que está lecionando, é interessante seguir os níveis sequencialmente, de forma crescente de liberdade, até os estudantes conseguirem propor a questão, o método e a solução. Atividades investigativas nas quais o estudante propõe o problema e a solução são mais utilizadas em cursos acadêmicos. Em todos os graus de liberdade, o estudante adquire habilidades para fazer questionamentos e trabalhar em grupos, que são capacidades importantes para viver em sociedade. Existem diversos contextos que podem iniciar uma investigação, o que depende da forma como o professor conduzirá.

## 2. **ENSINO DE CIÊNCIAS INVESTIGATIVO (ENCI) É O MESMO QUE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)?**

Mas afinal, as aulas de ensino investigativo são aulas baseadas em problemas? Quais são os aspectos que diferenciam as duas metodologias?

O EnCI e ABP possuem finalidades diferentes, porém se assemelham em alguns aspectos, pois são metodologias ativas que colocam o estudante como protagonista do aprendizado e possuem um problema para ser resolvido.

Nos dois tipos de ensino, os estudantes formulam hipóteses para questões problematizadoras e depois pesquisam, para a confirmação ou a refutação destas e ainda na sequência final discutem os resultados. A resolução do problema trará novos significados para o conteúdo estudado. De maneira geral, metodologias ativas têm resoluções de problemas como forma de motivar o estudante.

Na ABP, o professor propõe o problema e o grupo organizado pelo professor identificará os conhecimentos prévios relacionados ao problema. Depois irá gerar hipóteses e pesquisar na literatura informações que resolvam o problema. Definidas as estratégias para resolução, elas serão compartilhadas com os grupos. Assim, cada grupo terá uma informação diferente e no final elas serão compartilhadas para surgirem novas conclusões. Na resolução do problema é elaborado um relatório final com a resposta para a pergunta. Se o problema não for o resolvido, os estudantes retornarão à situação problema inicial na tentativa de resolver.

A situação problema está sempre relacionada com os conhecimentos que os estudantes possuem. E professores de diversas áreas do conhecimento podem participar da sua elaboração. Na resolução do problema, os estudantes serão capazes de identificar o que precisarão aprender para alcançar os objetivos.

Na EnCI e na ABP, o professor contextualiza o problema que se baseia em situações cotidianas. Porém, na EnCI, os estudantes emitem hipóteses e depois testam se elas estão corretas ou não, baseando-se em evidências

experimentais e na literatura. A PBL tem a finalidade de fazer com que os estudantes estudem o conteúdo quando criam objetivos de aprendizagem para resolver o problema. Principais diferenças entre EnCI e ABP estão apresentadas (Figura 2) a seguir:

**Figura 2:** Diferenças entre ensino de ciências por investigação (EnCI) e aprendizagem baseada em problemas (ABP).



Fonte: Zompero e colaboradores (2019).

### **3. POR QUE O TEMA “TRANSGÊNICOS” GERA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?**

Normalmente, os estudantes de ensino médio possuem um conhecimento limitado sobre o tema transgênicos. O tema é de relevância social, pois abrange aspectos políticos, econômicos, sociais, éticos e morais (OLIVEIRA; CERQUEIRA, 2021) e gera muitas dúvidas entre os estudantes, pois cada um tem opiniões diferentes, que estão ligadas a riscos e benefícios. É um tema de fácil contextualização, já que está presente no dia a dia dos estudantes e pode ser realizado de forma interdisciplinar com outras matérias. Portanto, no aprendizado do tema, os estudantes terão a oportunidade de debater o assunto em muitos aspectos sociais, baseado no que aprenderam na sequência didática investigativa, tornando-se cidadãos críticos e reflexivos. Trabalhar este assunto aproxima os estudantes do conhecimento científico, visto que eles saberão se posicionar em relação aos argumentos contrários e a favor dos produtos da transgenia. Associar o estudo do tema com o uso de uma sequência didática investigativa permite aos estudantes aprender de forma contextualizada, para gerar uma aprendizagem significativa.

A forma de apresentação do mesmo conceito relacionado ao tema transgenia é a chave para consolidar a aprendizagem. Quando uma nova informação apresentada aos estudantes se relaciona com os conhecimentos que já possuem, eles passam a explicar o assunto estudado, e se compreendido de forma mais sólida, utilizam suas próprias palavras de forma clara.

Para um assunto ser aprendido, os estudantes têm que perceber que ele é importante, e estimular essa percepção é dever do professor, que pode apresentar o tema, com recursos atrativos, tais como: figuras, vídeos, jogos, e outros, que irão estimular a aprendizagem. Conseqüentemente, os estudantes conseguirão aplicar na prática o que aprenderam na escola e isso se torna muito significativo para eles, para suas comunidades e para a sociedade.

Os significados que as atividades podem gerar são organizados na estrutura cognitiva, que é dividida em forma subordinada, sobreordenada

e combinatória. A aprendizagem subordinada ocorre quando novas informações são ancoradas nas ideias que os estudantes possuem, tornando-se mais específica. Por exemplo, os estudantes podem possuir a ideia de que os transgênicos são organismos geneticamente modificados, depois a ideia pode se tornar mais específica quando eles aprendem as técnicas para produção dos transgênicos.

Na forma sobreordenada, um conceito menos incluso pode ser substituído por um conceito mais incluso, por exemplo: os estudantes reconhecem que transgênicos são alimentos modificados, depois eles aprendem que não são apenas alimentos, mas também existem animais transgênicos. Por último, a aprendizagem combinatória ocorre quando um conhecimento combina com outro, por exemplo: os estudantes sabem que para produção do transgênicos é necessária a introdução de genes exógenos e posteriormente eles aprendem sobre a técnica do DNA recombinante para inserção do gene exógeno. Portanto, como este tema está relacionado ao cotidiano dos estudantes, a realização desta sequência didática investigativa se tornará muito significativa para eles.

## 4. FORNECENDO INFORMAÇÕES SOBRE OS TÓPICOS APRESENTADOS NAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

No início de cada sequência didática serão apresentados: o título, o tema da sequência didática, o objetivo, as habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que será desenvolvido no decorrer da aula e o tempo previsto de aplicação.

**TÍTULO:** É o nome dado para a sequência didática.

**TEMA:** É o assunto principal de cada sequência.

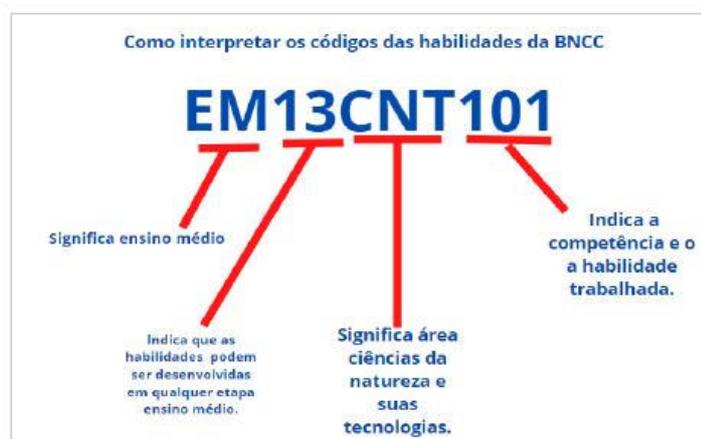
**OBJETIVO:** É o que os estudantes irão aprender durante a sequência didática. Para formular o objetivo, faça a seguinte pergunta para você mesmo: o que eu quero que os estudantes aprendam com esta aula? Lembre-se que as atividades realizadas deverão estar de acordo com os objetivos.

**CONHECIMENTOS PRÉVIOS:** São os conhecimentos necessários para os estudantes ter um melhor aproveitamento da sequência didática. Esta informação será fornecida em cada etapa da sequência. Por isso, é importante o professor iniciar a aula com questões sobre a matéria que os estudantes precisam saber para a execução da sequência, assim ele saberá o nível de conhecimento da turma (ANDRADE; SARTONI, 2016).

**HABILIDADES E COMPETÊNCIAS DA BNCC:** São habilidades desenvolvidas de acordo com a Base Nacional Comum Curricular. Em cada sequência estará especificada a habilidade que será desenvolvida.

A seguir, veja como está organizada a estrutura de códigos das habilidades da BNCC (Figura 3).

Figura 3: Código da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).



Fonte: Brasil (2018).

**ORGANIZAÇÃO DA TURMA:** No início da aula, o professor deve deixar claro como irão acontecer as atividades e separar a turma em grupos. Ele deve ficar atento à quantidade de materiais que irá fornecer para cada grupo e à organização das carteiras para que os grupos possam trabalhar em conjunto. Eles podem ser organizados com estudantes de diferentes níveis cognitivos, pois assim aqueles que conseguem desenvolver melhor as atividades podem ajudar os alunos com maiores dificuldades. Também podem ser organizados grupos de estudantes com níveis cognitivos semelhantes, porém a dificuldade dessa organização é a dispersão dos estudantes durante a realização das atividades. O ideal é formar grupos de 4 a 5 estudantes, uma vez que é mais difícil fazer com que grupos grandes trabalhem de forma igualitária.

**TEMPO PREVISTO:** Cada atividade apresenta uma sugestão do tempo necessário para executá-la, porém, turmas que não estão acostumadas com o ensino investigativo podem gastar mais tempo.

## 5. COMO ENCONTRAR PRÁTICAS EPISTÊMICAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA?

### O que são práticas epistêmicas?

“Práticas são atividades realizadas para o desenvolvimento de conhecimento e epistêmica é a experiência do conhecimento” (MILARÉ et al., 2021). Práticas epistêmicas envolvem os estudantes com atividades características das Ciências encontradas na alfabetização científica nas quais os estudantes exercem função de pesquisadores e depois compartilham seus conhecimentos com a população. A alfabetização científica e as práticas epistêmicas irão avaliar a forma que as construções do conhecimento são realizadas no indivíduo. Práticas epistêmicas ocorrem quando diferentes domínios de conhecimento das Ciências interagem nos níveis **conceitual, material, epistêmico e social** e possibilitam a interação do estudante com a sociedade. Esses níveis podem ser utilizados para a elaboração de planos de aula que formam os objetivos de aprendizagem. Não é toda aula investigativa que apresenta a articulação entre esses três conceitos, às vezes eles aparecem de forma independente. Neste tipo de ensino predomina o conceito epistêmico por aproximar o conhecimento científico à realidade dos estudantes. Geralmente em fases iniciais da investigação aparece o domínio conceitual e no final, o domínio epistêmico e social. As tendências da educação científica são um equilíbrio entre os três domínios (FRANCO; MURFOD, 2020). A seguir serão explanados os quatro domínios.

**DOMÍNIO CONCEITUAL:** relacionado a explicações sobre o conteúdo abordado.

**DOMÍNIO MATERIAL:** é a forma como os estudantes utilizam ferramentas para fazer o trabalho científico.

**DOMÍNIO EPISTÊMICO:** ocorre quando os estudantes coletam dados para sustentar as hipóteses, seja por meio de observação, realização de experimento ou de pesquisa.

**DOMÍNIO SOCIAL:** avalia criticamente e transforma a realidade social em que vive. Analisa as Ciências como uma atividade social, ou seja, pela formação de grupos envolvidos na resolução do problema investigativo, divulgação dos resultados entre grupos e para comunidade.

## 6. COMO ELABORAR PLANOS DE AULA VISANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA?

A sociedade atual possui diferentes tecnologias, e é necessário aprender a lidar com elas. A alfabetização tecnológica irá possibilitar a utilização de aparelhos tecnológicos em sala de aula, e para isto, o professor precisará aprender a utilizar essa ferramenta, tornando as aulas mais dinâmicas. Utilizar tecnologias na escola contribui para a democratização do conhecimento, pois são ferramentas por meio das quais os estudantes conseguem informações com facilidade, porém é importante reforçar que o professor deve estar atento às fontes onde os estudantes estão pesquisando, uma vez que não são todas confiáveis.

A alfabetização científica combinada com a tecnologia permite que os estudantes adquiram conhecimento que possibilite desenvolver opinião, fundamental para tomadas de decisões. De acordo com Milaré e colaboradores (2021), existem três eixos fundamentais que devem ser considerados para a elaboração de planejamentos que visem o desenvolvimento de alfabetização científica e tecnológica:

1. “Compreensão básica dos conhecimentos científicos fundamentais”;
2. “Compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática”;
3. “Compreender relações entre Ciências, tecnologia e sociedade”.

Assim, os indivíduos passam a entender notícias relacionadas ao conhecimento científico, sabendo propor opiniões, como em qualquer outro assunto, para aplicar no cotidiano.

A alfabetização científica e tecnológica pode ser promovida em fontes não formais de comunicação como a internet, porém isso dependerá da forma como o professor problematiza e transmite o conhecimento para os estudantes. Relacionar alfabetização científica, tecnologia e sociedade melhora a qualidade do ensino em Ciências em todos os níveis de ensino.

## 7. COMO TRABALHAR OS TRANSGÊNICOS DE FORMA INTERDISCIPLINAR?

A interdisciplinaridade é muito importante para os estudantes entender o conteúdo, pois envolve várias disciplinas. Para fazer planos com esse foco, o professor deve ter uma visão ampla do conhecimento. Uma forma de desenvolver alfabetização científica de maneira interdisciplinar é através da metodologia de Ilhas Interdisciplinares de racionalidade (IIR). Pensamos interdisciplinarmente para resolver problemas, então por que não desenvolver planejamentos com esse foco? São várias as etapas dessa metodologia e cada disciplina deverá fornecer uma contribuição para a elaboração do planejamento, fazendo com que o conhecimento tenha sentido e finalidade para vida dos estudantes. A situação problema elaborada pelo professor deve ser vista pelos alunos como um problema adaptado ao nível de conhecimento da turma.

No ensino investigativo também existem formas de trabalhar a interdisciplinaridade. Na primeira etapa, os professores podem começar contextualizando e elaborando um problema que envolva as áreas de ensino relacionadas à temática. No caso dos transgênicos, o problema elaborado teria hipóteses relacionadas tanto com a Química quanto a Biologia. Na etapa de teste de hipóteses, o professor pode dar liberdade para os estudantes propor experimentos para resolver o problema ou planejar com o professor de Química o que poderiam propor para os estudantes resolver o problema, ou ambos podem propor métodos de solução separadamente. Na discussão, os estudantes de acordo com que pesquisarem, irão juntar nas conclusões os dois tipos de conhecimentos.

## 8. COMO CRIAR UM MURAL NO APLICATIVO PADLET?

### O que é Padlet?

O Padlet possibilita a organização do conteúdo para ser publicado em um “mural” interativo, utilizando algumas opções, como: “lista” com o conteúdo em um feed vertical; “grade” que organiza o conteúdo em linha de caixas, “colunas” que agrupam o conteúdo em uma série de colunas, “mapa” que permite adicionar conteúdo a pontos em um mapa, “tela” para criar mapas conceituais e “linha do tempo” que permite posicionar o conteúdo em uma linha vertical. Para acessar o aplicativo, é necessário cada um criar uma conta com um e-mail válido para então permitir a interação dos participantes criando um ambiente diferente da tradicional sala de aula (MOSER et al., 2020).

#### 1) Criando uma conta no aplicativo:

Primeiro, é necessário acessar o site no link: <https://pt-br.padlet.com/>. Depois, clique em Inscrever-se gratuitamente (Figura 4). Se você quiser, pode instalar o aplicativo no computador, porém não é necessário, já que você pode usá-lo na janela do navegador.

Figura 4: Como se inscrever no Padlet.



## 2) Escolha uma forma de inscrever-se

Você pode fazer o registro (Figura 5) através de uma conta no Google, Microsoft ou Apple.

Figura 5: Como fazer o registro da conta.



## 3) Inscreva-se gratuitamente no plano Néon

Você tem a opção de criar até 3 Padlets gratuitamente (Figura 6).

Figura 6: Como se inscrever gratuitamente nos planos disponíveis no Padlet.



## 4) Como escolher layouts do Padlet

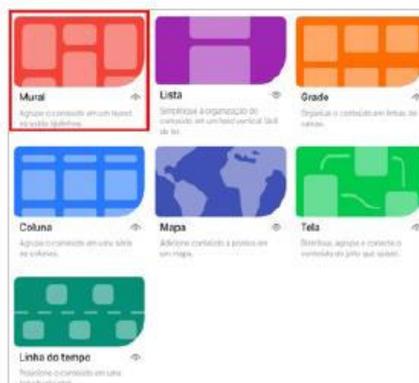
Para fazer um mural, clique na opção criar um Padlet (Figura 7).

Figura 7: Como criar um Padlet.



Vários layouts aparecerão (Figura 8), clique em um deles, no caso desta sequência foi utilizada a opção “Mural”.

Figura 8: Exemplos de layouts no Padlet.



- Com o **Mural**, é possível publicar, porém sem movimentar.
- Com a **Tela** é possível movimentar e agrupar a publicação.
- Com a **Lista**, você terá a opção de enfileirar e movimentar a publicação.
- A **Grade** terá a opção de publicar seguindo uma linha reta.
- O **Mapa** permite publicar localização de qualquer região.
- A **linha do tempo** permite publicar o material em caixas que ficam conectadas por uma linha, que podem ser fotografias com o assunto relacionado.

### 5) Organizando o mural

Para organizar o mural para os estudantes fazer a postagem, clique na opção modificar, selecionada abaixo em vermelho (Figura 9).

Figura 9: Organizando o mural.



- Na opção Título, digite o tema do trabalho. Na opção Descrição, você pode esclarecer melhor o título do trabalho. O Ícone é a figurinha representativa que aparece no lado esquerdo ao lado do título (Figura 10).

Figura 10: Como adicionar título e descrição ao Padlet.

The screenshot shows the 'Modificar' (Modify) screen in Padlet. At the top, there are buttons for 'FECHAR' (Close) and 'SALVAR' (Save). The main content area is divided into several sections:

- Título (Title):** A text input field containing the text 'Digite a pesquisa para confirmação ou refutar'.
- Descrição (Description):** A text input field containing the text 'Criado com uma pitada de humor'.
- Ícone (Icon):** A section with a yellow horizontal line above it. It contains the label 'Ícone' and a selection of a yellow smiley face emoji with a wide open mouth.
- Endereço (Address):** A section with the label 'Endereço' and a sub-label 'Link exclusivo para seu padlet.' Below this, the URL 'padlet.com/amandaoliveirasantos1/' is displayed. At the bottom of this section, there is a 'COPIAR P/ ÁREA TR.' (Copy to clipboard) button and the alphanumeric code 'mc1yal2m4bqa4gxr'.
- Aparência (Appearance):** A section at the bottom of the screen, currently empty.

- Para escolher a imagem de fundo, clique em Papel de Parede. A opção Esquema de Cores serve para mudar a cor do layout das postagens. A Fonte é o tipo de letra que vai padronizar o mural. É importante o professor selecionar a opção Atribuição, assim quando os estudantes postarem aparecerá o nome de quem postou. Pode deixar selecionada também a opção Comentário para permitir o debate entre os grupos e também comentar outras questões para estimular uma discussão (Figura 11).

Figura 11: Configurações para acesso ao Padlet.



- Abaixo dos comentários tem a opção reações, é importante o professor deixar marcado, pois assim os estudantes podem votar na postagem. Existem várias opções, são elas: votar (positivo ou negativo), curtir, adicionar estrela e dar nota. Caso o professor queira, também pode selecionar a opção Filtrar Linguagem Obscena, isso evita que algum estudante venha comentar palavras indesejadas nas postagens (Figura 12).

Figura 12: Configuração do Padlet para comentar, reação, e filtrar linguagem obscena.



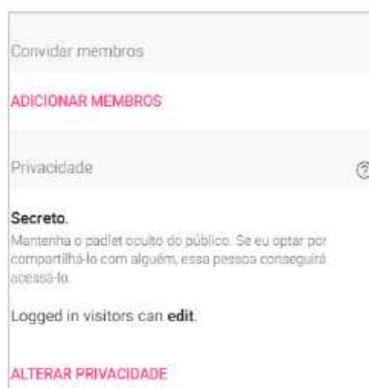
- Na opção compartilhar, o professor pode controlar quem pode acessar a publicação. É interessante modificar para acessar apenas

visitantes conectados, pois assim os estudantes irão precisar criar uma conta no Padlet para acessar. Desse modo, fica mais fácil para o professor identificar o grupo que fez a postagem. Para modificar, clique em compartilhar > Alterar privacidade > secreto > somente visitantes logados (Figuras 13 e 14).

Figura 13: Alterando a privacidade no Padlet 1.



Figura 14: Alterando a privacidade no Padlet 2.



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

Figura 15: Alterando a privacidade do Padlet 3.



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

## 9. COMO A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA ESTÁ ESTRUTURADA?

A sequência de ensino investigativa é composta por dez etapas distintas, cada etapa compõe uma sequência didática, que pode ser realizada independentemente, porém para realizá-la dessa forma são necessários conhecimentos prévios dos estudantes. Depois que o professor verificar os conhecimentos prévios, ele iniciará a aula contextualizado o assunto, para depois propor a questão problematizadora. Os estudantes irão propor hipóteses e pesquisar para confirmação ou refutação. O professor irá elaborar perguntas para estimular a discussão durante o debate entre os grupos. De acordo com Carvalho (2013), na etapa de discussão podem surgir novas questões investigativas. As sequências foram elaboradas dentro do grau 3 de liberdade, exceto a sequência 10, onde é proposto uma atividade investigativa dentro do grau 4 de liberdade. No grau 3, o professor propõe o problema e os estudantes; o método e a solução. No grau 4, os estudantes propõem o problema, o método e a solução. Todas são baseadas na BNCC e podem ser aplicadas no 1º, 2º ou 3º ano do ensino médio. Foram organizadas de acordo com o nível de dificuldade.

Este método permite que sejam abordados domínios conceituais, materiais, epistêmicos e sociais. Espera-se que os estudantes apliquem os conhecimentos aprendidos no cotidiano, aprendam a refletir e analisar de forma crítica, ou seja, saibam dar opiniões se baseando no conhecimento científico e consigam relacionar Ciências, tecnologia e sociedade (SASSERON, 2013). O objetivo da metodologia investigativa é criar um ambiente investigativo na sala de aula para que os professores possam ensinar de maneira simplificada o conteúdo. Os estudantes devem adquirir linguagem científica gradativamente para que ocorra alfabetização científica.

### **1ª ETAPA: Verificar os conhecimentos prévios.**

O professor irá aplicar um questionário para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados a cada tema da aula disponível nos apêndices. Assim, o professor consegue ter uma noção se a atividade é ou não adequada para os estudantes.

### **2ª ETAPA: Contextualização e apresentação do problema.**

O problema elaborado pelo professor tem que ser bem contextualizado, na tentativa de os estudantes tentarem responder o problema, para que assim o conhecimento seja construído. O professor irá orientar os estudantes explicando como funciona o ensino investigativo e nunca dando resposta aos estudantes, mas sempre estimulando-os a pensar e propor soluções. O problema deve estar relacionado com algum acontecimento presente no cotidiano dos estudantes, logo fica mais fácil a contextualização e levantamento dos conhecimentos prévios. Uma forma bem atrativa de contextualizar um problema aos estudantes de ensino médio é incluir experimentos, jogos ou textos.

O ensino no qual o professor propõe o problema deve permitir que os alunos reflitam para a construção do conhecimento. No ensino investigativo é importante verificar conhecimentos prévios, pois assim poderão construir novos conhecimentos. Fazer a problematização não é tarefa fácil, pois é necessário fazer o estudante pensar, e por isso é necessário o professor verificar se todos entenderam o problema antes dos estudantes iniciarem a investigação.

O problema e os conhecimentos prévios são ferramentas que os estudantes utilizam para elaborar hipótese. Assim, os estudantes irão transformar o conhecimento espontâneo em conhecimento científico. A contextualização serve para motivar os estudantes, pois aproxima o assunto à realidade na qual estão inseridos. O professor precisa “motivar os estudantes a explorar e confrontar suas ideias com outras novas, duvidar, questionar e se engajar na busca de resposta” (SOLINO; SASSERON, 2018, p.106).

### **3ª ETAPA: Pesquisa para confirmar ou refutar a hipótese.**

Esta atividade é realizada em grupos de quatro a cinco estudantes. O professor pode sugerir material para pesquisarem ou estar verificando se as informações são confiáveis. É o momento de juntar os dados da pesquisa para formular a explicação para confirmar ou refutar a hipótese. Em cada etapa desta sequência didática é necessário fazer pesquisas no livro ou em

sites sugeridos pelo professor. É possível publicar a hipótese com a pesquisa no Padlet, com isto o professor consegue perceber se estão relacionando a pesquisa com a hipótese. O roteiro apresentado abaixo (Figura 15) serve para nortear a pesquisa do estudante.

Figura 16: Roteiro do estudante para organizar a investigação.

**Roteiro do aluno**

Use este roteiro para fazer comparações entre sua pesquisa e a de seu colega, que possui instruções importantes de como devem ser realizados os procedimentos propostos a seguir:

- Comparar a sua pesquisa com a hipótese citar os pontos comuns e diferentes.
- Depois compare os pontos comuns e diferentes na pesquisa e hipótese do seu colega.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2019).

#### **4ª ETAPA: Análise e discussão dos resultados.**

Nesta etapa, o professor lê as postagens dos estudantes, e de acordo com a pesquisa deles, elabora questões para estimular a discussão. Enquanto analisa as postagens dos estudantes, ele pode selecionar os indicadores de alfabetização científica no material produzido por eles. Para estimular a discussão, o professor irá elaborar questões de aprofundamento sobre o assunto, nas postagens dos grupos.

Caso a discussão dos resultados seja realizada oralmente, o professor precisa tomar cuidado para que o debate não se transforme em uma conversa com um amontoado de perguntas. É preciso que o professor saiba perguntar e ouvir para promover interações entre os estudantes. Exemplos de perguntas de acordo com Carvalho (2013): “Como vocês fizeram para resolver o problema?”; “Por que você acha que deu certo?”. Isso faz os estudantes refletirem sobre a atividade realizada. Portanto, para responder essas perguntas, eles irão levantar dados, construir evidências e desenvolver argumentação científica. Questão como “No seu dia a dia, onde vocês podem verificar esse fenômeno?” aproxima o conhecimento que os estudantes adquiriram na pesquisa com a realidade que estão inseridos, o que é importante no ensino investigativo. O professor pode utilizar esta ideia para estimular a discussão de qualquer sequência didática investigativa apresentada ou no final do conjunto de sequência caso queira realizar mais de uma.

## 5ª ETAPA: Divulgação de ideias.

No momento que os grupos apresentarão os resultados ocorre uma socialização de conhecimento. Eles podem apresentar durante a aula, porém, o professor não deve deixar que seja uma apresentação normal, mas organizar de forma que os estudantes façam um debate de ideias, por isso no momento da apresentação, o professor pode propor as questões para os estudantes sempre os estimulando. A apresentação dos resultados também pode ser feita em uma feira de ciências, o que possibilita que todas as turmas vejam o trabalho.

Quando o trabalho é publicado na internet, como no caso da utilização do aplicativo Padlet, os estudantes sempre se baseiam nas postagens de outros grupos para fazer a própria postagem. O professor comenta a questão para discussão abaixo da postagem de um grupo e sorteia alguém de outro grupo para responder. Isso faz com que os estudantes fiquem atentos às publicações.

## 6ª ETAPA: Avaliação.

Esta etapa é realizada individualmente. O professor pode avaliar em qualquer etapa da sequência investigativa: a participação nas atividades, a colaboração no trabalho em grupo e a forma que os estudantes elaboraram hipóteses, pois precisa ser coerente com a questão problematizadora. O importante é que a avaliação não represente um peso para o estudante, porque não se trata de uma avaliação para obter notas, mas para verificar o conhecimento aprendido ao longo da sequência didática. Também pode ser usado como avaliação o questionário de opinião que é importante para o professor verificar se os estudantes gostaram da atividade investigativa. Aqui apresentamos a sugestão de questões para o professor elaborar no Kahoot, que é um jogo digital que permite a elaboração de questões de múltipla escolha de forma gamificada. O jogador tem um tempo para responder, ganha mais pontos quem responde primeiro, gerando uma competição entre os alunos. Está disponível na plataforma online gratuita ([www.kahoot.com](http://www.kahoot.com)) que combina educação com tecnologia. O professor pode organizar a pontuação de forma que apareça no final ou pelo sistema feedback, que é quando o resultado é gerado de forma imediata. Este aplicativo ajuda a estimular aprendizagem, pois desperta interesse nos estudantes.

### 1. Questionário de opinião sobre a sequência. Questionário de opinião sobre atividades investigativas

1. Você acredita que as tecnologias digitais contribuíram para sua aprendizagem? Por quê?

2. Você acha válido que os professores adotem o ensino investigativo nas aulas?
- a) Sim, pois permite debate entre grupos para construção do conhecimento.
  - b) Sim, pois é possível reconhecer onde está o erro e corrigir.
  - c) Sim, pois é mais interessante realizar essas atividades do que fazer prova.
  - d) Não, pois as atividades demoram muito tempo para serem realizadas.
  - e) Não, pois apenas poucos participantes do grupo fizeram as atividades.
  - f) Não, pois fiquei disperso, conversando outros assuntos não relacionados com o conteúdo.
3. Após estudar o assunto sobre transgênicos, você acha que ele é importante para o seu dia adia?
- a) Sim, em todas as situações.
  - b) Na maioria das situações, mas não em todas.
  - c) Nem sempre.
  - d) Raramente, mas em alguma situação sim.
  - e) Não, em nenhuma situação.
4. Qual é a função de estudar transgênicos?
- a) Incentivar outras pessoas a conhecer sobre transgênicos.
  - b) Cuidar da saúde.
  - c) Aumentar a quantidade e qualidade de produtos disponíveis no mercado.
  - d) Cuidar do meio ambiente.
  - e) Despertar o interesse dos estudantes do ensino médio para um tema que não faz parte do seu currículo.
  - f) Outras.
5. Caso tenha escolhido “Outras” na questão anterior, escreva as outras funções.
6. Relate sua experiência, ressaltando os pontos negativos e positivos para pesquisar em grupo sobre como transgênicos são produzidos.
7. Relate sua experiência e resalte os pontos negativos e positivos na atividade para criar um problema para produzir um transgênico como meio de intervenção (solução).
8. Qual atividade você ficou mais interessado? Por quê?
9. Assinale na lista abaixo palavras ou expressões que melhor representem seu sentimento pelas aulas e atividades sobre transgênicos:
- a) Curiosidade
  - b) Aborrecimento
  - c) Sonolência
  - d) Interesse

- e) Alegria
- f) Vontade de saber mais
- g) Desinteresse
- h) Útil
- g) Diferente
- h) Complicada

10. Você teve acesso à internet para fazer todas as atividades? Você preferiu fazer na escola ou em casa? Por quê?

## 2. Como criar questões utilizando o Kahoot?

A seguir será explicada uma proposta de como criar um Kahoot, utilizando as questões sugeridas para esta sequência didática apresentada logo após a explicação sobre a elaboração do Kahoot.

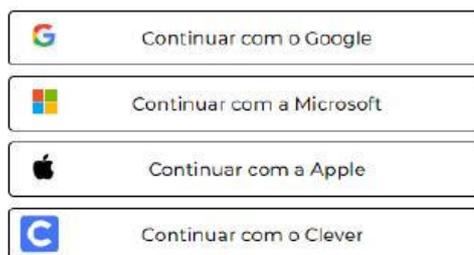
- O professor deverá entrar no site [www.kahoot.com/schools-u/](http://www.kahoot.com/schools-u/). Depois, clicar em inscrever-se (Figura 17).

Figura 17: Inscrevendo-se no Kahoot.



- Para criar uma conta, inscreva-se com seu e-mail ou se possuir uma, é só clicar em uma das opções apresentadas abaixo (Figura 18).

Figura 18: Como registrar uma conta no Kahoot.



Não tem uma conta? [Inscrever-se](#)

- Escolha o tipo de conta e o local de trabalho (Figuras 19 e 20).

Figura 19: Escolha o tipo de conta.

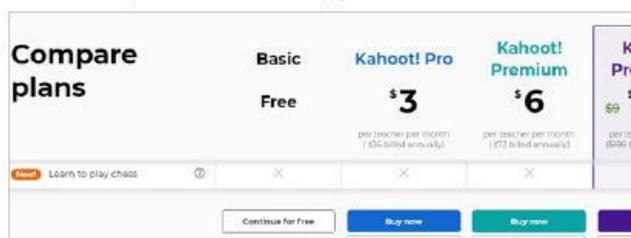


Figura 20: Descreva o local de trabalho.



- Selecione a opção “continue for free” (Figura 21).

Figura 21: Selecione a opção “continue for free”.



- Selecione a opção “Criar” e depois “Kahoot” (Figura 22).

Figura 22: Criando questões no Kahoot.



- Selecione a opção “Kahoot para avaliação formativa” (Figura 23).

Figura 23: Elaborando uma avaliação formativa.



- Saindo da opção “temas”, do lado direito tem o limite de tempo que os estudantes gastariam para responder à questão, o limite padrão é 20 segundos, porém dependendo do tamanho da questão, o professor pode selecionar um tempo maior (Figura 24).

Figura 24: Como adicionar limite de tempo na questão do Kahoot.

**?** Tipo de pergunta

Quiz ▼

---

**1** Limite de tempo

20 segundos ▼

**👤** Pontos

Padrão ▼

- Agora é só digitar a pergunta em cima no espaço em branco e as alternativas em baixo conforme apresentado na figura. A resposta correta você deve deixar selecionada.

Figura 25: Escrevendo as questões no Kahoot.



- Você pode adicionar quantas perguntas quiser, basta ir em adicionar perguntas. No plano grátis tem apenas a opção QUIZ e Verdadeiro ou Falso (Figura 26).

Figura 26: Opções no Kahoot para testar o conhecimento e coletar informações



- Quando terminar de fazer o QUIZ, você deve salvá-lo para utilizar depois em outro momento (Figura 27).

Figura 27: Como salvar o QUIZ elaborado.



- Quando clicar em salvar aparece as opções de inserir títulos e descrição (Figura 28).

Figura 28: Inserindo título e descrição no QUIZ elaborado no Kahoot.

**Adicionando os toques finais!**

Insera um título e uma descrição para seu kahoot.

**Título**

Inserir título do kahoot... 95

seu kahoot.

**Descrição (Opcional)**

500

Cancelar Continuar

- Quando você inserir título e a descrição (opcional) e clicar em continuar, selecione a opção “Teste este Kahoot”, assim você consegue verificar se errou no tempo para responder à questão ou se tem até mesmo erros na ortografia (Figura 29).

Figura 29: Testando o QUIZ.



**O kahoot está pronto**

Agora é possível organizar, compartilhar e jogar.

**Veja estas sugestões:**

Teste esse kahoot >

Voltar para editar Pronto

- O modo “Teste este Kahoot” mostra como você verá o jogo na hora da rodada e o estudante. No caso, você compartilha o link com os estudantes e fornece para eles o número do PIN. Não é necessário que os estudantes e o professor instalem nenhum aplicativo. A imagem à direita é como você irá ver o jogo e à esquerda; os estudantes (Figura 30).

Figura 30: Imagem mostrando como é visualizado o jogo pelo professor (direita) e pelo estudante (esquerda).



Para iniciar o jogo de forma real, clique em iniciar. Se quiser modificar alguma coisa no QUIZ, a canetinha do lado apresenta essa função (Figura 31).

Figura 31: Iniciando o QUIZ de forma real.

## Transgênicos

0 jogos · 0 jogadores



Iniciar

Atribuir

Praticar

- Depois, você pode clicar modo clássico caso queira que o estudante jogue individualmente (Figura 32).

Figura 32: Selecionando a opção para os estudantes jogarem individualmente.



- É interessante deixar selecionado “mostrar perguntas e respostas”, assim os estudantes conseguem ver as perguntas na hora do jogo (Figura 33).

Figura 33: Deixando visível perguntas e respostas para os estudantes.



- Mande o link <https://kahoot.it/> e o número do PIN aparecerá na hora do jogo. O estudante deve digitar o apelido e depois clicar em “OK vamos lá!” (Figura 34).

Figura 34: A forma como os estudantes entrarão no jogo.



- Quando o estudante entra, aparece para você que ele entrou em tempo real. Depois, clique em “iniciar” (Figura 35).

Figura 35: Como saber que o estudante entrou no jogo.



### 2.1 Questões que podem ser utilizadas no Kahoot

A seguir são apresentados o kahoot pronto com sugestões de questões, onde o professor poderá entrar para aplicar, que está disponível no link: <https://create.kahoot.it/share/transgenicos/40cdd337-098c-401d-bb95-5b32acd7d876>. A alternativa destacada em vermelho é a resposta correta.

- Quais das frases abaixo melhor explicam o que são transgênicos?
  - É um organismo que recebeu um gene de outro organismo de espécie diferente;
  - A mula é um exemplo de transgênico;
  - Enxerto de limão e laranja é um transgênico;
  - É um organismo que recebeu um gene de outro organismo da mesma espécie.
- Verdadeiro ou falso:
  - A função do DNA é transmitir informação genética. (Verdadeiro)
- Todas são técnicas para produção de transgênicos, exceto:
  - Transformação por eletroporação;
  - Técnica do DNA recombinante;
  - Biopalística;
  - Enxertia.
- Como podemos chamar as características observáveis de um organismo?
  - Genótipo;
  - Fenótipo;
  - Transgêne;
  - Cromossomo.
- Quais destas etapas não faz parte da técnica do DNA recombinante?
  - Isolar o gene de interesse;
  - Separar o gene do vetor;
  - Transformação;
  - Seleção dos clones recombinantes.

6. Nome de uma organela que não ocorre a transmissão do gene introduzido para as próximas gerações, pois está fora do núcleo:
- a) Lisossomos;
  - b) Cloroplasto;**
  - c) Peroxissomos;
  - d) Complexo golgiense.
7. Verdadeiro ou falso:  
A planta transgênica não transmite o gene de interesse para os seus descendentes. (Falso)
8. De onde vem o DNA para a produção dos transgênicos?
- a) Lisossomos;
  - b) Mitocôndria;
  - c) Peroxissomos;
  - d) Núcleo.**
9. Qual é a diferença entre OGM e transgênicos?
- a) É a mesma coisa;
  - b) Transgênicos recebem gene de outro organismo diferente;**
  - c) OGM recebe gene de outro organismo diferente.
10. Verdadeiro ou falso:  
Não existe certeza que os alimentos transgênicos não causam mal à saúde. (Verdade)

#### Sugestões de leitura:

ANDRADE, J.P.; SARTORI, J. Educação que faz sentido para a vida: metodologia de contextualização da aprendizagem. São Paulo: Atina, 2016.

BATISTA, Mônica. Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 2010. Tese (Doutorado em educação) – Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.

CARVALHO, A.M.P. (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G.P.; LORENZETTI, L.; FILHO, J.P.A. Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: Fundamentos e práticas. 1º edição. São Paulo: Editora livraria da Física, 2021.

ZOMPERO, A.F.; LABURÚ, C.E. Atividades Investigativas para as aulas de ciências: Um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. 1º edição. Curitiba. APPRIS Editora, 2016.

# 1ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

**TÍTULO:** Identificando a vantagem e desvantagem dos transgênicos.

**TEMA:** Transgênicos.

**OBJETIVO:** Descobrir quais são os benefícios e os malefícios dos transgênicos.

**COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:**

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1**

- **HABILIDADE EM13CNT104:** Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**

- **HABILIDADE 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.
- **HABILIDADE EM13CNT303:** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

**DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:**

- **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Sobre os transgênicos.
- **DOMÍNIO MATERIAL:** Pesquisa de textos na internet sugeridos pelo professor.
- **DOMÍNIO EPISTÊMICO:** Os estudantes irão colher dados através da pesquisa.
- **DOMÍNIO SOCIAL:** Debate e júri simulado.

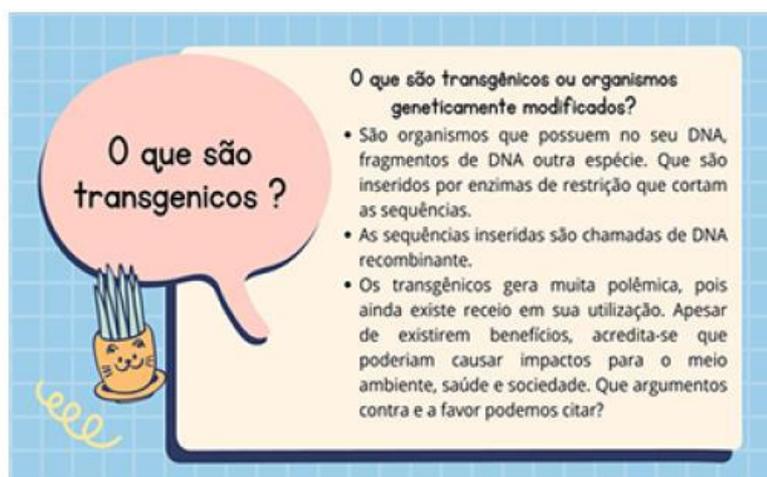
Tempo previsto: 2 aulas.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

**1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.**

O professor pode começar explicando o que são os transgênicos. Se já tiver realizado a sequência 1 ou 2, os estudantes já sabem o que é transgênico, então seria apenas necessária uma revisão do assunto. O professor irá introduzir com slide a seguir que apresenta o problema com a contextualização.

Figura 36: O que são transgênicos ou organismos geneticamente modificados?



O professor irá pedir para os grupos publicarem 5 hipóteses contra e 5 a favor no Padlet.

## 2ª ETAPA: PESQUISA PARA CONFIRMAÇÃO OU REFUTAÇÃO DAS HIPÓTESES.

Além da pesquisa dos grupos para confirmação e refutação da hipótese, o professor irá pedir para incluir uma lista sobre a vantagem e desvantagem para cada item a seguir:

- Meio ambiente
- Saúde
- Sociedade
- Ciência

## 3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

O professor irá ler as postagens dos grupos, analisando se elas estão corretas e comentando questões de aprofundamento de acordo com o que pesquisaram e que podem gerar outras investigações. Depois, organizará um júri-simulado com os estudantes selecionando grupo dos favoráveis à utilização dos transgênicos que serão os advogados de defesa, o grupo daqueles que são contra os transgênicos, que serão a promotoria, e o grupo de estudantes que estão indecisos que serão os jurados. O professor deverá explicar qual o papel que os grupos irão exercer antes de iniciar o júri-simulado.

Os estudantes utilizarão como base a atividade anterior para desenvolverem argumentos que podem envolver alguns desses tópicos como: meio ambiente, saúde, sociedade e Ciências. A atividade foi elaborada e adaptada de acordo com Sá (2019) e se encontra a seguir.

**Objetivo:** Desenvolver opiniões sobre o uso dos transgênicos.

**Desenvolvimento:** Os estudantes serão divididos em três grupos. Alunos favoráveis à utilização dos transgênicos (advogados de defesa), os alunos contrários à sua utilização (promotoria) e os alunos indecisos serão os jurados. Apenas um será o juiz.

- **Juiz:** Irá acompanhar o julgamento, esta função é ideal para o professor. Ele ajudará na organização, gerenciando o tempo e não deixará os grupos falarem ao mesmo tempo. Também ficará responsável por ler o veredito final, informado pelos jurados, e finalizar o julgamento. É importante o professor pedir para os grupos escolher um líder para apresentar os argumentos que podem ser contra ou a favor.
- **Advogados de defesa:** Formado por estudantes que irão se posicionar a favor dos transgênicos, propondo argumentos de

acordo.

- **Promotoria:** Formada por estudantes que são contra a utilização dos transgênicos, portanto, irão elaborar argumentos de acordo.
- **Júri:** Composto por estudantes indecisos sobre a utilização dos transgênicos. No final do debate, eles farão algumas perguntas para o advogado de defesa e promotoria para tomar a decisão final, que se trata da opinião da maioria. Este grupo irá elaborar o argumento para decidir o veredito final, que é a opinião final de todos que será entregue.

## Como começar a abertura do julgamento?

O juiz começará desta forma:

*Boa tarde, senhoras e senhores. Daremos início neste momento à decisão sobre a utilização dos transgênicos, analisando seus benefícios e malefícios para o ambiente, sociedade, saúde e cidadania. Todos possuem argumentos contra e a favor, passo as palavras para o advogado de defesa e depois a promotoria falará. Cada grupo terá 5 minutos para propor os argumentos.*

## Sugestões de leituras:

Sugestões de materiais que o professor pode fornecer para os estudantes.

CONSELHO de informação sobre biotecnologia (CIB) e Agroconsult. 20 anos de transgênicos: impactos ambientais, econômicos e sociais no Brasil. [s.l.]. 2018. Disponível em: <https://agroavances.com/img/publicacion/documentos/153575459920-anos-de-transgenicos-no-brasil.pdf>. Acesso em 16 jul. 2022.

IDEC. Transgênicos: Feche a boca e abra os olhos. [s.l.].2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/32761/1/MONOGRAFIA%20formata%20a7%20a3o%20reposit%20b3rio-Nat%20a1lia%20-%20final%20pdfa.pdf>. Acesso em 15 jul.2022.

## 2ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

**TÍTULO:** Estudos de casos sobre alimentos orgânicos, transgênicos e convencionais.

**TEMA:** Alimentos transgênicos, orgânicos e convencionais.

**OBJETIVO:** Aprender sobre alimentos orgânicos, transgênicos e convencionais.

**COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:**

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1**
  - **HABILIDADE EM13CNT104:** Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.
- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
  - **HABILIDADE 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.
- **DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:**
  - **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Impactos e benefícios dos alimentos orgânicos, transgênicos e convencionais.
  - **DOMÍNIO MATERIAL:** Pesquisa na internet e utilização do Padlet.

- **DOMÍNIO EPISTÊMICO:** Os estudantes irão colher os dados na pesquisa realizada na internet.
- **DOMÍNIO SOCIAL:** Análise e discussão dos resultados entre os grupos.

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Organização da turma:** Grupos de 3 a 4 estudantes.

**Dica e sugestão:** É possível que os estudantes que realizaram a sequência 5 consigam saber a resposta da questão do Caso 1, portanto não deve ser aplicada neste caso.

## 1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

O professor irá passar estudos de casos de acordo com Silva e Maciel (2018) para os estudantes, que contextualiza o problema. Eles irão elaborar hipóteses e publicar no Padlet. O problema é apresentado junto com o estudo de caso a seguir:

Estudo de Caso

Escola: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_ Idade: \_\_\_

Caro aluno (a), escreva as hipóteses dos quatro casos e depois pesquise para verificar a veracidade destas hipóteses.

### Caso 1: O que fazer para aumentar a produtividade do pequeno agricultor?

O Sr. Jeremias é um pequeno produtor de milho, vagem e alface. Esses alimentos são livres de agrotóxicos, por isso recebem o certificado do Ministério da Agricultura. Portanto, não recebem fertilizantes, herbicidas, fungicidas ou inseticidas químico-industriais. Além disso, as pragas são controladas utilizando-se inimigos naturais ou preparados homeopáticos, que são a utilização de plantas medicinais para fortalecer a planta. O Sr. Jeremias diz que é necessário incentivo financeiro para produção de alimentos orgânicos, pois é necessário seguir normas de produção, portanto o custo destes alimentos tem um valor muito alto. Ele vende seus alimentos na Feira do Mercado Municipal de Itajutiba, porém seus clientes reclamam que são pequenos e considerados “feios”, como foi relatado pela sua cliente. A principal queixa é que o tomate do Sr. Jeremias está com o valor mais alto do que os comprados no supermercado e não é visualmente bonito. Apesar dos alimentos orgânicos serem mais saudáveis para os seres humanos, não oferecem riscos à diversidade biológica, contudo possuem o custo muito alto. Como consumidor você optaria por comprar esse tipo de alimento no seu dia

a dia? O que o Sr. Jeremias poderia fazer para aumentar a produtividade dos alimentos orgânicos? Elabore argumentos para defender sua hipótese.

#### **Caso 2: A utilização dos transgênicos é boa ou ruim?**

Efigênia é mãe de 3 filhos e mora na zona urbana. Quando compra verduras, sempre se preocupa em escolher os maiores e bonitos e que estão na promoção para não pesar no bolso. Ela sempre lava muito bem as verduras, pois acredita que assim eliminaria o agrotóxico. No sábado, Efigênia resolveu fazer uma receita com berinjela. Ao chegar ao supermercado para comprar, se deparou com um símbolo no pacote que indicava ser transgênico. Efigênia lembrou que havia lido uma reportagem no jornal sobre “berinjela transgênica resistentes a pragas”, que possui atividade inseticida eliminando os insetos que podem atacar a planta. Esse transgênico é conhecido como berinjela Bt, pois na sua elaboração foi incorporado um gene de uma bactéria, que produz uma toxina com ação inseticida. Efigênia também havia ajudado seu filho em um trabalho de escola sobre os riscos dos transgênicos para a saúde humana. Então procurou uma reportagem sobre os transgênicos, que mostrava que embora tenham propriedades nutricionais, eles podem causar alergia. Você concorda ou discorda com a produção/consumo da berinjela Bt (berinjela transgênica Bt)? Explique sua resposta elaborando argumentos para defender a sua hipótese.

#### **Caso 3: O que o Sr. João pode fazer para melhorar sua plantação?**

O Senhor João possui uma chácara no município de Itabira. Nela possui um pomar com várias árvores frutíferas como: mamão, carambola, caju e laranja. Também tem uma horta que possui bastante alface, couve e cebolinha, porém tem problemas para controlar as pragas que atingem a plantação. É uma chácara com água farta, pois possui uma cachoeira e um rio onde retira água para irrigação. No início de 2021, o dono de uma multinacional com o objetivo de plantar soja comprou um pedaço de terra do lado da chácara de João. O que o Sr. João pode fazer para controlar as pragas que atingem a plantação? A construção de uma multinacional afetaria a plantação do Sr. João? Elabore argumentos que defendam a sua hipótese.

#### **Caso 4: Será que todo mundo é beneficiado com a unidade de conservação?**

O prefeito da cidade de Itabira anunciou que será construída uma unidade de conservação. No entanto, é necessária uma consulta pública para debater as vantagens e desvantagens disso. Elabore hipóteses com argumentos contra ou a favor das unidades de conservação para o Sr. João, que é pequeno agricultor, dono da multinacional que é fazendeiro e o prefeito.

## **2ª ETAPA: PESQUISA PARA CONFIRMAÇÃO OU REFUTAÇÃO DA HIPÓTESE.**

Os estudantes irão pesquisar na internet e a anotar a confirmação ou refutação da hipótese no Padlet.

## **3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.**

De acordo com a pesquisa realizada pelos estudantes, o professor irá ler e elaborar questões para discussão e aprofundamento, que pode ser feita tanto no Padlet, ou na apresentação dos resultados oralmente pelos alunos.

### **Sugestões de leitura:**

Sugestões de materiais que o professor pode fornecer para os estudantes.

BORGUINI, R.G.; TORRES, E.A.F.S. Alimentos orgânicos: Qualidade nutritiva e segurança do alimento. Segurança alimentar e nutricional, Campinas, v.13, n.7, p.64-75, 2006.

JOHAN, L.; DALMORO, M.; MACIEL, M.J. Alimentos orgânicos: Dinâmicas na produção e comercialização. Lajeado, 2019. Disponível em: [https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/290/pdf\\_290.pdf](https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/290/pdf_290.pdf). Acesso em: 17 jul. 2022.

VASCONCELOS, M.J.V.; CARNEIRO, A.A.; VALICENTE, F.H. Estudo de caso em milho bt. [s.l.]. 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Valicente/publication/301296569\\_Estudo\\_de\\_caso\\_em\\_Milho\\_Bt/links/5710c74508ae68dc790a9e9e/Estudo-de-caso-em-Milho-Bt.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Valicente/publication/301296569_Estudo_de_caso_em_Milho_Bt/links/5710c74508ae68dc790a9e9e/Estudo-de-caso-em-Milho-Bt.pdf). Acesso em 17 jul. 2022.

## 3ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

**TÍTULO:** A extração do DNA e os transgênicos.

**OBJETIVO:** Realizar a extração do DNA. Descobrir que o DNA está no núcleo.

**CONHECIMENTOS PRÉVIOS:** Não são necessários conhecimentos prévios.

**COMPETÊNCIA E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:**

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
  - **HABILIDADE 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.

**DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:**

- **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Estrutura do DNA e sua localização.
- **DOMÍNIO MATERIAL:** Pesquisa na internet e utilização do Padlet. Observação do experimento.
- **DOMÍNIO EPISTÊMICO:** Os estudantes irão colher os dados na pesquisa realizada na internet e experimento realizado pelo professor.
- **DOMÍNIO SOCIAL:** Análise e discussão dos resultados entre os grupos.

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Organização da turma:** Grupos de 3 a 4 estudantes.

## 1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

O professor irá introduzir a aula com um trecho do artigo de Conceição e colaboradores (2005) sobre a técnica de detecção dos transgênicos.

A grande quantidade de OGMs que vem sendo aprovada no mundo nos últimos anos e a suspeita de que eles não sejam seguros para o consumo levaram estes organismos ao centro das atenções públicas. A simples detecção destes organismos não garante a segurança de alimentos produzidos com OGMs. No entanto, esta se faz necessária por três razões: a primeira razão é o direito básico do consumidor, assegurado pelo Código de Defesa do Consumidor (CDC) e pelo Princípio 10 da Declaração do Rio, segundo o qual todos os cidadãos têm o direito à informação adequada sobre produtos e serviços; a segunda razão é a imposição legal, isto é, assegurada por lei (BRASIL, 2003), e a terceira razão é a geração de confiança nos alimentos que contêm OGMs. Neste sentido, é imperativo que os governos e todo o setor produtor de alimentos estejam interessados em desenvolver, padronizar e validar métodos para uma eficaz detecção e quantificação de OGMs em alimentos e ingredientes alimentares.

A detecção de organismos transgênicos é focalizada na sequência de DNA exógena ou na proteína transgênica. O método de detecção de DNA consiste em realizar sua extração do alimento para inserir no PCR, que amplifica uma região específica do DNA, para encontrar o DNA recombinante. Para detectar as proteínas transgênicas, uma das técnicas é a realização de bioensaios que consiste em colocar sementes alvo no meio de germinação contendo uma solução diluída de herbicida. Se a semente for resistente ao herbicida glifosato, como a da soja transgênica e a do milho transgênico, ocorrerão germinação e desenvolvimento normal da plântula.

Em seguida, irá pedir aos estudantes para observarem a realização do experimento para extração e identificação do DNA do morango. Seguem abaixo os materiais e procedimentos que o professor precisará para fazer o experimento retirados do site [https://upload.wikimedia.org/wikiversity/pt/d/de/Extracao\\_DNA\\_Morango\\_web.pdf](https://upload.wikimedia.org/wikiversity/pt/d/de/Extracao_DNA_Morango_web.pdf).

### MATERIAIS:

- 3 morangos;
- 1 saco plástico;
- 150 ml de água;
- 1 colher (sopa) de detergente incolor;
- 1 colher (chá) de sal de cozinha;
- Álcool comum 98% (sem gel);
- 1 colher (sopa);
- 1 colher (chá);
- 1 bastão de vidro;
- 3 beckers ou copos graduados;

- 1 funil;
- Papel filtro ou gaze;
- Tubo de ensaio.

#### PROCEDIMENTO METODOLÓGICO:

- Separe três morangos e retire os cabinhos verdes e macere dentro de um saco plástico até obter uma mistura homogênea. Depois, transfira para um copo.
- Em outro copo, misture 150 ml de água, uma colher (sopa) de detergente e uma colher (chá) de sal de cozinha. Mexa bem com o bastão de vidro, porém devagar para não fazer espuma.
- Coloque cerca de 1/3 da mistura de água, sal e detergente sobre o macerado de morango.
- Misture levemente com o bastão de vidro. Incube em temperatura ambiente por 30 minutos. Mexa de vez em quando com o mesmo bastão.
- Em seguida, coloque uma peneira ou funil com gaze/ filtro de café sobre um copo limpo e passe a mistura para retirar os pedaços de morango que restaram.
- Coloque metade do líquido peneirado em um tubo de ensaio, que fique apenas cerca de 3 dedos no fundo do tubo.
- Despeje delicadamente no tubo (pela parede) sobre a solução dois volumes de álcool comum. Não misture álcool com a solução.
- Aguarde cerca de 3 minutos para o DNA começar a precipitar.
- Como passo opcional: use um palito de vidro, plástico ou madeira para enrolar as moléculas de DNA. Gire o palito na interfase entre a solução e o álcool.
- Depois irá propor questões problematizadoras para os estudantes propor hipóteses sobre o experimento e o texto.

1) Onde está localizado o DNA dos transgênicos?

2) Qual etapa do experimento facilitou a chegada do detergente e o sal na célula?

3) Por que foi necessária a utilização do detergente?

4) Por que, no experimento, ocorreu a precipitação do DNA?

5) Como se caracteriza o DNA do experimento?

6) Seria possível obter o DNA sem macerar? Por quê?

**7) Quais outras frutas podemos utilizar para repetir o mesmo experimento? Por quê?**

As hipóteses serão anotadas no Padlet.

**Dicas e sugestões:**

Se o professor tiver aplicado a 1ª, 2ª ou 3ª sequência, é possível que os estudantes saibam a resposta da primeira questão investigativa sem pesquisar, então o professor deverá excluir esta questão quando apresentar o problema.

**2ª ETAPA: PESQUISA PARA CONFIRMAÇÃO OU REFUTAÇÃO DE HIPÓTESE.**

Os grupos irão anotar a pesquisa para confirmação ou refutação do experimento no Padlet.

**3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.**

De acordo com a pesquisa realizada pelos estudantes, o professor irá ler e elaborar questões para discussão e aprofundamento, que pode ser feita tanto no Padlet, ou na apresentação dos resultados oralmente pelos alunos.

**Sugestão de leitura:**

Sugestões de materiais que o professor pode fornecer para os estudantes.

MENDONÇA, V.L. *Biologia*. 3ª edição. São Paulo. AJS.2016.

Sugestão de material para aprofundamento do professor.

FURLAN, C.M.; ALMEIDA, A.C.; RODRIGUES, C.D.N.; TANIGUSHI, D.G.; SANTOS, D.Y.A.C.; MOTTA, L.B.; CHOW, F. Extração do DNA vegetal: O que estamos realmente ensinando em sala de aula? *Química Nova Escola*. [s.l.], v.33, n.1, p. 1-5, 2011.

## 4ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

**TÍTULO:** Síntese de proteína e os transgênicos.

**OBJETIVO:** Aprender sobre síntese de proteína e relacionar com os transgênicos.

**CONHECIMENTOS PRÉVIOS:** Conhecimentos sobre o DNA, Transgênicos. Apêndice 1 e 2

**COMPETÊNCIA E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:**

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
- **HABILIDADE 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.

**DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:**

- **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Aprender sobre síntese de proteína.
- **DOMÍNIO MATERIAL:** Utilizar o simulador virtual e pesquisa na internet.
- **DOMÍNIO EPISTÊMICO:** Os estudantes irão recolher os dados através da simulação sobre síntese de proteína e pesquisa na internet.
- **DOMÍNIO SOCIAL:** Análise e discussão dos resultados entre os grupos.

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Organização da turma:** Grupos de 3 a 4 estudantes.

**Dicas e sugestões:**

Se o professor tiver aplicado a primeira sequência didática, ele deverá aplicar esta sequência excluindo a questão: “Qual é a relação entre síntese de proteína com os transgênicos?”

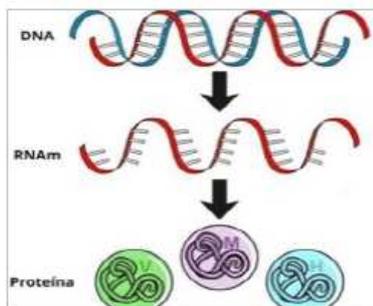
## 1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

O professor irá iniciar a aula com um trecho do texto escrito por Francisco e colaboradores (2021) para contextualizar o assunto:

*“A queratina é uma proteína extremamente forte que é um componente importante na pele, cabelo, unhas, cascos, chifres e dentes. Os aminoácidos que se combinam para formar a queratina tem várias propriedades únicas e, dependendo dos níveis dos vários aminoácidos, pode ser rígida e dura, como cascos, ou macia, como é o caso com a pele.”*

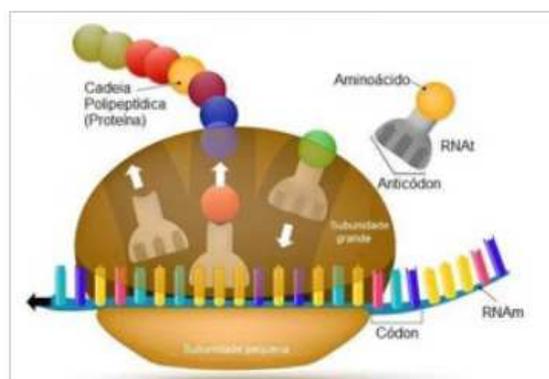
Depois, o professor irá publicar no Padlet as figuras 46 e 47 apresentadas a seguir demonstrando os processos de transcrição e tradução e os grupos irão escrever o que estão observando nas figuras e propor hipóteses.

**Figura 37:** Esquema representando o processo de formação do RNAm a partir do DNA e produção de proteína.



Fonte: Santos (2021).

Figura 38: Esquema representando a leitura do RNAm pelo ribossomo e a formação de proteína.



Fonte: Santos (2021).

Em seguida irá anotar no Padlet duas questões apresentadas a seguir para os grupos propor hipóteses:

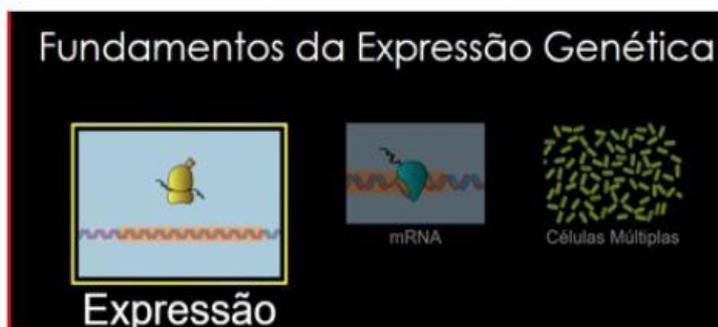
- Qual é a relação entre DNA e proteína? (GREGÓRIO, 2016)
- Qual é a relação entre síntese de proteína com os transgênicos?

## 2ª ETAPA: PESQUISA PARA CONFIRMAÇÃO OU REFUTAÇÃO DA HIPÓTESE.

Os grupos farão pesquisa na internet para confirmar ou refutar as hipóteses anotadas no Padlet. E irão pesquisar um roteiro estruturado no simulador virtual, disponível no site: [www.phet.colorado.edu/sims/html/gene-expression-essentials/latest/gene-expression-essentials\\_en.html](http://www.phet.colorado.edu/sims/html/gene-expression-essentials/latest/gene-expression-essentials_en.html), sugerido por Gregório e colaboradores (2016), cujo título é “Expressão Genética - Fundamentos” e o texto sobre síntese de proteína de Santos (2021), para auxiliar na compreensão do simulador. Cada etapa da simulação será relacionada ao roteiro estruturado a seguir, permitindo que os alunos aproveitem ao máximo tudo que é exposto na simulação.

Clique na parte da simulação onde está escrito “Expressão”.

Figura 39: Início da simulação expressão genética.



1. O que ocorre quando não adicionamos o fator de transcrição positivo, porém apenas a RNA polimerase?
2. O que é necessário fazer no simulador para a transcrição ocorrer?
3. Qual enzima que catalisa a síntese de RNA tendo como molde uma fita de DNA?
4. O que é formado quando o ribossomo encaixa no RNA mensageiro?
5. O que acontecerá se adicionar o fator de transcrição negativo e depois a RNA polimerase? Explique o motivo.
6. O que acontecerá quando colocar o destruidor de RNAm e por que isso acontece?
7. Clique na parte “próximo gene”, selecione apenas um fator de transcrição positivo, depois a RNA polimerase. O que ocorreu?
8. Desenhe a proteína formada no primeiro gene, no segundo gene e no terceiro gene.
9. Clicando em “próximo gene”, o que acontece se forem adicionados dois fatores de transcrição positivo e duas RNA polimerase?
10. O que acontece se aumentar a concentração do fator de transcrição positivo?

Clique na parte da simulação onde está escrito RNAm.

Figura 40: Parte da simulação que aumenta o fator de transcrição positivo.



**Dicas e sugestões:** Quando os estudantes fizerem a simulação, é possível que apareçam outras questões que irão iniciar outras investigações. Incentive os estudantes a pesquisar e nunca dê as respostas de imediato.

### 3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.

De acordo com a pesquisa realizada pelos estudantes, o professor irá ler e elaborar questões para discussão e aprofundamento, que pode ser feita tanto no Padlet, ou na apresentação dos resultados oralmente pelos alunos.

#### Sugestões de leitura:

Sugestões de materiais que o professor pode fornecer para os estudantes.

SANTOS, V.S. Transgênicos no Enem. [s.l.], 2014. Disponível em: <https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/enem/transgenicos-no-enem.htm#:~:text=Os%20chamados%20transg%C3%AAnicos%20s%C3%A3o%20organismos,n%C3%A3o%20produzidas%20pela%20esp%C3%A9cie%20receptora>. Acesso em: 18 jul.2022.

SANTOS, H.S. Síntese Proteica. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.biologianet.com/biologia-celular/sintese-proteica.htm>. Acesso em: 05 mai. 2021.

## 5ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

**TÍTULO:** Seleção natural e os transgênicos.

**OBJETIVO:** Aprender que os transgênicos também sofrem o processo de seleção natural.

**CONHECIMENTOS PRÉVIOS:** Transgênicos. Apêndice 2.

**COMPETÊNCIA E HABILIDADE DE ACORDO COM A BNCC:**

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
  - **HABILIDADE 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.

**DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:**

- **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Transgênicos e seleção natural.
- **DOMÍNIO MATERIAL:** Pesquisa na internet.
- **DOMÍNIO EPISTÊMICO:** Os estudantes irão colher os dados através da pesquisa.
- **DOMÍNIO SOCIAL:** Análise e discussão dos resultados entre os grupos.

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Organização da turma:** Grupos de 3 a 4 estudantes.

## 1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

### Problema 1:

O professor irá disponibilizar para os estudantes um trecho de um texto elaborado por Pacífico (2020).

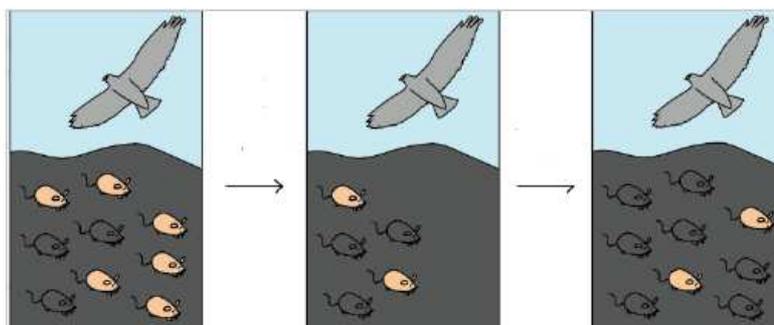
*“Desde a década de 1990, cientistas alertavam que os insetos poderiam ficar resistentes aos transgênicos. Eles estavam certos. Quando foi introduzido, em 2003, o chamado milho BT parecia ser a resposta para todos os desejos dos fazendeiros. Isso porque, uma vez plantado, ele exigia bem menos agrotóxicos porque produzia uma toxina que acabava com as pragas e apresentava uma produtividade bastante boa. O sucesso foi tão grande que, em pouco tempo, as sementes transgênicas da Monsanto já estavam presentes em 65% das plantações de milho nos Estados Unidos e eram usadas para produzir cereal, adoçante e óleo de cozinha. Anos depois, no entanto, alguma coisa passou a dar errado. Em certos estados norte-americanos onde havia cultivo de milho transgênico, as pragas voltaram a atacar as plantações.”*

- Por que os insetos ficaram resistentes às plantas transgênicas?

### Problema 2:

Depois irá apresentar a figura apresentada a seguir para contextualizar o assunto.

Figura 41: Esquema representando seleção natural: os ratos que conseguem se camuflar conseguem reproduzir e passar a característica para os descendentes.



- O que está sendo representado na imagem? Qual é o nome do processo?

As hipóteses dos dois problemas serão anotadas no Padlet.

## 2ª ETAPA: PESQUISA PARA CONFIRMAÇÃO OU REFUTAÇÃO DA HIPÓTESE.

Os grupos farão pesquisa na internet para confirmar ou refutar as hipóteses anotadas no Padlet. Os grupos irão pesquisar um roteiro estruturado no simulador virtual, cujo título é “Seleção Natural”. E um texto sobre seleção natural para auxiliar na compreensão do simulador e responder questões investigativas. Cada etapa da simulação será relacionada ao roteiro estruturado a seguir, permitindo que os alunos aproveitem ao máximo tudo que é exposto na simulação.

Acesse o link: [www.phet.colorado.edu/sims/html/natural-selection/latest/natural-selection\\_pt\\_BR.html](http://www.phet.colorado.edu/sims/html/natural-selection/latest/natural-selection_pt_BR.html).

1. Clique na opção formar casal. Explique o que aconteceu depois de passar uma geração e desenhe o gráfico.
2. Depois de uma geração, adicione os lobos localizados nos fatores ambientais. Explique o que aconteceu e desenhe o gráfico.
3. Depois, adicione o pelo marrom como dominante na seção “Adicionar mutação”. Explique o que aconteceu e desenhe o gráfico.
4. Reinicie tudo, adicione casal e depois selecione o pelo marrom como dominante em “Adicionar mutação”.
5. Depois de duas gerações, adicione o lobo e explique o que aconteceu desenhando o gráfico.
6. Faça o mesmo das duas questões anteriores, porém clique no ambiente ártico. Explique o que ocorreu.
7. Faça outras alterações que achar interessante e escreva o resultado. Foi o resultado que você esperava?

## 3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

De acordo com a pesquisa realizada pelos estudantes, o professor irá ler e elaborar questões para discussão e aprofundamento, que pode ser feita tanto no Padlet, ou na apresentação dos resultados oralmente pelos alunos.

Sugestão de leitura:

Sugestão de material que o professor pode fornecer para os estudantes.

KHANACADEMY. Darwin, evolução e seleção natural. [s.l.], s.d. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/her/evolution-and-natural-selection/a/darwin-evolution-natural-selection>. Acesso em: 18 jul. 2022.

## 6ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

**TÍTULO:** Uma proposta de simulação de seleção artificial do milho.

**TEMA:** Seleção artificial e os transgênicos.

**OBJETIVO:** Aprender como a mutação e a recombinação gênica interferem na seleção artificial.

**CONHECIMENTOS PRÉVIOS:** Seleção natural e seleção artificial (Apêndice 3).

**COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:**

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
  - **HABILIDADE 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.

**DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:**

- **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Seleção natural e efeitos dos transgênicos no ambiente.
- **DOMÍNIO MATERIAL:** Material de atividade prática sobre a simulação da seleção artificial do milho. Utilização de computadores e celulares para pesquisa.
- **DOMÍNIO EPISTÊMICO:** Os dados serão coletados através da atividade prática e pesquisa realizada na internet.
- **DOMÍNIO SOCIAL:** Os estudantes irão relacionar o que eles observam na simulação como dia a dia. Ocorrerá compartilhamento de informação entre os grupos.

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Organização da turma:** Grupos de 3 a 4 estudantes.

## 1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

Esta atividade é baseada e adaptada de acordo com Galindo e colaboradores (2019).

**1º momento:** O professor irá explicar para os estudantes que irão fazer a seleção artificial do milho e serão representados como os pequenos agricultores.

É importante o professor ressaltar que as condições ambientais são mantidas durante os cinco ciclos de colheita e nenhum pesticida ou fertilizante é utilizado. Serão distribuídas 50 figuras de espigas de milho por grupo e um cartão dividido em 5 gerações para os estudantes colocarem as espigas de acordo com o tamanho recomendado abaixo.

**Tabela 1:** Distribuição dos tamanhos dos cartões de espigas de milhos e simulação de quantidades de espigas de milhos por geração.

	3 cm	4 cm	4,5 cm	4,8 cm	5 cm	5,5 cm	6 cm	6,5 cm	7 cm
G1	5	3			2				
G2		3	3		3		1*		
G3			1	2	3	2	2		
G4		1*			2	3	3		1*
G5						2	3	3	2

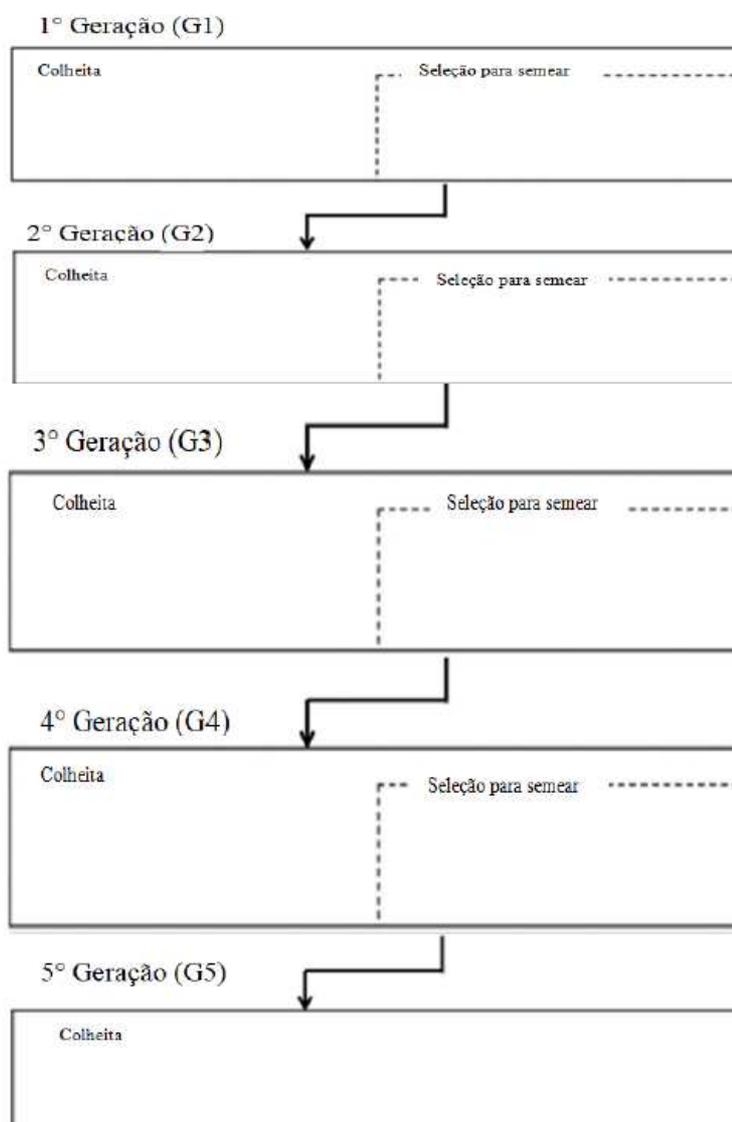
\* espigas mutantes

A simulação é composta por 50 cartas de espiga de milho, feitas pelo professor com a figura abaixo. Os cartões são divididos em cinco gerações (G1, G2, G3, G4 e G5). A distribuição do tamanho das espigas de milho nas cartas é cuidadosamente planejada para ter diferença na distribuição de tamanho.

**Figura 42:** Espiga de milho para imprimir.



Figura 43: Cartão dividido em cinco gerações.



**2º momento:** As equipes receberão um cartão para simular a seleção artificial do milho dividida em cinco gerações. O professor irá entregar 10 figuras de espigas de milho para os estudantes colocarem na geração 1, cinco figuras de espigas estarão presentes na sessão colheita e as outras cinco estarão presentes no espaço semear.

**3º momento:** Depois, o professor irá distribuir o restante dos cartões de forma que os estudantes consigam preencher 10 figuras de espigas em cada geração.

**4º momento:** Após completar a simulação, o professor irá orientar os participantes a identificar o aumento na proporção de tamanho das espigas de milho e propor hipóteses e anotar no Padlet as seguintes questões:

- Por que o tamanho das espigas mudou nas gerações?

Depois da pesquisa, espera-se que os alunos respondam que a variação nas espigas de milho ocorre por causa da mutação e recombinação gênica.

- Qual geração possui as melhores espigas de milho?

Espera-se que os alunos respondam que é a 5ª geração.

- Você já percebeu resultados semelhantes no nosso dia a dia?

Espera-se que os alunos opinem sobre esta questão.

- Se cruzarmos uma espiga normal com uma espiga transgênica, quais serão as consequências para o meio ambiente?

Espera-se que depois da pesquisa, os alunos reconheçam que os transgênicos liberados no meio ambiente interagem com toda a biodiversidade, eliminam polinizadores e ocorre a eliminação da espécie não domesticada (CRUZ et al., 2014).

## **2ª ETAPA: PESQUISA PARA CONFIRMAÇÃO OU REFUTAÇÃO DA HIPÓTESE.**

As pesquisas dos grupos serão anotadas no Padlet para confirmação ou refutação da hipótese.

## **3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.**

O professor irá ler a pesquisa dos estudantes e elaborar questões para discussão, que podem ser feitas tanto no Padlet ou na apresentação dos resultados oralmente pelos alunos.

**Sugestões de leitura**

Sugestões de materiais que o professor pode fornecer para os estudantes.

CRUZ, R.A.; MAIA, J.D.; SANTOS, J.G.; SINDEAUX, L.P.; SANTOS, H.S.; BICALHO, G.O.D. Transgênicos: Heróis ou vilões? In: FÓRUM FEPEGE, 8, 2014, [s.l.]. Anais [...]. Montes Claros: Unimontes, 2014, p. 1-4.

Para aprofundamento do professor:

AZEVEDO, J.L.; FUNGARO, M.H.P.; VIEIRA, M.L.C. Transgênicos e a evolução dirigida. História, ciências e saúde-Manguinhos, Rio de Janeiro, v.7, n.2, p. 451-464, 2000.

## 7ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

**TÍTULO:** A técnica do DNA recombinante.

**TEMA:** DNA recombinante.

**OBJETIVO:** Aprender sobre a técnica do DNA recombinante e a função da DNA ligase.

**CONHECIMENTOS PRÉVIOS:** Esta aula requer que os alunos tenham conhecimento prévio sobre o DNA e o que são bases nitrogenadas (Apêndice 1).

**COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:**

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
  - **HABILIDADE 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, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

**DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:**

- **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Conteúdo sobre DNA recombinante e transgênicos.
- **DOMÍNIO MATERIAL:** Material para simular a técnica do DNA recombinante e pesquisa na internet realizada por aparelhos eletrônicos, como computadores e celulares ou livro didático.
- **DOMÍNIO EPISTÊMICO:** Os dados serão coletados através da simulação da técnica do DNA recombinante e pesquisa realizada na internet.

- **DOMÍNIO SOCIAL:** Quando os grupos compartilham fragmentos de DNA para representar a função da DNA ligase na atividade. E cada grupo apresentará o seu resultado.

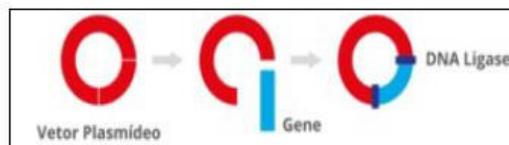
**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Organização da turma:** Grupos de 3 a 4 estudantes.

## 1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

O professor irá disponibilizar uma figura sobre a técnica de DNA recombinante para contextualizar o assunto (Figura 5).

Figura 44: Técnica do DNA recombinante.



Fonte: Modificado Kasvi (2017).

Baseado na imagem apresentada será questionado ao aluno o que está representado, com o objetivo de levantar hipóteses. Depois serão anotadas no mural Padlet criado pelo professor.

Depois, os estudantes irão realizar uma atividade prática, cujo título é “Como os cientistas manipulam o DNA?”, disponível no livro de Mendonça (2013), para eles visualizarem como ocorre a técnica do DNA recombinante.

## 2ª ETAPA: PESQUISA PARA CONFIRMAÇÃO OU REFUTAÇÃO DA HIPÓTESE.

Os estudantes irão realizar uma atividade prática, cujo título é “Como criar um DNA recombinante?”, disponível no livro de Mendonça (2013). É apresentada no final desta sequência didática, para o professor imprimir. Espera-se que no final da atividade eles consigam responder o que está sendo representado na imagem. E publicarão no Padlet a resposta para confirmar ou refutar a hipótese.

### **3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.**

Ao final da aula, o professor irá retornar com a mesma figura do início da aula para os estudantes responderem: “O que a figura representa?”. Em seguida, para iniciar a discussão, questões sugeridas por Carvalho (2013) podem ser utilizadas: “Como vocês fizeram para resolver o problema?”; “Por que vocês acham que deu certo?”. E as questões da atividade prática sugeridas por Mendonça (2013) na parte de “Interpretação dos resultados” e “Indo Além”.

#### **Dicas e sugestões:**

Caso o professor tenha realizado uma aula sobre os transgênicos, ele pode perguntar na discussão a seguinte questão: “Como a técnica utilizada servirá para produção dos transgênicos?”.

#### **Sugestões de leitura:**

Sugestões de materiais que o professor pode fornecer para os estudantes.

MENDONÇA, V.L. *Biologia*. 3ª edição. São Paulo. AJS.2016

KHANACADEMY. Enzimas de restrição e DNA ligase. [s.l.], s.d. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/biotech-dna-technology/dna-cloningtutorial/a/restriction-enzymes-dna-ligase>. Acesso em: 14 jul. 2022.

Veja a seguir a atividade adaptada do livro de Mendonça (2013) para os estudantes realizarem.

Figura 45: Atividade “ Como criar um DNA recombinante?”

## Como criar um DNA recombinante?

O DNA é uma molécula que conseguimos ver apenas no microscópio. No entanto, nesta atividade será possível criar um esquema de um trecho da molécula de DNA com as bases nitrogenadas. Assim, você pode comparar com outros grupos e perceber como funciona o DNA recombinante. A principal característica desta atividade é cortar os fragmentos do DNA usando a enzima de restrição cuja a função é cortar o DNA em locais específicos. Estas enzimas atuam quando reconhecem locais específicos. A enzima EcoRI é encontrada na bactéria *Escherichia coli* e possui a sequência de reconhecimento apresentada na figura 42. A enzima BamHI da bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* possui a sequência de reconhecimento apresentada na figura 43. A enzima HaeIII é encontrada na bactéria *Haemophilus aegyptius* e possui a sequência de reconhecimento apresentada na figura 44. Realize esta atividade com a orientação do professor.

### MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Uma folha sem pauta ou papel cartão ou cartolina de três cores diferentes
- Tesoura sem ponta
- Caneta
- Fita adesiva
- Lápis de cor (caso o professor utilize folha sem pauta)

### PROCEDIMENTOS

- Elabore uma sequência de 50 nucleotídeos usando as sequências (CTTAAG, CCTAGG, CCGG) que podem ser escritas de forma aleatória.
- Depois, escreva a fita complementar e a fita elaborada.
- As fitas elaboradas devem ser coloridas com lápis de cor (caso seja feita em folha sem pauta) e feitas em duas fitas de cadeia de nucleotídeo utilizando cores diferentes, cada base nitrogenada os estudantes poderão colocar de uma cor, porém a base nitrogenada repetida deverá ser da mesma cor que havia colocado.
- A sequência de nucleotídeos reconhecida pela enzima EcoRI é TTAA e sua fita complementar como é indicado na figura 40. Você deve recortar na sequência no tracejado como está apresentado a seguir.

Figura 45: Sequência de nucleotídeos reconhecida pela enzima EcoRI.



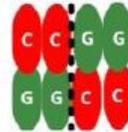
- Toda vez que aparecer esta sequência, você deve recortar na sequência que você elaborou.
- Em outra tira de papel, corte a sequência da enzima de restrição BamHI na sequência elaborada por você. De acordo com a figura 41 apresentada a seguir:

Figura 46: Sequência da enzima de restrição BamHI.



- Repita o corte em outra sequência, porém utilizando a enzima de restrição HaeII.

Figura 47: Sequência da enzima de restrição HaeII



#### INTERPRETANDO OS RESULTADOS

- Escreva as enzimas de restrição que produziram mais fragmentos e aquelas que produziram menos fragmento.
- Procure os fragmentos obtidos por outra equipe que seja complementar com o seu e com fita adesiva, junte estes fragmentos. Quem realiza esta função? E qual é o nome desta técnica?
- Agora que você cortou o DNA em fragmentos e colou com a DNA ligase, que tal verificar no PCR se colou o fragmento certo? Quais fragmentos percorrer maior distância no gel? Por quê?

## 8ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

**TÍTULO:** Construindo conhecimento científico a partir de textos e questões investigativas.

**TEMA:** Plantas e animais transgênicos e variabilidade genética.

**OBJETIVO:** Verificar conhecimentos dos alunos sobre animais e plantas transgênicas e variabilidade genética, utilizando como ponto de partida para construção de conhecimentos científicos.

**CONHECIMENTOS PRÉVIOS:** Variabilidade genética. Apêndice 3.

**COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:**

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
  - **HABILIDADE 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.
  - **HABILIDADE EM13CNT303:** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

**DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:**

- **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Transgênicos e variabilidade genética.
- **DOMÍNIO MATERIAL:** Pesquisa na internet.

- **DOMÍNIO EPISTÊMICO:** Os estudantes irão colher os dados na pesquisa realizada na internet.
- **DOMÍNIO SOCIAL:** Análise e discussão dos resultados entre os grupos.

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Organização da turma:** Grupos de 3 a 4 estudantes.

**Dica e sugestão:** É possível que os estudantes que realizaram a sequência 1 e 2 saibam a resposta das questões, portanto não deve ser aplicada neste caso.

## **1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.**

O professor irá apresentar o texto abaixo para contextualização e depois irá propor questões problematizadoras.

**Título:** “Uma visão sobre o uso de animais transgênicos para realização de pesquisa de coronavírus”.

O novo coronavírus causou um surto de síndrome respiratória aguda grave de coronavírus (SARS-CoV2), que é o agente causal da doença coronavírus-19 (COVID-19), obtendo uma pandemia em um período muito curto e representando uma ameaça à saúde global. Desde que este vírus cruzou os limites das espécies, ele colocou toda a humanidade em risco de infecção (BEVINAKOPPAMATH; RAMACHANDRA; AKILA, 2020).

**Texto retirado do artigo “Animais utilizados em pesquisa de SARS-COV-2” de Sampaio et al (2021)**

“Diversos ensaios clínicos estão em progresso para prevenção ou intervenção no avanço da COVID-19. Para obtenção de resultados mais precisos foram utilizados modelos que reproduzam o comportamento do vírus e da patologia do COVID-19 de forma eficiente, podendo ser observada de forma sistêmica e específica em modelos animais (TAKAYAMA, 2020). A necessidade de prevenir e controlar a infecção por coronavírus exige a busca por um modelo animal eficiente, aquele que imita a infecção viral e doenças em humanos em vários aspectos, incluindo morbidade, carga viral, sintomas clínicos típicos, respostas imunes do hospedeiro e mortalidade. Após um estudo cuidadoso de características virológicas, histológicas e imunológicas pós-infecção, foram considerados como hospedeiros naturais potenciais de SARS-CoV-2 os camundongos, primatas não humanos, furões e hamsters (YUAN, 2020). Animais pequenos como camundongo e hamster sírio são vantajosos para estudar o SARS-CoV-2, pois se reproduzem mais rápido. Já os animais grandes, embora sejam os melhores na replicação de

interações vírus-hospedeiro humano, uma das principais limitações é que a taxa de reprodução em macacos é menor e mais lenta (TAKAYAMA, 2020). É necessário usar camundongos criados ou transgênicos para a pesquisa de SARS- CoV-2 porque os ratos normais são resistentes ao vírus” (SAMPAIO; MACIEL; SILVA; AMORIM; COELHO; SILVA,2021). Para as questões a seguir, proponha hipóteses e depois pesquise para confirmar ou refutar.

1. Como são criados os ratos transgênicos? E quais são as características que permitem que eles sejam utilizados na pesquisa?
2. Um organismo transgênico tem variabilidade genética? Explique.
3. Explique como estes ratos ficaram fluorescentes.

Figura 49: Ratos transgênicos.



Fonte: Mendonça (2016)

4. Você conhece algum alimento transgênico que você consome no dia a dia? Que organismos foram utilizados para produzir este alimento? E quanto à técnica de produção de alimento transgênico, você conhece? Fonte: Adaptado de (Rodrigues, 2015).

## 2ª ETAPA: PESQUISA PARA CONFIRMAÇÃO OU REFUTAÇÃO DA HIPÓTESE.

As pesquisas dos grupos serão anotadas no Padlet para confirmação ou refutamento da hipótese.

### **3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.**

De acordo com a pesquisa realizada pelos estudantes, o professor irá ler e elaborar questões para discussão e aprofundamento, que pode ser feita tanto no Padlet ou na apresentação dos resultados oralmente pelos alunos.

#### **Sugestões de leituras:**

Sugestões de materiais que o professor pode fornecer para os estudantes.

MENDONÇA, V.L. Biologia. 3ª edição. São Paulo. AJS.2016.

VALOIS, A.C.C. Importância dos transgênicos para a agricultura. Cadernos de Ciências e Tecnologia. Brasília, v.18, n.1, p.27-53, 2001.

## 9ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

**TÍTULO:** O Padlet e o ensino investigativo sobre os transgênicos.

**TEMA:** Transgênicos e síntese de proteína.

**OBJETIVO:** Verificar conhecimentos prévios sobre os transgênicos e pesquisar as hipóteses.

**CONHECIMENTOS PRÉVIOS:** Para um melhor desempenho na aula, é importante que os estudantes tenham conhecimentos prévios sobre o DNA (Apêndice 1).

**COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:**

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA: 3**
- **HABILIDADE 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.

**DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:**

- **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Recordar através de explicação síntese de proteína.
- **DOMÍNIO MATERIAL:** Pesquisar em sites confiáveis. Publicar no Padlet a hipótese com a pesquisa.
- **DOMÍNIO EPISTÊMICO:** Na pesquisa, os estudantes juntam dados que respondem à questão problematizadora e confirmam ou negam as hipóteses.
- **DOMÍNIO SOCIAL:** O professor faz o sorteio para grupos diferentes

responderem às questões discursivas. Assim, os estudantes precisam ficar atentos às postagens de todos os grupos.

**Tempo previsto:** 2 aulas de 50 minutos cada.

**Organização da turma:** Grupos de 3 a 4 estudantes.

## 1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

O professor irá apresentar para os estudantes um questionário sobre os transgênicos apresentado na figura a seguir (Figura 50).

**Figura 50:** Questionário para verificar conhecimentos prévios sobre os transgênicos.

### Questionário para verificar conhecimentos prévios sobre os transgênicos

- 1) Você sabe o que é transgênico?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- 2) Como você descobriu o que é transgênico?  
 a)  Rótulo  
 b)  Mídia  
 c)  Outros.  
 d)  Qual(is) \_\_\_\_\_  
 e)  Não sei o que é transgênicos
- 3) Você consome alimentos que são transgênicos?  
 a)  Sim  
 b)  Não sei  
 c)  Não. Por quê? \_\_\_\_\_
- 4) Você tem interesse em acompanhar notícias sobre transgênicos?  
 Sim     Não
- 5) Existe diferença entre transgênicos e organismos resultantes de melhoramento genético?  
 Sim     Não     Não sei
- 6) Você sabe o que é plasmídeo?  
 Sim     Não
- 7) Quais alimentos você conhece que são transgênicos?

Apresente a figura abaixo (Figura 51) para contextualizar o assunto sobre transgênicos.

Figura 51: Símbolo utilizado em alimento.

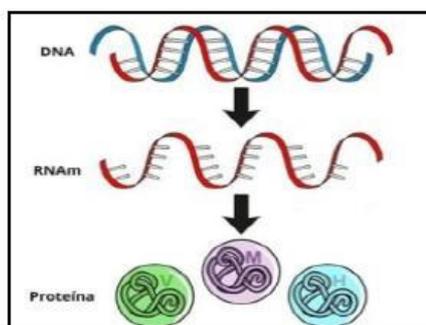


Fonte: Torres (2005).

É importante o professor levantar os conhecimentos prévios sobre os transgênicos para contextualizar. Pergunte aos estudantes se já viram esse símbolo em algum lugar. Isso irá motivar os estudantes, pois aproxima o assunto ao cotidiano. Depois, apresentará a questão problematizadora: Como são produzidos transgênicos? (Oliveira, 2019).

Depois que os alunos emitirem hipóteses, o professor irá apresentar uma figura sobre síntese de proteínas (Figura 2) para contextualizar. Depois, irá lembrar o que a fotografia representa, com a questão problematizadora: Qual é a relação entre a síntese de proteínas e transgênicos?

Figura 52: Representação esquemática da síntese de proteínas em células.



Fonte: Santos (2021).

## 2ª ETAPA: PESQUISA PARA CONFIRMAÇÃO OU REFUTAMENTO DA HIPÓTESE.

Os estudantes irão anotar as hipóteses no caderno. Depois, irão pesquisar a resposta para confirmar ou refutá-la. Finalizado, publicarão a hipótese com a pesquisa no mural do Padlet criado pelo professor.

**Dicas e sugestões:**

O professor pode sugerir o material para pesquisa ou caso os estudantes procurem materiais para pesquisar, conferir se os sites das informações são confiáveis.

**3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.**

O professor acompanhará as postagens no Padlet e estimulará a discussão entre grupos comentando as questões com perguntas que podem iniciar outra investigação. As perguntas para discussão dependerão da pesquisa do estudante. Quando o professor ler a publicação, a questão permitirá que o estudante reflita a pesquisa e aprofunde os conhecimentos.

**Dicas e sugestões:**

Explique para os estudantes como é o trabalho em grupo. Todos devem investigar para resolver a questão problematizadora. No grupo, cada estudante pode pesquisar as informações e depois juntá-las para elaborar o roteiro da etapa 3.

**Sugestões de leitura:**

Sugestões de materiais que o professor pode fornecer para os estudantes.

MENDONÇA, V.L. *Biologia*. 3ª edição. São Paulo. AJS.2016

AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. *Biologia Moderna*. 3ª edição. São Paulo: Editora Moderna, 2016.

## 10ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

**TÍTULO:** Criando um podcast sobre os transgênicos.

**TEMA:** Transgênicos.

**OBJETIVO:** Criar um podcast.

**CONHECIMENTOS PRÉVIOS:** Para iniciar a aula, é importante que os estudantes tenham conhecimentos prévios sobre os transgênicos (Apêndice 2).

**COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:**

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA: 3**

- **HABILIDADE 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.
- **HABILIDADE EM13CNT302:** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.
- **HABILIDADE EM13CNT303:** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das

conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

- **HABILIDADE 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, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

#### DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:

- **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Conteúdo sobre os transgênicos.
- **DOMÍNIO MATERIAL:** Celular smarthphone com aplicativo, anchor para criar um podcast.
- **DOMÍNIO EPISTÊMICO:** Os estudantes irão procurar na internet as informações para criar um problema que seja solucionado com os transgênicos.
- **DOMÍNIO SOCIAL:** Quando os grupos produzirem o podcast, eles podem compartilhá-lo com outras turmas.

**Tempo previsto:** 2 aulas de 50 minutos cada.

**Organização da turma:** Grupos de 3 a 4 estudantes.

### 1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

Os estudantes serão orientados como fazer um podcast. O professor irá iniciar a aula perguntando se sabem o que é um Podcast, caso não saibam o professor deverá explicar e em seguida apresentar um vídeo disponível no Youtube: “Como fazer um Podcast pelo celular- Anchor”, disponível no canal “Me ajuda, Nick”, link: <https://www.youtube.com/watch?v=42yXedSd5C0&t=709s>. Depois, os estudantes irão instalar no celular o aplicativo de criar podcasts chamado Anchor, e o professor disponibilizará o roteiro para elaboração (Figura 5).

Figura 53 : Roteiro para os estudantes gravarem o podcast.

- Roteiro do aluno**
- Iniciar o *podcast* apresentando o tema e o grupo participante.
  - Levantar um problema que seja solucionável com um transgênico.
  - Propor um transgênico inédito para aplicar ao problema
  - Falar sobre a técnica de produção do transgênico que você propôs.
  - Produzir um material cuja a duração do *podcast* poderá ser de até 3 minutos.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2019).

#### Dicas e Sugestões:

Os estudantes enviarão o podcast para o professor antes de compartilhar com os outros grupos, pois alterações podem ser necessárias.

### **2ª ETAPA: PESQUISA PARA CONFIRMAÇÃO OU REFUTAÇÃO DAS HIPÓTESES.**

Os estudantes irão fazer pesquisa, na internet. O professor poderá sugerir o site ou deixar que eles procurem e depois verificar se as informações são verdadeiras.

### **3ª ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.**

Os grupos irão enviar o podcast para outros grupos. O professor irá reunir os grupos para iniciar a discussão. É importante que, antes da discussão, o professor verifique o podcast que os grupos irão apresentar, pois assim pode planejar as questões para discussão. Na discussão, peça para eles comentarem sobre as dificuldades desta atividade e o motivo. Pergunte para eles se existe algum impacto negativo para os transgênicos que eles criaram.

#### Dicas e sugestões:

O transgênico inédito nem sempre existirá, porém, a técnica de produção tem que existir. Se a primeira sequência tiver sido realizada, a discussão deverá ser realizada oralmente.

**Sugestões de leitura:**

Sugestões de materiais que o professor pode fornecer para os estudantes.

MENDONÇA, V.L. *Biologia*. 3ª edição. São Paulo. AJS.2016

AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. *Biologia Moderna*. 3ª edição. São Paulo: Editora Moderna, 2016.

IZIQUIE, CLAUDIA. A batalha dos transgênicos. Polêmica sobre soja RR coloca em debate potencial da biotecnologia. São Paulo, 2003. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-batalha-dos-transgenicos/>. Acesso em: 14 jul. 2022.

PAULA, R.S.; SANTOS, K.J.G.; PALES, A.P.; CASTRO, C.S.; LOPES, J.C.S.; SANTOS, J.F.D. Animais transgênicos: Conceito, Metodologia e aplicações. *Revista eletrônica de Veterinária, Espanha*, v.18, n.9, p. 1-16, set. 2017.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.P.; SARTORI, J. Educação que faz sentido para a vida: metodologia de contextualização da aprendizagem. São Paulo: Atina, 2016.

BATISTA, Mônica. Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 2010. Tese (Doutorado em educação) – Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.

BEVINAKOPPAMATH, S.; RAMACHANDRA, S.C.; AKILA, P. An insight into the use of transgenic animal models for conducting research on coronavirus. International Journal of Health & Allied Sciences, Mysore, v.9, p. 18-23, 2020, Supl. 1

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 19 jul.2022.

CARDOSO, M.J.C.; SCARPA, D.L. Diagnóstico de elementos do ensino de ciências por investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências, [s.l.], v.18, n.3, p.1025- 1059, 2018.

CARVALHO, A.M.P. (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CONCEIÇÃO, F.R.; MOREIRA, A.N.; BINSFELD, P.C. Detecção e quantificação de organismos geneticamente modificados em alimentos e ingredientes alimentares. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.1, p. 315-325, 2006.

FRANCO, L.G.; MUNFORD, D. O ensino de ciências por investigação em construção: Possibilidades de articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula. Revista

Brasileira em Educação em ciências, v.20, p.719-687, 2020.

GALINDO, A.A.G.; GALLI, L.G.; FRANCO, A.G. Artificial selection of maize as a bridging case to teach natural selection: a simulation proposal. *Journal of Biological Education*, p. 2-14, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/00219266.2019.1707262?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 14 set. 2021.

GREGÓRIO, E.A.; OLIVEIRA, L.G.; MATOS, S.A. Uso de simuladores como ferramentas no ensino de conceitos abstratos de biologia: Uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. *Experiências em Ensino de Ciências*, Belo Horizonte, v.11, n.1, p.101-125, 2016.

MENDONÇA, V.L. *Biologia*. 3º edição. São Paulo. AJS.2016.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G.P.; LORENZETTI, L.; FILHO, J.P.A. *Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: Fundamentos e práticas*. 1º edição. São Paulo: Editora livraria da Física, 2021.

MOSER, A.S.; GREGÓRIO, A.; PIRES, E.A.C.; MOREIRA, A.L.O.R. Concepções de ambiente e educação ambiental de professores: O padlet como uma ferramenta interativa. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, São Paulo, v.15, n.5, p. 20-36, 2020.

OLIVEIRA, A.C.C.; SILVA, F.V. As ementas e os recursos didáticos empregados no ensino sobre tecnologia do DNA recombinante em um curso de licenciatura em ciências biológicas. *Ensaio: Pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v.23, p. 1-18, 2021.

OLIVEIRA, J.M.; CERQUEIRA, L.L.M. Proposta de uma sequência didática para o estudo dos transgênicos a partir da abordagem CTS. *Conexões: Ciência e Tecnologia*, Fortaleza, v.15, p.01-09, 2019.

OLIVEIRA, J.D.M.C. *Sequência Didática sobre Transgênicos: Colaboratividade e Construção de Minivídeos Como Estratégia para Aprendizagem Científica Sobre Organismos Geneticamente Modificados*. 2019. Dissertação. (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

PACÍFICO, C.M. *Sequência didática investigativa de bioética em genética: Temas e dilemas no ensino de biologia*. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Ciências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

RODRIGUES, M.L.L. *Transgênicos na mesa: boa pedida?* [s.l.], [s.d.]. Disponível

em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/para-ensinar/planos-de-aula/transgenicos-na-mesa-boa-pedida/>. Acesso em: 17 set. 2021.

SÁ, N.L. Alimentos transgênicos: abordagem CTS e a tomada de decisão em três tempos. 2020. Monografia (Especialista em Ensino de Ciências por Investigação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

SAMPAIO, F.M.S.; MACIEL, W.N.S.; SILVA, A.M.A.; AMORIN, D.A.; COELHO, A.A.; SILVA, C.G.L.; SILVA, M.R.L.; GADELHA, M.S.V. Animais utilizados em pesquisa de SARS- COV-2. Brazilian Journal of Health Review, [s.l.], v.4, n.3, p. 9647-9663, 2021.

SANTOS, H.S. Síntese Proteica. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: HYPERLINK “<https://www.biologianet.com/biologia-celular/sintese-proteica.htm>” <https://www.biologianet.com/biologia-celular/sintese-proteica.htm>. Acesso em: 05 mai. 2021

SASSERON, L.H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor. São Paulo, 2013. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/81246/mod\\_resource/content/1/Texto%206%20-%20Intera%C3%A7%C3%B5es%20discursivas.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/81246/mod_resource/content/1/Texto%206%20-%20Intera%C3%A7%C3%B5es%20discursivas.pdf). Acesso em: 19 jul. 2022.

SILVA, K.M.; MACIEL, J.C.S. Aspectos socio científicos no ensino de Biologia: uma sequência didática sobre alimentos transgênicos, convencionais e orgânicos. Associação Brasileira de Ensino de Biologia, Tocantins, v.11, n.1, p. 5-24, 2018.

SOLINO, A.P.; SASSERON, L.H. Investigando a significação de problemas em sequência de ensino investigativa. Investigações em Ensino de Ciências, [s.l.], v.23, n.2, p.104-129, 2018.

UFSCAR. Tutorial Padlet: Criando Murais. São Carlos, 2018. Disponível em: <https://inovaeh.sead.ufscar.br/wp-content/uploads/2019/04/Tutorial-Padlet.pdf>. Acesso em: 19 jul.2022.

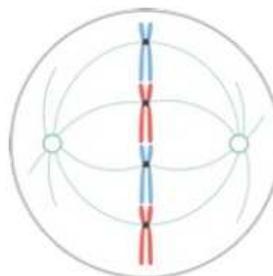
ZOMPERO, A.F.; ANDRADE, M.A.B.S.; MASTELARI, T.B.; VANGULA, E. Ensino por investigação e aproximações com a aprendizagem baseada em problemas. Debates em Educação, Alagoas, v.11, n.25, p.223-239, 2019.

ZOMPERO, A.F.; LABURÚ, C.E. Atividades Investigativas para as aulas de ciências: Um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. 1º edição. Curitiba. APPRIS Editora, 2016.

MARQUES, F. Transgênicos na lupa. Edição 303. [s.l.],2021. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/transgenicos-na-lupa/>. Acesso 22 jul.2022.

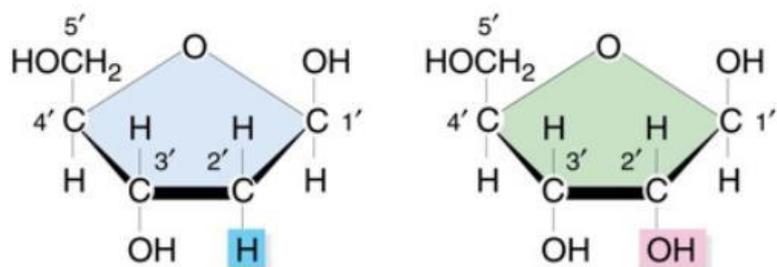
## APÊNDICE 1

- Como o conjunto de células forma tecidos, podemos perceber que existem vários tipos de tecidos. Todas as células são iguais?
  - Sim
  - Não
- Assinale com (U) as bases púricas e (I) as bases pirimidinas.
  - Citosina, Timina, Uracila
  - Adenina, Guanina
- A observação das células sob diversas condições levou os cientistas a concluir que células vegetais e animais têm características semelhantes. Marque as organelas que estão presentes tanto em células vegetais quanto em células animais.
  - Núcleo
  - Membrana plasmática
  - Parede celular
  - Citoplasma
- Imagine que um animal tem 10 cromossomos ( $2n=10$ ). Em uma fase da divisão celular, ele irá apresentar 5 cromossomos simples sendo puxados para polos opostos da célula. Em qual fase isso ocorre?
  - Na anáfase da 2ª divisão da meiose
  - Metáfase da mitose
  - Metáfase da 1ª divisão da meiose
  - Anáfase da mitose
  - Anáfase da 1ª divisão da meiose
- Em qual fase encontra-se os cromossomos apresentados na figura a seguir?



Resposta: Metáfase

6. Sobre o DNA, marque a alternativa correta:
- O DNA está localizado fora do núcleo.
  - Os cromossomos são formados por DNA associado à proteína.**
  - A molécula complementar com o DNA é o RNA.
  - O DNA é formado por Adenina, Guanina, Citosina e Uracila.
7. 7) Escreva a fita complementar à AATGTA.
- O que é necessário para o ribossomo se ligar ao RNAm?
  - Códon de iniciação**
  - Códon complementar
  - Anticódon
8. 9) Qual é o nome das ligações entre as duas cadeias da molécula do DNA?
- Ligação iônica
  - Ligação metálica
  - Ligação molecular
  - Ligação de hidrogênio**
9. 10) Observe as moléculas apresentadas na figura a seguir e escreva qual delas é do DNA e do RNA.



Fonte: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/231ss1662/mod\\_resource/content/0/pdf\\_Apresent\\_14\\_Gr14.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/231ss1662/mod_resource/content/0/pdf_Apresent_14_Gr14.pdf)

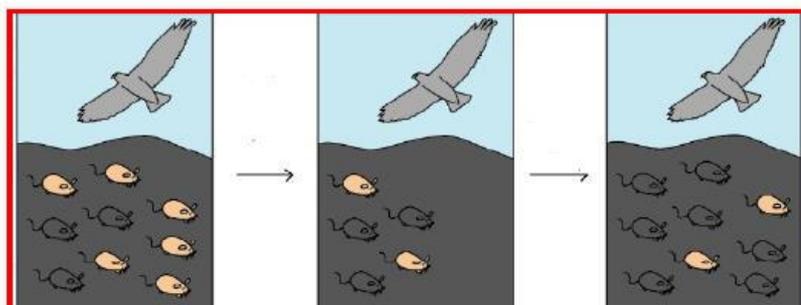
## APÊNDICE 2

1. O salmão modificado precisa de menos tempo para crescer do que o salmão convencional, pois produz hormônio o ano todo. Por isso, os criadouros preferem, pois reduz o custo de produção. Esta modificação é resultado da introdução de material genético no ovo do salmão do atlântico de duas espécies diferentes. Quais poderiam ser as consequências se esses animais escaparem dos criadouros e entrarem em contato com os peixes convencionais?
  - a) **Eliminação dos peixes convencionais por seleção natural**
  - b) Causaria impacto apenas no salmão convencional
  - c) Não teria consequências
  - d) Não causaria destruição dos ecossistemas
  - e) Não haverá competição entre o salmão convencional e o salmão transgênico
2. O mamão papaia pode ser atacado por vírus. Existe um mamão papaia transgênico que é vacinado contra um vírus criado por uma universidade dos EUA. Por que o vírus não consegue infectar o mamão papaia transgênico?
  - a) **O trecho do DNA do vírus é modificado para ser inofensivo, é aplicado em outra planta depois no mamoeiro. Quando o vírus vai atacar a planta, ela responde como se estivesse infectada.**
  - b) O trecho do DNA do vírus é modificado para ser inofensivo e aplicado no mamoeiro. Quando o vírus vai atacar a planta irá infectar, porém o grau da infecção é menor que o mamoeiro convencional.
  - c) O trecho do DNA do vírus é modificado para ser inofensivo, e aplicado no mamoeiro. Quando o vírus vai atacar a planta, ela responde como se estivesse infectada e por isso não contamina a célula.
  - d) O trecho do DNA do vírus é transformado em RNA para ser inofensivo, é aplicado em outra planta, depois no mamoeiro. Quando o vírus vai atacar a planta, ela responde como se tivesse infectada.
3. Muitas pessoas rejeitam o uso do transgênicos, porém existe uma lei que determina a obrigatoriedade de informar o consumidor sobre os alimentos transgênicos que são vendidos. Como é exposto no rótulo de alimentos que têm na matéria prima algum componente transgênico?
  - a) **É representado apenas por um T maiúsculo.**
  - b) É representado apenas por um triângulo amarelo.
  - c) O T maiúsculo no meio de um triângulo vermelho.
  - d) O T maiúsculo no meio de um triângulo laranja.
  - e) O T maiúsculo no meio de um triângulo amarelo.

4. O transgêneo pode ser introduzido em uma célula eucariótica por uma variedade de técnicas, utilizado na engenharia genética. Quais são elas? Marque (V) verdadeiro ou (F) falso.
- a) (V) Transformação
  - b) (F) Conjugação
  - c) (V) Micro-injeção
  - d) (F) Infecção por protozoário
  - e) (V) Infecção por bactéria ou viral
5. Os transgênicos são organismos modificados (OGM), porém não são todos OGM que são um organismo transgênico. Marque a alternativa que melhor explica a diferença entre OGM e transgênico:
- a) ( ) OGM são seres biológicos que sofreram alguma mudança artificial em seu material genético. Quando ocorre introdução de material genético de uma espécie diferente em outra, são chamados de OGM e transgênico.
  - b) ( ) Transgênicos são seres biológicos que sofreram alguma mudança natural em seu material genético. Quando ocorre introdução de material genético de uma espécie diferente em outra, são chamados de OGM e transgênico.
  - c) ( ) OGM são seres biológicos que sofreram seleção natural. Quando ocorre introdução de material genético da mesma espécie é chamado transgênico.
  - d) ( ) Transgênico é OGM que ocorre por mutação genética. A diferença é que os transgênicos são encontrados naturalmente no ambiente.
6. Marque (V) verdadeiro ou (F) falso para os objetivos do melhoramento genético:
- a) (V) aumento da produtividade
  - b) (F) diminui a resistência a diversidades ambientais
  - c) (F) inadequação à exigência do mercado consumidor
  - d) (V) aumento de renda
  - e) (F) diminui a produtividade
7. Folhas vegetais verde escura possuem vitamina B9. Esta vitamina é importante para formar a hemoglobina no sangue. A falta desta vitamina resulta em anemia. Quando cozinhamos a verdura, a vitamina B9 é eliminada. Como pode ser chamada a alface fortificada?
- a) Clone.
  - b) Híbrida.
  - c) Mutante.
  - d) Adaptada.
  - e) Transgênica.
8. Qual é o objetivo da tecnologia do DNA recombinante?
- a) Duplicar genes em particular.
  - b) Transferir genes de um organismo para outro.
  - c) Cortar o DNA e transferir para outro organismo.
  - d) Deletar um trecho do DNA do indivíduo para que ocorra recombinação.
  - e) Clonar um gene em particular, ou para análise ou para produzir proteína.

## APÊNDICE 3

1. Por que não é recomendado usar o mesmo tipo de antibiótico?
  - a) O antibiótico causa modificações no metabolismo das bactérias deixando-as mais resistentes.
  - b) Na necessidade de ficar resistentes, as bactérias desenvolveram mecanismos para sobreviver ao antibiótico.
  - c) A bactéria se acostuma com o antibiótico.
  - d) **O antibiótico seleciona a população de bactérias que contém o gene que confere resistência para as bactérias.**
2. Qual das alternativas abaixo melhor explica a seleção natural?
  - a) Na necessidade de ficarem impermeáveis à água, a ave desenvolveu uma glândula capaz de produzir substâncias lipídicas.
  - b) Modificações que os indivíduos sofrem no meio que estão inseridos podem passar para os descendentes.
  - c) **Aumento no número de gafanhotos resistentes a vários tipos de inseticidas.**
  - d) Os animais se transformam para se adequar no ambiente.
3. O que está sendo representado na figura a seguir?



Fonte: Khan Academy (2022).

- a) **Seleção Natural**
- b) Mutações
- c) Migração
- d) Deriva genética

4. Qual das frases abaixo melhor explica a seleção artificial?
- Uma população se divide em duas por causa de uma barreira geográfica.
  - O fato de algumas raças de cães não se cruzarem.
  - Ocorre quando o ser humano permite apenas a reprodução de plantas ou animais com a característica desejada.**
  - Os seres vivos têm uma grande capacidade de evoluir, logo aparecem características que são desejáveis para o ser humano.
5. Quais são os mecanismos de evolução?
- Mutação, migração, deriva genética, seleção natural.**
6. Qual das alternativas melhor explica por que evolução não é sinônimo de progresso.
- As características favoráveis para a sobrevivência do indivíduo são selecionadas no ambiente e passadas para os descendentes. Portanto, as características são favoráveis de acordo com o ambiente em que o indivíduo está inserido.**
  - Porque um mecanismo de evolução como a seleção natural seleciona apenas características que são desvantajosas para a população.
  - Os organismos mais aptos são selecionados, porém não passam as características para os descendentes.
  - A evolução diminui a variação genética.
7. Quais são as três fontes básicas de variação genética?
- Mutação, fluxo gênico, reprodução sexuada.**
8. Observe a figura a seguir dos vegetais comuns que foram cultivados a partir da mostarda silvestre.



Fonte: <http://ecologia.ib.usp.br/evosite/evo101/III4Evochange.shtml>

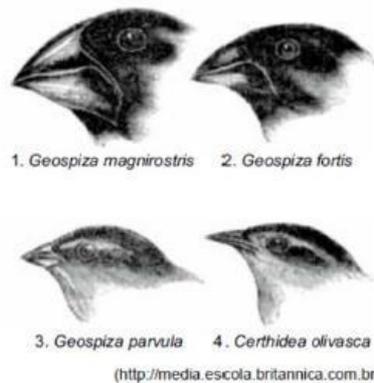
9. Que tipo de mecanismo evolutivo está ocorrendo?

- a) Seleção natural
- b) Seleção artificial
- c) Migração
- d) Fluxo gênico

10. Quais os fatores necessários para que ocorra a seleção natural?

- a) Não precisa existir variabilidade entre indivíduos. Reprodução diferenciada, hereditariedade.
- b) Cruzamentos ocorrem ao acaso. Indivíduos mais adaptados passam as características para os descendentes. Não ocorre mutação.
- c) Não pode ocorrer mutação. Variabilidade entre os organismos. Características vantajosas não são passadas para seus descendentes.
- d) **Variabilidade entre os indivíduos, reprodução diferenciada, hereditariedade.**

11. Darwin quando chegou na ilha de galápagos observou que em cada região da ilha havia tentilhões com o bico diferenciado conforme a imagem a seguir:



Assina a alternativa que explica de acordo com Darwin o motivo da existência da variação no formato do bico:

- a) Na necessidade de viver na ilha, os tentilhões modificaram seus bicos.
- b) **Em cada região da ilha existia um tipo de alimento, assim foram selecionados os tentilhões mais adaptados para se alimentar.**
- c) Por causa das condições ambientais da ilha, os tentilhões sofreram pressões seletivas.
- d) Em cada região da ilha existia um tipo de alimento, e isso fez com que os tentilhões adquirissem características diferentes.

12. Um exemplo clássico de adaptação são as mariposas brancas e pretas na cidade inglesa de Manchester que pousavam no tronco de uma árvore, porém com o passar do tempo, mariposas brancas foram diminuindo e passaram a predominar mariposas pretas que surgiram. Assinale a alternativa que explica o motivo desse acontecimento:
- a) Na necessidade de esconder de predadores, as mariposas ficaram escuras.
  - b) A cor escura do caule transferiu a cor para as mariposas brancas.
  - c) A poluição mudou o genótipo da mariposa fazendo com que ficasse escura.
  - d) **As mariposas brancas conseguiam ser vistas por predadores no tronco escuro e passou a predominar as mariposas escuras.**