

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Biológicas  
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

**OS TRANSGÊNICOS DO DIA A DIA:  
COMO OS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO OS IDENTIFICAM E  
COMPREENDEM**

**TIAGO PRAXEDES SILVA**

**BELO HORIZONTE, DEZEMBRO DE 2020**

**OS TRANSGÊNICOS DO DIA A DIA:  
COMO OS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO OS IDENTIFICAM E  
COMPREENDEM**

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

Área de concentração: Ensino de Biologia  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Mariana T. Quezado de Magalhães

**BELO HORIZONTE, DEZEMBRO DE 2020**

043

Silva, Tiago Praxedes.

Os transgênicos do dia a dia: como os alunos do ensino médio os identificam e compreendem [manuscrito] / Tiago Praxedes Silva. - 2020.

121 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Torquato Quezado de Magalhães.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Biotecnologia. 3. Alimentos Geneticamente Modificados. 4. Aprendizagem Baseada em Problemas. I. Magalhães, Mariana Torquato Quezado de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Biológicas

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -  
PROFBIO

<b>ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE TIAGO PRAXEDES SILVA</b>	<b>Defesa No. 037 entrada 2º/2018</b>
---	---

No dia **14 de dezembro, de 2020, às 10:00 horas**, reuniram-se, remotamente, através da plataforma Zoom, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: **“OS TRANSGÊNICOS DO DIA A DIA: COMO OS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO OS IDENTIFICAM E COMPREENDEM”**, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, a **Dra. Mariana Torquato Quezado de Magalhães**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

<b>PROFESSOR EXAMINADOR</b>	<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>INDICAÇÃO (APROVADO/REPROVADO)</b>
Dra. Mariana Torquato Q. de Magalhães	UFMG	Aprovado
Dra. Carolina A. da Cunha de Azeredo Braga	UFRJ	Aprovado
Dr. Andréa Mara Macedo	UFMG	Aprovado

Pelas indicações, o candidato foi considerado: **APROVADO**

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, ao candidato, que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.



Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Biológicas

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -  
PROFBIO

Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA,  
que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 14 de dezembro de 2020.

Dra. Mariana Torquato Quezado de Magalhães \_\_\_\_\_

*Mariana T. Q. de Magalhães*

Dra. Carolina Alvares da Cunha de Azeredo Braga

*Carolina Alvares da Cunha de Azeredo Braga*

*Carolina Alvares da Cunha de Azeredo Braga*

Dr. Andréa Mara Macedo \_\_\_\_\_

Obs: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador do  
Colegiado local do PROFBIO.

MIGUEL

Assinado de forma  
digital por MIGUEL

JOSE

JOSE

LOPES:026

LOPES:0265087988

2

50879882

Dados: 2020.12.18

09:21:10 -03'00'

Coordenador do PROFBIO UFMG

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

## Dedicatória

Dedico este trabalho a Deus, por ser nosso esteio,  
sustento e força em todos os momentos da existência...  
Dedico a minha família, por ser a base de tudo que sou,  
e em todos os momentos, estarem sempre ao meu lado...  
Dedico aos meus estudantes, por me fazerem todos os  
dias me tornar um profissional melhor...  
Dedico a toda Ciência, pois através dela, o pensar se  
torna inquietante e sempre na busca da melhoria...  
Dedico a todos os movimentos sociais, em especial ao  
movimento negro.  
Dedico à Escola Pública, que desde sempre tem sido  
meu instrumento de trabalho...

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo que tem feito e fará em minha vida. A espiritualidade por estar sempre em meu auxílio, orientação e conselhos na busca da evolução...

A minha família, meu pai Sebastião, minhas irmãs Thamyres e Thamara e, em especial minha mãe Marli, por sempre me apoiarem, acreditarem em mim e serem o meu esteio. A Fabrício por todo apoio, companheirismo e parceria de sempre... Vocês são o maior e melhor tesouro que a vida pode me ofertar... E parafraseando o poeta Vinicius de Moraes: “Eu sem vocês, sou só desamor... um barco sem mar um campo sem flor”... Amo vocês!

A minha orientadora Mariana, por comprar a ideia deste mestrado comigo e pelos ensinamentos proporcionados...

A Janete, minha amiga e por diversas vezes, conselheira.

A Karlinha, pessoa especial que em diversas vezes me ajudou.

Aos amigos e colegas do Profbio de turma e da turma veterana, pelas grandes aprendizagens, momentos e vivências, em especial ao meu grupo, o “Projeto Profbio” (Vil, Debricha, Cris, Camilo e Deiverson), por em diferentes momentos serem mais que amigos, mas irmãos de caminhada!

Aos meus amigos do Dali Tequila e Turma do São Caetano, pelo apoio e carinho de sempre...

Aos amigos da Escola, em especial a direção (Betânia, Graça, Edna, Josy e Dona Maria) por me apoiarem incondicionalmente e a supervisão (Raquel, Gloria, Cristina e Sânia) por me ajudarem sempre e me incentivarem na tarefa.

Aos meus colegas de trabalho da escola, a Comunidade Escolar e em especial aos meus estudantes, que são o real motivo pelo que lutamos todos os dias no processo de educação.

## **Relato Pessoal**

Sou graduado em Ciências Biológicas com Ênfase em Gestão Ambiental, pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) em Betim, MG. Realizei complementação pedagógica em Química. Desde o ano de 2007, leciono as disciplinas de Ciências, Biologia e Química, tendo passado por escolas das redes particular, municipal e estadual. Estou exercendo também, desde o ano de 2015, a função de vice direção em escola pública estadual, atividade que me fez ter contato mais próximo, não apenas com os estudantes, mas também com toda equipe pedagógica e Comunidade Escolar.

Despertei o interesse em lecionar após participações nos projetos de extensão Rondon Minas, Rondon Nacional e Lições da Terra, todos através da Pró-Reitoria de Extensão da PUC Minas.

Desde então, busco alternativas para junto aos alunos/estudantes, realizar um processo de ensino aprendizagem efetivo, e na luta por uma educação pública de qualidade.

Sempre tive o interesse em continuar meus estudos, tendo realizado algumas especializações com o objetivo de melhoria profissional, e em sua grande maioria, voltadas para a área da educação ou políticas públicas. Acredito e defendo a Educação como mecanismo de promoção social e melhoria das condições de vida das pessoas. Sou fruto da escola pública, e tive a oportunidade de estudo no Ensino Superior através de políticas públicas de acesso, com o Programa Universidade para Todos (PROUNI).

Em 2018, tive a oportunidade de ingresso no Mestrado Profissional de Ensino em Biologia (PROFBIO), na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Isso, transformou minha trajetória acadêmica e docente, uma vez que me fez reavaliar e repensar o Ensino de Biologia. Entendo que isso, me possibilitou a oportunidade de ter uma postura mais mediadora junto aos meus estudantes, com foco na sua emancipação e promoção.

A educação muda as pessoas... E as pessoas mudam o mundo!

## Resumo

A Educação, segundo Freire (2003) é o processo constante de criação do conhecimento. Batista e Moraes (2019) definem Educação como “um reflexo da sociedade, do contexto político, histórico e cultural em que está inserida, sendo reformulada de acordo com os interesses da coletividade”. Dentro das discussões em educação, o Ensino de Ciências por Investigação, onde busca-se o protagonismo do aluno na construção do conhecimento e a sua associação ao cotidiano, tem se tornado evidente. No currículo de biologia, a biotecnologia é um tema de destaque, devido a sua influência no dia a dia da sociedade. A exemplo, podemos citar os métodos de PCR, clonagem, terapia gênica, e também seus produtos, como vacinas, alimentos melhorados, desenvolvimento de fármacos entre outros. Um tema dentro da biotecnologia, são alimentos transgênicos. Apesar de estarmos rodeados por produtos transgênicos, a maioria dos estudantes não consegue os perceber e, sequer identificam sua presença ou de outros produtos biotecnológicos em seu cotidiano. Esta pesquisa busca verificar a percepção e o entendimento dos alimentos transgênicos por parte de estudantes do Ensino Médio, por meio de uma sequência didática baseada no Ensino de Ciências por Investigação. Para alcançar o nosso objetivo, utilizamos estratégias que envolvem as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Através da mediação docente com foco na consolidação das habilidades e das competências pelos estudantes sobre o tema, obteve-se como produto final a produção de vídeos de divulgação científica. Nossos resultados demonstram por meio da avaliação dos questionários pré-sequência e pós-sequência didática, que uma parcela significativa dos estudantes conseguiu ampliar os conhecimentos sobre transgênicos e biotecnologia. Os vídeos produzidos pelos estudantes apresentaram um conteúdo científico, com linguagem que abrange ao público em geral, e foram divulgados durante a 1ª Mostra Virtual de Ciências da escola sede do projeto. Ao final, percebemos que sequência didática pode ser aplicada em regime presencial, remoto ou em sistema híbrido, tornando-se assim um instrumento que pode ser utilizado por outros docentes na abordagem do tema.

**Palavras-chaves:** Ensino de Ciências por Investigação; biotecnologia; transgênicos; TDIC; Ensino Médio;

## **ABSTRACT**

Education, according to Freire (2003) is the constant process of knowledge creation. Batista and Moraes (2019) define Education as “a reflection of society, of the political, historical and cultural context in which it is inserted, being reformulated according to the interests of the community”. Within the discussions in education, the Teaching of Science by Research, where the student's role in the construction of knowledge and its association with daily life is sought, has become evident. In the biology curriculum, biotechnology is a prominent topic, due to its influence on the daily life of society. For example, we can mention the methods of PCR, cloning, gene therapy, and also their products, such as vaccines, improved foods, drug development, among others. A topic within biotechnology is GM foods. Although we are surrounded by transgenic products, most students are not able to perceive them and do not even identify their presence or that of other biotechnological products in their daily lives. This research seeks to verify the perception and understanding of transgenic foods by high school students, through a didactic sequence based on Science Teaching by Research. To achieve our goal, we use strategies that involve Digital Information and Communication Technologies (DICT). Through teacher mediation focused on the consolidation of skills and competences by students on the topic, the production of scientific dissemination videos was obtained as a final product. Our results demonstrate through the evaluation of the pre-sequence and post-didactic sequence questionnaires, that a significant portion of the students managed to expand their knowledge about transgenics and biotechnology. The videos produced by the students presented a scientific content, with language that covers the general public, and were disseminated during the 1st Virtual Science Exhibition of the school that hosts the project. At the end, we realized that the didactic sequence can be applied in person, remote or in a hybrid system, thus becoming an instrument that can be used by other teacher looking for addressing the theme.

**KEYWORDS:** Science Teaching by Research; biotechnology; transgenics; TDIC; High school;

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABC – Associação Brasileira de Ciências

ANA – Avaliação Nacional de Alfabetização

BICS - Associação dos Centros de Empresa e Inovação Portugueses

BIDU – Boletim de Informações de Dados Urbanos

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CIB – Conselho de Informações sobre Biotecnologia

CMA – Comissão de Meio Ambiente

CNBS – Conselho Nacional de Biossegurança

COEP UFMG – Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais

CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

DNA – Ácido Desoxorribonucleico

*E. coli* – *Escherichia coli*

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FID – Federação Internacional de Diabetes

IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IDEB\* - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica de Minas Gerais

MEC – Ministério da Educação

OGM – Organismos Geneticamente Modificados

OMG – Organismos Melhorados Geneticamente

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNB – Política Nacional de Biossegurança

PET – Plano de Estudos Orientados

PROUNI – Programa Universidade Para Todos

PUC Minas – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

rDNA – DNA recombinante

RNA – Ácido Ribonucléico

RNAm – RNA mensageiro

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

SEE-MG – Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais

SD – Sequência Didática

SIMAVE – Sistema Mineiro de Avaliação Escolar

TA – Termo de Assentimento

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

THG – Transferência Horizontal de Genes

TCSA – Tecnologia, Ciência, Sociedade e Ambiente

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

USP – Universidade de São Paulo

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Infográfico transgênicos na agricultura.....	19
Figura 2 - História da descoberta da biotecnologia..	21
Figura 3 - Produção de Insulina Humana.....	24
Figura 4 – Figura Adaptada. Bradicinina. ....	25
Figura 5 - Transgênicos nos EUA.....	28
Figura 6 - Gráfico culturas transgênicas no Brasil. ....	29
Figura 7 - Países com maior área plantada de plantas transgênicas.....	30
Figura 8 - Símbolo dos transgênicos.....	35
Figura 9 - Tomate .....	38
<i>Figura 10 - Laranja Bahia.</i> .....	39
Figura 11 - Definição de biotecnologia.....	50
Figura 12 - Percepção da Influência da biotecnologia no cotidiano.....	53
Figura 13 - <i>Percepção de áreas influenciadas pela biotecnologia no cotidiano.</i> .....	54
Figura 14 - Apresenta a visão sobre a influência da biotecnologia no cotidiano. .....	56
Figura 15 - Levantamento conhecimento sobre os transgênicos.....	58
Figura 16 - Definição dos participantes sobre o conceito de transgênicos.....	59
Figura 17 - Percepção dos transgênicos na dieta alimentar.....	61
Figura 18 - Simbologia dos transgênicos.. ....	62
Figura 19 - Levantamento sobre a percepção do consumo de transgênicos... ..	63
Figura 20 - Levantamento da percepção em relação a função dos transgênicos.. ....	64
Figura 21 - Levantamento da percepção sobre o conceito de Melhoramento Genético.....	66
Figura 22 - Respostas dos estudantes sobre o conceito de biotecnologia.....	68
Figura 23 - Percepção da Influência da biotecnologia no cotidiano.....	69
Figura 24 - Apontamentos pelos estudantes de áreas correlacionadas a biotecnologia.. ....	71
Figura 25 - Definição de transgênicos.....	72
Figura 26 - Entendimento do conceito de transgênico.....	73
Figura 27 - Visão dos estudantes em relação ao impacto dos transgênicos... ..	74
Figura 28 - Percepção dos estudantes em relação a frequência dos transgênicos.. ....	75
Figura 29 - Situações em que os estudantes identificam os transgênicos.....	76
Figura 30 - Visão dos estudantes em relação ao símbolo dos transgênicos.. ..	77
Figura 31 - Entendimento dos estudantes por Organismos Melhorados Geneticamente.....	78
Figura 32 - Associação entre transgênicos e OMG.....	79
Figura 33 - Imagem de salgadinho industrializado com componente transgênico. ....	82

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 A Importância do Ensino de Ciências.....	12
1.2 Biotecnologia.....	17
1.3 Os Transgênicos e os Organismos Melhorados Geneticamente.....	26
1.4 Simbologia dos transgênicos.....	35
1.5 Organismos Melhorados Geneticamente.....	36
<b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>39</b>
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>41</b>
3.1 Objetivo Geral.....	41
3.2 Objetivos Específicos.....	41
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>42</b>
<b>4.1. Metodologia</b> .....	<b>43</b>
4.1.1 Construção da Sequência Didática.....	44
4.1.2 Atividade Diagnóstica com estudantes – Aplicação Questionário Pré-Sequência Didática.....	45
4.1.3 Aplicação e desenvolvimento da Sequência Didática.....	46
4.1.4 Aplicação e Consolidação dos Dados – Aplicação Questionário Pós-Sequência Didática.....	47
4.1.5 Análise dos produtos obtidos e avaliação da Sequência Didática.....	48
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
5.1 Questionário pré-sequência didática e questionário intermediário....	49
<b>6 PERSPECTIVAS FUTURAS</b> .....	<b>86</b>
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	<b>87</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>90</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>98</b>
<b>ANEXO I</b> .....	<b>98</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>105</b>
<b>APÊNDICE I</b> .....	<b>105</b>
<b>APÊNDICE II</b> .....	<b>109</b>
<b>APÊNDICE III</b> .....	<b>112</b>
<b>APÊNDICE IV</b> .....	<b>116</b>
<b>APÊNDICE V</b> .....	<b>118</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 A Importância do Ensino de Ciências

O conceito de Ensino segundo Freire (1996) defende a ideia que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. Sob o olhar de Freire, o Ensino torna-se uma ferramenta valiosa para se discutir, validar e/ou refutar diferentes tipos de conceitos, ações, atitudes e visões da população em relação a temas diversos, construídos a partir das vivências do indivíduo. Segundo Spohr (2006) Ensino pode ser definido como a instrução que se dirige ao intelecto e o enriquece. Entendemos a partir desta linha de pensamento que ensinar está relacionado a consolidação e desenvolvimento de habilidades e competências nos indivíduos. Freire (1996) nos traz a reflexão que dar significância, através da atrelação do conhecimento teórico à realidade (as informações) para nossos estudantes, pode permitir a criação de métodos de aprendizagem, onde através da mediação do docente, estes métodos permitam ampliar os conhecimentos dos estudantes.

Podemos encontrar em alguns referenciais de pesquisa a vinculação entre os conceitos de Ensino e Aprendizagem, o que é passível de discussão. Kubo e Botomé (2001), apontam que raramente é entendido que estas palavras referem-se a um “processo” e não a “coisas estáticas” ou fixas. Os autores também abordam em sua discussão que se tratam de conceitos em que não existe uma definição teórica capaz de abarcar toda dimensão desses conceitos. Para os autores, Ensino seria uma situação consequente da ação do professor (chamada classe de resposta pelos autores). Aprendizagem, por sua vez, pode ser entendida como a aquisição, sedimentação de conhecimentos durante um determinado processo, ou seja, “o que aluno conseguirá fazer com seu meio é o que evidenciará a ocorrência de aprendizagem” (KUBO e BOTOMÉ, 2001). Nesse mesmo sentido, Moran (2007), afirma que é importante que ensino e aprendizagem estejam em constante transformação, não podendo ser engessados ou baseadas em um único ponto de vista, sempre considerando as necessidades e particularidades de cada indivíduo.

Dentro desta perspectiva, propostas que tratem do processo de ensino e do processo de aprendizagem devem ser discutidas e propostas em todos os seguimentos educacionais. Elas também fazem-se necessárias no ensino de ciências,

que por muito tempo, foi encarado como uma mera demonstração de experimentos e cumprimento de roteiros práticos, elaborados pelos professores, e seguidos rigorosamente pelos estudantes. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN),

“Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, determinar classificações ou identificar símbolos. Significa: saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado”. (MEC, 2001, p.9)

Essa proposta defendida pelos PCN de Ciências da Natureza, aponta um caminho “do quê” se ensinar em ciências, orientando o planejamento docente. À luz deste documento, observamos a sugestão para abordagem dos temas pelo professor com foco em conteúdos e conhecimentos que estejam associados ao cotidiano do aluno. A proposta é que, com esse formato de currículo e abordagem, o aluno torne-se capaz de identificar a temática trabalhada, inferir hipóteses e, de modo crítico, propor ações ou apontar questões que os leve a consolidação das competências referentes à temática.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC), por definição do próprio Ministério da Educação (MEC) é um documento de caráter normativo que tem a função de definir o “conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (MEC, 2018). A BNCC dividiu os conteúdos em áreas do conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias e Ciências da Natureza e suas Tecnologias. No Ensino Fundamental, existe a quinta área: O ensino religioso. As disciplinas de biologia e ciências, são contempladas pela área de Ciências da Natureza.

A implementação no Ensino Fundamental aconteceu ao longo do ano do ano de 2019 e a implementação no Ensino Médio deveria ter iniciado ao longo do ano de 2020, o que não ocorreu devido a pandemia de COVID-19. As portarias nº 343, de 17 de março de 2020, nº 345, de 19 de março de 2020, nº 473, de 12 de maio de 2020 e posteriormente a nº 544, de 16 de junho de 2020, durante este período pandêmico,

suspenderam as atividades presenciais nas escolas em todo o país, e autorizaram a adaptação às atividades escolares da educação básica e superior, de um modelo presencial para o ensino remoto. O estado de Minas Gerais, por meio da Secretaria de Estado de Educação (SEE-MG), baseando-se na BNCC, criou o Currículo Minas Gerais, que pretende ser a referência para o sistema educacional mineiro. Este documento já encontra-se consolidado para o Ensino Fundamental e em fase de regulamentação para o Ensino Médio.

Dentro da BNCC, uma das competências específicas propostas para serem trabalhadas pela área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, ao longo do Ensino Médio, é:

“Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)” (MEC, 2018).

Essa competência corrobora com a linha de pensamento e a visão de um ensino de ciências pautado na promoção e ampliação do protagonismo do aluno, onde ele seja capaz de identificar, observar, hipotetizar e descrever os fenômenos químicos, físicos e biológicos que ocorrem em seu cotidiano.

Uma das linhas de pensamento existentes para o ensino de ciências é aquela que defende a importância de significação e associação das ciências aos eventos do mundo atual e à realidade, através da criação de um ambiente investigativo (CARVALHO, 2013). Segundo a autora, o professor deve mediar os estudantes no processo simplificado do trabalho científico, ou seja, o ensino de ciências por investigação. Dessa forma, espera-se que o nosso estudante consiga gradativamente adquirir cada vez mais bagagem, e conseqüentemente promova uma ampliação na sua cultura científica.

Além da prática da significação dos conteúdos para o desenvolvimento de habilidades e competências por parte dos discentes, outro aspecto que vem sendo debatido no campo do ensino de ciências é o conceito de “alfabetização biológica” (BIOLOGICAL SCIENCE CURRICULUM STUDY, 1993). Entende-se por

alfabetização biológica os conhecimentos que as populações devem minimamente possuir para conviver nas sociedades atuais (KRASILCHILCK, 2008). Entendemos que a união destas duas linhas de pensamento pode favorecer a concepção de instrumentos que possibilitem aos estudantes através da mediação dos professores, a alcançarem de maneira serena e menos abrupta, por meio de um ensino pautado em um conceito investigativo, a possibilidade de aprendizagem.

De acordo com Krasilchilk (2008), a escola como ambiente de discussão e formação, deveria analisar seu contexto e condição em consonância com os anseios e o perfil da comunidade, para alcançar o objetivo de melhoria no ensino de ciências. Entende-se que conseguir identificar as especificidades e adequá-las de maneira a atender o currículo, gera a necessidade de se utilizar diferentes estratégias, como por exemplo a abordagem investigativa.

Outro aspecto a ser considerado no ensino de ciências é a dificuldade dos estudantes em associar os temas tratados em biologia com o seu cotidiano (SANTOS, 2007). Um exemplo disso é a importância do processo realizado pelas bactérias e fungos na ciclagem dos nutrientes, através da decomposição da matéria orgânica. Por diversas vezes, essa situação não consegue ser associada pelos estudantes e a população em geral ao apodrecimento de alimentos, ou ao bolor presente em pães esquecidos no armário sob presença de umidade.

Santos (2007) também argumenta que, por diversas vezes, o conteúdo de biologia é visto pelos estudantes como a “decoreba” de informações e aos inúmeros “termos difíceis”. Cabe aqui fazer uma distinção: Informação e Conhecimento. Informação, segundo Xavier e Costa (2010), pode ser entendida como “significado transmitido a um ser consciente e que tem uma característica sociocognitiva”, ou seja, refere-se a um conceito, nota ou informe que é apresentado a um indivíduo, dentro de determinado contexto. Por sua vez, o Conhecimento, segundo os autores, ocorre “na individualidade do indivíduo, através da manipulação de sua sensibilidade e percepção no trato com a informação”, ou seja, passa pela apropriação do indivíduo, do conceito oferecido a ele. Assim, entendemos que, para uma aprendizagem significativa, o aluno deve adquirir conhecimento, e o ensino de ciências por investigação, oferece condições para que isto ocorra. Nesse processo, o professor tem papel fundamental, haja vista que ele atua como o mediador do conhecimento, auxiliando os estudantes na organização das informações e induzindo a formulação de hipóteses e perguntas.

Krasilchick (2008), entende que o ensino de biologia deve promover o aluno como protagonista do processo de ensino por meio de metodologias ativas. Nestas abordagens, o discente é estimulado a ser mais independente no pensar, assim como passar a ser o indivíduo responsável pelo seu aprendizado (MIRANDA, 2017). Colocar o estudante como o principal responsável pelo seu processo de aprendizagem transforma-o de agente passivo para agente ativo, e o torna peça central em sua formação, sendo responsável pela construção do conhecimento. Este tipo de ação é uma das ferramentas para valorização e fomento do processo educativo pautado no compromisso de uma educação de qualidade (CRUZ, 2008) .

No ensino de ciências por investigação, segundo Nunes (2019), o professor deve ter uma postura metodológica que promova o questionamento, o planejamento, a escolha de evidências e explicações pautadas em dados e na comunicação. Esta forma de ensino é uma visão distinta do ensino tradicional, no qual o discente é visto como uma tábula rasa, sem conhecimento, que deve ser preenchida pelo professor. Neste caso, o aluno era visto um agente passivo, sem posicionamento, que participa do processo apenas como ouvinte, sem poder de opinião ou ação direta e efetiva no processo. Entretanto, no ensino de ciências por investigação, o aluno é colocado como parte essencial do programa de ensino, são considerados seus conhecimentos prévios e suas habilidades já consolidadas anteriores ao conteúdo ou à atividade proposta. O aluno tem papel ativo e efetivo na construção do conhecimento. Fernandes, Pires e Iglesias (2018), afirmam que o ensino de ciências por investigação, a partir dos anos 2000, passou a ser considerado uma alternativa facilitadora de divulgação e fomento ao desenvolvimento de competências e relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Assim, entendemos que a importância do ensino de ciências por investigação está nas oportunidades que promove ao aluno ao longo do processo. Apontamos, por exemplo, a possibilidade de uma forma mais facilitada para o entendimento de conceitos de científicos, de modo sistêmico, associando a sua realidade e dessa forma, tornando o aprendizado significativo.

Segundo Sasseron e Carvalho (2008), a proposta do Ensino de Ciências por Investigação,

“é muito simples - queremos criar um ambiente investigativo em salas de aulas de Ciências de tal forma que podemos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científicas para que possam gradativamente ir

ampliando a sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica”. (SASSERON e CARVALHO, vol. 13, pag. 333)

Sob o entendimento de Sasseron e Carvalho (2007), podemos entender que o ensino de ciências busca, através de forma simplificada e bem realista, sedimentar os conhecimentos científicos que estejam em construção ou consolidação nos estudantes. Ocorre de forma sistêmica, onde após cada etapa vencida, espera-se alcançar o objetivo de ampliar estes conhecimentos. Ele baseia-se na inserção de situações e processos que conduzam os estudantes a a significação e associação junto ao seu modo de vida e visa formar bases sólidas de competências adquiridas.

Ressaltamos que, todas as ações desenvolvidas ao longo deste trabalho pautam-se na perspectiva de utilizar o ensino de ciências por investigação. No próximo tópico, introduziremos a temática que engloba o conteúdo teórico a ser abordado nesta prática investigativa: a biotecnologia.

## **1.2 Biotecnologia**

A biotecnologia, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2020) define-se como um ramo da ciência que aplica os conceitos de engenharia genética para a geração de novos produtos na agricultura, nos processos industriais ou na medicina. Borém e Santos (2001), relatam que, mesmo antes do homem compreender o campo de atuação da biologia, já se utilizava de técnicas biotecnológicas. Bruno, Horn e Landgraff (2014) citam que a origem da biotecnologia data de aproximadamente 10.000 anos atrás. O ser humano já lidava com a biotecnologia por meio da produção de vinhos e pães, por exemplo. Sumérios e babilônios em 6.000 a.C já dominavam a produção de bebidas alcoólicas pela fermentação de cereais e, por volta de 2.000 a.C., os egípcios já utilizavam o fermento para produzir cerveja, empregando o processo também na fabricação de pães. Dessa forma, hoje devido a diversificação e aprofundamento de técnicas e conhecimentos nessa área do conhecimento, segundo Malajovich (2016) a biotecnologia gera diferentes produtos e processos biotecnológicos que fazem parte de nosso dia a dia, trazendo oportunidades de emprego e investimentos.

A seguir, apresentamos um infográfico, desenvolvido pela ChileBIO CropLife, uma associação de empresas que trabalham com biotecnologia agrícola (figura 1). Verificamos a linha histórica de alguns acontecimentos que contribuíram para a consolidação de técnicas e processos importantes para o setor agrícola. Observamos que, desde a antiguidade, o ser humano realiza técnicas relacionadas a biotecnologia, mesmo sem saber, como demonstrado no infográfico no procedimento realizado pelos primeiros agricultores em armazenar sementes para o plantio no ano subsequente a colheita. Podemos destacar também os primeiros estudos relacionados a genética, desenvolvidos por Gregor Mendel, no ano de 1866, que permitiram o desenvolvimento da área de Genética.

Podemos analisar também avanço em termos de celeridade no desenvolvimento de produtos biotecnológicos e de suas respectivas aprovações por parte dos órgãos e instituições, a partir da década de 80, até os anos 2000. Isso ocorre, concomitantemente ao desenvolvimento de novas técnicas de engenharia genética e biologia molecular que, associadas aos conhecimentos acumulados ao longo da história, permitiram, por exemplo, um aumento expressivo em áreas plantadas e na variedade de produtos transgênicos e organismos modificados geneticamente.

Dessa forma, a partir da análise desse infográfico, visualizamos, dentro do setor agrícola, uma série de avanços processuais, de técnicas e de produtos desenvolvidos por meio do estudo e do fomento da biotecnologia.

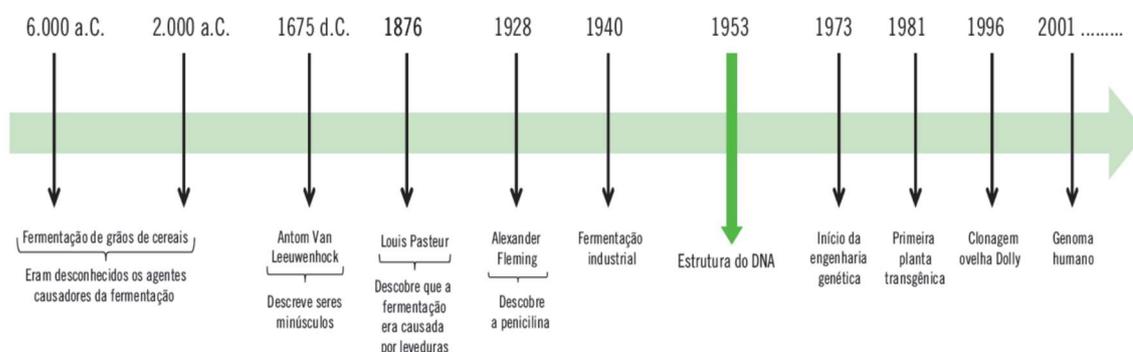
Figura 1- Infográfico transgênicos na agricultura. Observamos alguns acontecimentos importantes no histórico do desenvolvimento da biotecnologia atrelada ao campo da agricultura. Destaca-se a celeridade dos acontecimentos, a partir da década de 80 até os anos 2000.



Segundo Silveira, Borges e Buainain (2005), a biotecnologia moderna, desde a década de 70 vem demonstrando-se como uma área do conhecimento de destaque no cenário acadêmico, área industrial, saúde pública, agricultura e entre diversos outros segmentos do mundo contemporâneo. Com diferentes recursos, ela demonstra-se no cenário tecnológico como um componente que pode solucionar ou auxiliar na resolução de diferentes questões da sociedade atual (VICTORINO,2000). Podemos apontar diferentes áreas e situações em que a biotecnologia possui influência: na solução de demandas nas áreas da saúde, agronegócio, meio ambiente, indústria de base e em outros setores, através do desenvolvimento de produtos diversificados, com técnicas relacionadas a utilização de organismos vivos.

Em continuidade aos eventos e acontecimentos relacionados à linha temporal da biotecnologia, Bruno, Horn e Landgraff (2014) destacam a importância da fermentação entre 1910 e 1940. Esse processo impulsionou a indústria bélica neste período, tendo impacto nas grandes guerras mundiais, através ao desenvolvimento de produtos que eram utilizados na produção de explosivos. A descoberta da Penicilina por Alexandre Flemming em 1928, é também outro exemplo de um produto biotecnológico que revolucionou a medicina do século XX, pois possibilitou um tratamento mais adequado para infecções de origem bacteriana. Destacam-se também nessa linha do tempo, eventos que passam pela descoberta do DNA por Miescher em 1869 até a determinação de sua estrutura por Watson e Crick, em 1953. Dessa forma, esse período permitiu que ocorresse o desenvolvimento de diversas técnicas em biotecnologia, culminando no nascimento da engenharia genética em 1973. O desenvolvimento de técnicas de engenharia genética possibilitou a criação dos transgênicos em 1981. Em 1996, o primeiro animal foi clonado, através de uma técnica de engenharia genética, que também possibilitou o sequenciamento do genoma humano, outro marco da biotecnologia moderna (figura 2).

*Figura 2* - História da descoberta da biotecnologia. A linha temporal descreve alguns processos biotecnológicos de 6000 a.C., até os anos 2000, com fatos iniciando com a fermentação de grãos cereais, culminando em 2001 com o sequenciamento do genoma humano.



Fonte: Adaptado do livro. Introdução a biotecnologia.

Durante o século XX, como demonstrado, a biotecnologia obteve avanços em áreas distintas, influenciando a vida da sociedade de maneira geral, através de ações e produtos nas áreas da agricultura, transportes, saúde, meio ambiente entre outros. Malajovich (2006) nos aponta, como um dos exemplos desta influência, o estudo das doenças que resultam da interação de fatores genéticos e ambientais, em que os avanços tecnológicos recentes foram responsáveis pela abertura desse caminho de estudo. Almeida, Borém e Franco (2004) afirmam que a biotecnologia, nas décadas de 80 e 90, obteve uma expansão, tanto no que tange os conhecimentos, quanto no desenvolvimento de novas práticas metodológicas, seguindo atualmente múltiplas vertentes de atuação (ambiental, saúde, desenvolvimento de fármacos, etc...) que são frequentemente complementares e interativas.

Se analisarmos e observarmos uma série de produtos e processos que convivemos e/ou utilizamos todos os dias em nossas vidas, veremos direta ou indiretamente a aplicação da biotecnologia (BRUNO, HORN e LANDGRAFF, 2014).

Almeida, Borém e Franco (2004), definem a biotecnologia como um somatório de forças entre diferentes instrumentos, que realizam a aplicação do conhecimento biológico sobre outras áreas do conhecimento. Isso ocorre através da utilização de recursos biológicos atrelados a recursos de outras áreas como a química, engenharia, agronomia, saúde, que conseguem se traduzir em ações de benefícios a sociedade.

A Associação dos Centros de Empresa e Inovação Portugueses (BICS), utilizam a seguinte definição para biotecnologia:

“(…)é a ciência que faz uso de organismos vivos ou parte deles para a produção de bens e serviços. Nesta definição enquadra-se um conjunto de atividades que o homem vem desenvolvendo há milhares de anos, como a produção de alimentos fermentados (pão, vinho, iogurte, cerveja, entre outros). Por outro lado, a biotecnologia moderna é a que utiliza a informação genética, integrando técnicas de ADN recombinante”. (BICS, 2013).

Neste enredo histórico, a BICS (2013), traz a discussão que a biotecnologia desenvolveu-se “a partir de mecanismos de tentativa e erro e “afinados” desde o século XIX com diversas técnicas (em consonância com o desenvolvimento da química)”. Aponta que o mesmo ocorreu com produtos como os diferentes tipos de vacinas, os medicamentos de origem biológica, os organismos melhorados geneticamente (OMG), entre outros.

Bruno, Horn e Landgraff (2014) trazem a definição de biotecnologia como sendo “uma área extremamente ampla, aplicada, e que se utiliza de conhecimentos de diferentes campos, resultando em uma combinação de ciência e tecnologia”. Sob esta ótica, podemos entender a biotecnologia como sendo formada pela “interceção de diferentes áreas do conhecimento”, que visam a busca de soluções e/ou mitigação de problemas de interesse e relevância sociais, contribuindo assim para o avanço da ciência e melhoria da qualidade de vida da sociedade (BRUNO, HORN e LANDGRAFF, 2014).

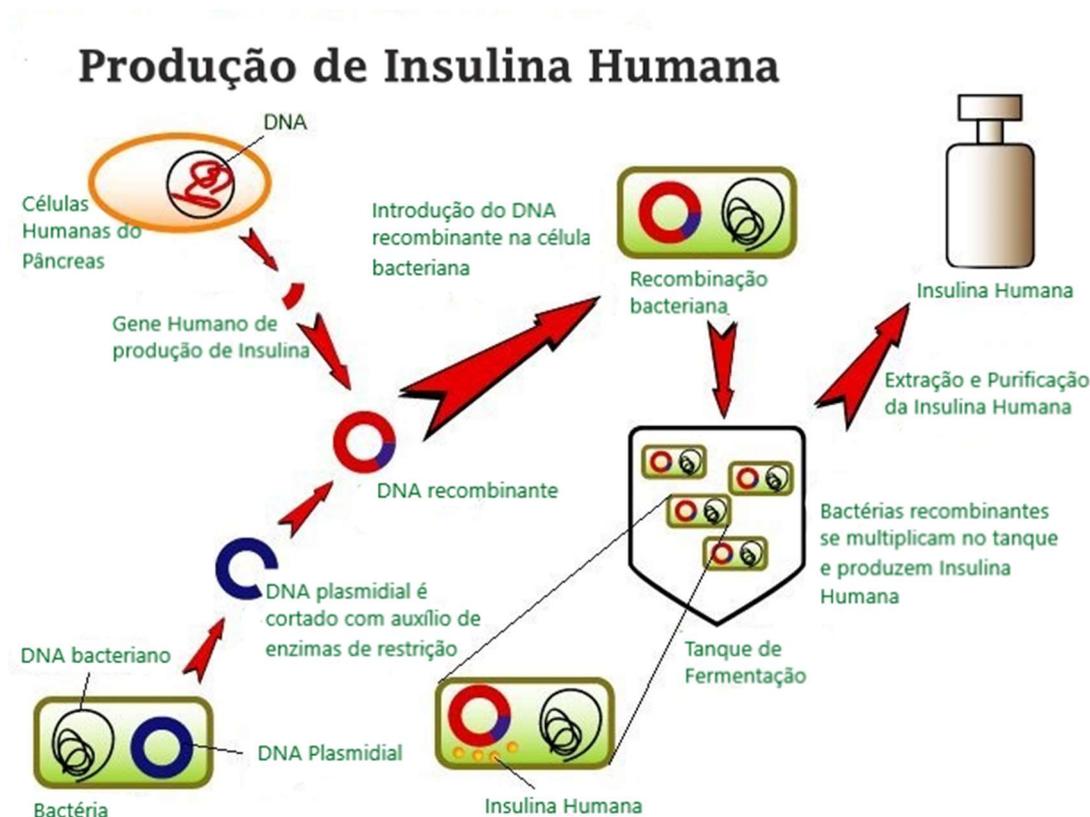
Segundo Vialta (2016), do Conselho de Informações sobre biotecnologia (CIB), a biotecnologia pode ser entendida como “um conjunto de técnicas que envolvem a manipulação de organismos vivos para modificação de produtos”. Como nos apontam Borém e Santos (2001), a utilização e a forma que estes organismos vivos são manipulados, geram uma diversidade de recursos e produtos a partir da biotecnologia: organismos geneticamente modificados (OGM), vacinas de DNA, monitoramento de espécies ambientais, desenvolvimento de combustíveis renováveis, desenvolvimento de novos produtos nos setores industriais, transgênicos, terapia gênica, entre outros. Como já citado, a influência da biotecnologia sobre o nosso cotidiano se faz presente, por exemplo, através de produtos como a insulina recombinante humana (produzida a partir das bactérias *Escherichia coli* ou *E. coli*), produção de biocombustíveis (Etanol, Biodiesel), alimentos probióticos e prébióticos, alimentos melhorados geneticamente e nos transgênicos. No campo da saúde, o uso de técnicas de engenharia genética

possibilitou a produção de fármacos e produtos que auxiliaram no combate a diversas doenças, comorbidades e/ou desvios de metabolismo, tanto na medicina humana como na veterinária e na agrícola. Destacamos nesse aspecto a produção da insulina humana, com destaque especial para um cientista brasileiro, professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG): Professor Doutor Marcos Luiz dos Mares Guia.

Como apontado pela Associação Brasileira de Ciências (ABC), Mares Guia era médico por formação, mas optou pelo desenvolvimento de sua trajetória na pesquisa. Em 1967, junto ao professor Carlos Ribeiro Diniz e em parceria com outros pesquisadores, criou o curso de pós-graduação em Bioquímica no Instituto de Ciências Biológicas da UFMG (ICB-UFMG), o Mestrado em Bioquímica. No ano de 1971, participou da criação da Biobrás, 1º indústria de produção de enzimas a nível nacional, um avanço para o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil que promoveu um grande passo para nosso país se tornar um dos principais centros produtores de insulina humana. Após diversas pesquisas e ensaios laboratoriais, no ano de 1990, o professor Mares Guia conseguiu, a partir da tecnologia do DNA recombinante, produzir a insulina humana recombinante, com a utilização de bactérias *Escherichia coli* (*E. coli*).

A *E. coli* é uma bactéria que através do uso da tecnologia do DNA recombinante (rDNA), pode ter seu material genético alterado, sendo possível a expressão de proteínas humanas heterólogas que codificam a insulina. Com isso, este microrganismo passa a ter a capacidade de produzir a insulina humana (figura 3), possibilitando uma nova forma de produção deste importante produto para as pessoas que sofrem da *Diabete Melitus II*, com redução nos custos de produção e ampliação do volume de insulina sintetizado a nível mundial. Outro ponto a ser destacado como positivo para esta técnica, é que ela reduz a rejeição por parte dos pacientes. Portanto, a “insulina artificial ou recombinante foi o primeiro produto da tecnologia do rDNA comercializado mundialmente” (LOPES, *et al*, 2012).

Figura 3 - Produção de Insulina Humana. O esquema representa o processo de produção da insulina humana através da bactéria recombinante *E. coli*, representada as etapas de inserção do gene no plasmídeo bacteriano, e a replicação da bactéria recombinante, seguida pelo processo de extração e purificação. - Figura adaptada.



Fonte: Adaptado de <https://tinyurl.com/y4rmjgcc>

A Academia Brasileira de Ciências (ABC), nos destaca que graças à inovação produzida pelo professor Mares Guia, a produção de insulina tornou-se mais segura e rápida (30 dias no processo da *E. coli* recombinante, contra 90 dias do método tradicional) e colocou a ciência brasileira na vanguarda das descobertas científicas. A ABC também considera o aspecto social, econômico e ambiental na produção da insulina humana através da técnica de rDNA a nível mundial. Isso diminuiu a utilização de animais (porcos e bois) para extração da insulina similar, barateou o processo de produção e trouxe um impacto benéfico sobre a população que faz uso deste medicamento.

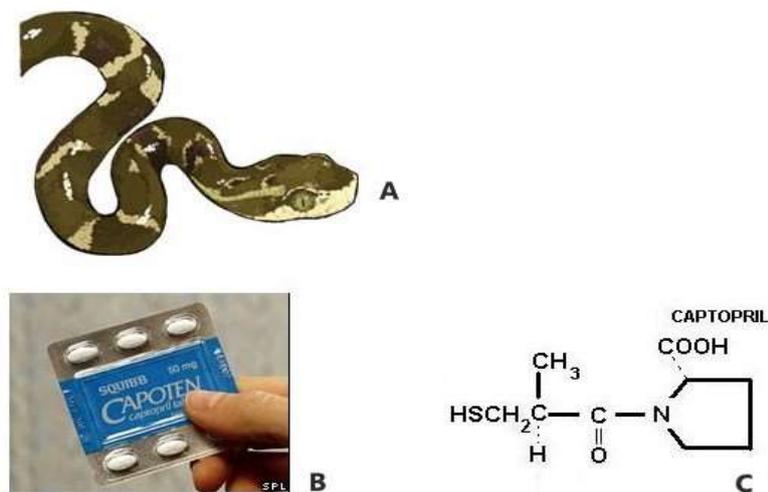
Para se ter ideia do impacto disso, a Federação Internacional de Diabetes (FID) calcula que, no ano de 2019, existiam cerca de 463 milhões de adultos com diabetes em todo o mundo. A FID ainda especula que:

“(…) - A previsão é que o número total de pessoas com diabetes aumente para 578 milhões em 2030 e para 700 milhões em 2045.

- 374 milhões de adultos têm intolerância à glicose, colocando-os em alto risco de desenvolver diabetes tipo 2”. (FID, 2019).

Além do feito do professor Mares Guia, podemos elencar outro produto biotecnológico, de origem nacional: o isolamento da Bradicinina, em 1947, pelos professores Maurício Rocha e Silva, da Universidade de São Paulo (USP), Wilson Teixeira Beraldo – seu assistente formado em Medicina pela então Universidade de Minas Gerais (UMG – atual UFMG) e Gastão Rosenfeld, egresso do Instituto Butantã. Essa substância extraída do veneno da serpente jararaca (*Bothrops jararaca*), deu origem a um dos medicamentos de controle de pressão arterial mais utilizados na atualidade, o Captopril e todos os seus derivados (figura 4). Isso possibilitou também a síntese química do composto, pelo laboratório Bristol-Myers Squibb, e é vendido nas farmácias em sua forma opticamente pura (COELHO, 2001).

*Figura 4 – Figura Adaptada. Bradicinina - A extração desta substância permitiu a fabricação de mais um medicamento utilizado no combate a hipertensão arterial. Legenda: A – serpente Jararaca, a qual foi extraída a Bradicinina; B – Captopril, remédio fabricado a partir da Bradicinina; C – Fórmula química do Captopril.*



www.cardiopapers.com.br

Fonte: <https://tinyurl.com/yy7c96x5>

Dessa forma, a biotecnologia em seus diferentes aspectos, podem ser abordados junto aos estudantes do Ensino Médio. Este é um dos objetivos deste trabalho: demonstrar aos estudantes o impacto dos produtos biotecnológicos e das

ações científicas no nosso cotidiano por meio do ensino investigativo.

Mas como já citado, os estudantes não conseguem compreender no cotidiano as situações e produtos frutos da biotecnologia, muitas vezes com uma visão distanciada e/ou deturpada. As atividades e práticas que visam mitigar este fato e diminuir as lacunas entre o conhecimento científico e a sociedade são essenciais para que ocorra a construção de uma visão crítica em relação ao ensino de ciências. Estas atividades, baseadas em demandas reais, sempre através da mediação de situações concretas, espera-se que conduzam os estudantes na consolidação de habilidades e competências, através de cenários de significância na vida dos estudantes.

Dessa forma, a proposta dessa pesquisa é focar em um dos produtos biotecnológicos que, nos últimos anos, vem se destacando nos cenários ambiental, social, político e econômico: os alimentos transgênicos. Pretendemos mediar junto aos estudantes os conceitos de transgênicos, por meio dos produtos presentes no cotidiano e buscar a visão de como os estudantes definem os transgênicos, os compreendem e como estão difundidos no ambiente escolar. Para melhor contextualização de referencial teórico, devemos diferenciar dois grandes grupos que, comumente são confundidos: organismos melhorados geneticamente (OMG) e transgênicos, que analisaremos no tópico a seguir.

### **1.3 Os Transgênicos e os Organismos Melhorados Geneticamente**

Os transgênicos são por vezes, confundidos com os organismos melhorados geneticamente (OMG). Colaborando com essa informação, Lourenço (2013), realizou uma pesquisa com estudantes de uma escola estadual em Diamantina, MG, com o intuito de verificar o entendimento dos transgênicos por parte dos estudantes. Ambos os conceitos, são abordados dentro da área do conhecimento da biotecnologia. Como verificado pela autora, é importante se desfazer esta associação errônea, que faz com que a população em geral promova a consolidação das competências referentes a essa temática de maneira incorreta.

Os transgênicos, segundo a definição da EMBRAPA, são organismos que recebem um gene de outro organismo (outra espécie), descrito como doador. Esta alteração no seu genoma permite que o mesmo adquira uma nova característica

genica ou fenotípica (EMBRAPA, 2020). Assim, um organismo ou produto para ser considerado transgênico deve receber obrigatoriamente, por meio de uma técnica de manipulação gênica, a inserção de um gene de organismo exógeno (KASVI, 2017). Borem e Santos (2001) trazem exemplos da adoção dos transgênicos como recurso para a sociedade: na agricultura, através das primeiras variedades transgênicas de plantas, como a soja tolerante ao glifosato, conseguiram trazer benefícios na melhora do controle de plantas daninhas nas plantações. Em contrapartida, a adoção desse tipo de cultura traz pontos negativos, como nos aponta Londres (2012): 77% dos transgênicos cultivados atualmente no Brasil apresentam, como diferencial, a característica de serem resistentes a herbicidas (agrotóxicos que matam mato), o que pode incentivar ao uso indiscriminado desses produtos. Outro ponto levantado pela autora é a questão do Cartel que pode ocorrer, pois as indústrias produtoras das sementes transgênicas são em geral, produtoras de herbicidas. Mas não aprofundaremos nessa discussão, pois o foco dessa pesquisa é o tecnológico.

Um OGM pode ser obtido por qualquer técnica de engenharia genética, e todo transgênico “é um OGM, mas nem todo OGM é um transgênico” (ALMEIDA, BOREM E FRANCO, 2004). A Lei Federal nº 11.105, de 24 de março de 2005, no artigo 3º, inciso V preconiza como “organismo geneticamente modificado - OGM: organismo cujo material genético – ADN/ARN tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética” (BRASIL, 2005);). A Lei Federal nº 11.105, nos artigos 16º, 17º e 18º, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados (OGM) e seus derivados. Ela também criou o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), reestruturou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e dispôs sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB).

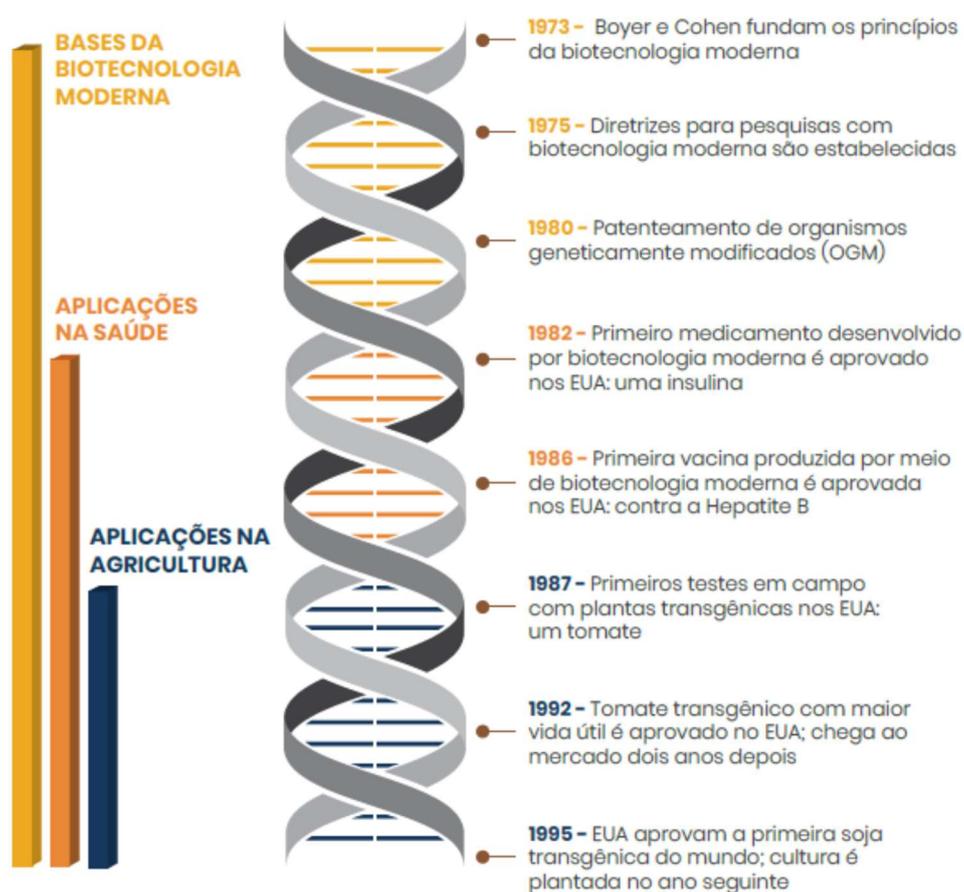
O primeiro transgênico foi produzido no ano de 1983, nos Estados Unidos da América (EUA), onde foi desenvolvida uma variedade de tabaco resistente a antibióticos. A partir desta ação, o desenvolvimento de organismos transgênicos e produtos não mais parou (figura 5). O Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB) no manual “20 anos de transgênicos: benefícios ambientais, econômicos e sociais no Brasil”, nos esclarece que:

“Os Pioneiros na adoção da transgenia, os Estados Unidos, em 1994, plantaram e comercializaram uma variedade transgênica de tomate que apresentava como característica

adicional uma vida útil mais longa. O produto saiu do mercado pouco tempo depois. Dois anos após, em 1996, a soja transgênica tolerante a herbicida chegou aos campos norte-americanos e consolidou, definitivamente, essa tecnologia na agricultura” (CIB, pág. 7, 2018).

Figura 5 - Transgênicos nos EUA. Linha temporal que contextualiza o desenvolvimento dos transgênicos nos EUA. Em 1973 são fundados os princípios da biotecnologia moderna, e em 1995, 22 anos depois, é a provada a primeira cultivar transgênica de soja.

### Breve história da biotecnologia moderna nos EUA



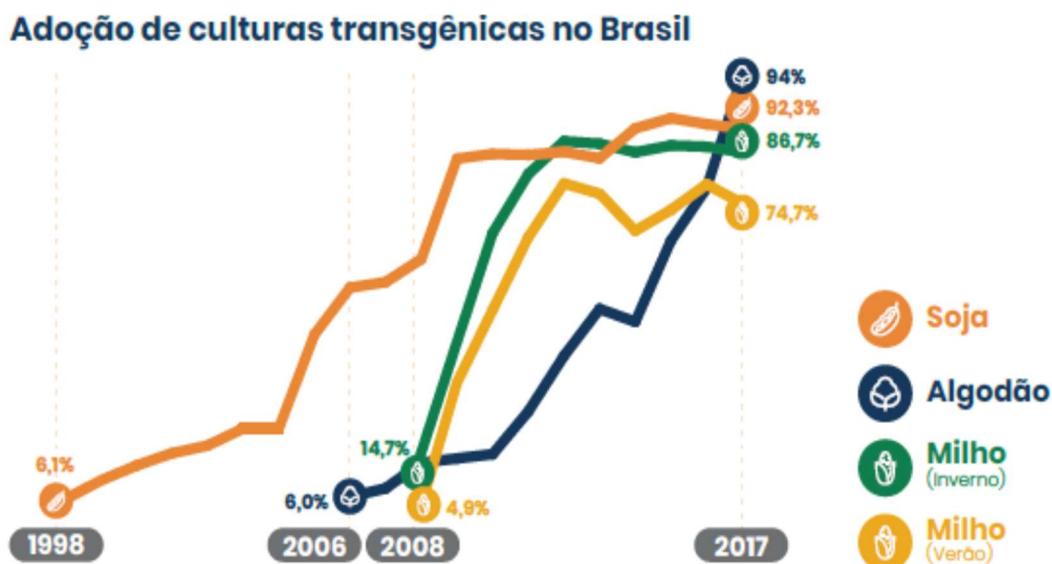
Fonte: <https://tinyurl.com/y6x2sgsw>

No Brasil, segundo o CIB (2018), as primeiras lavouras dos transgênicos iniciaram-se com as culturas de soja na divisa com a Argentina. A CTNBio foi o órgão responsável por avaliar a biossegurança dos OGM – desde o seu desenvolvimento até a sua comercialização.

No ano de 1997 a CTNBio autorizou o início dos testes em campo com a mesma variedade transgênica de soja plantada na Argentina. Um ano depois, em

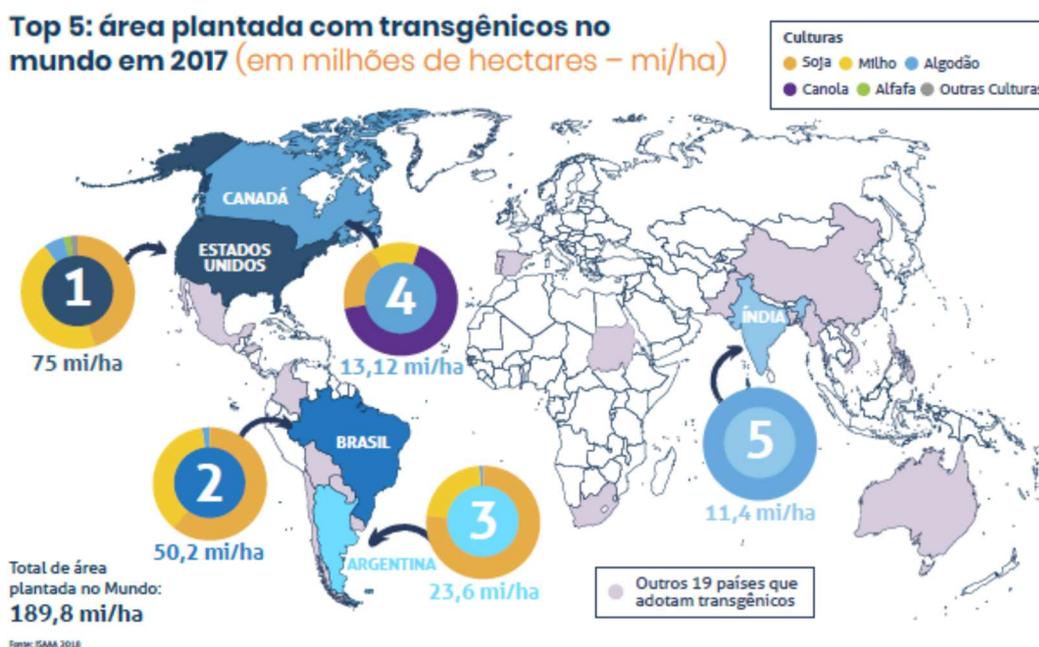
1998, o órgão emitiu um parecer técnico favorável a esse OGM e, na safra seguinte, as primeiras sementes foram plantadas. Diversos órgãos e entidades, entre os anos de 1998 até 2005, buscaram impedir a consolidação dos transgênicos na agricultura brasileira. Esta situação retardou muitas aprovações no país. Hoje em dia, a cultura transgênica está amplamente difundida no território brasileiro, principalmente no que tange o mercado dos cereais (figura 6). Com esse crescente aumento, o Brasil tornou-se o 2º país a nível mundial em área plantada com organismos transgênicos (figura 7).

Figura 6 - Gráfico culturas transgênicas no Brasil - linha temporal de aumento de área cultivada no Brasil.



Fonte: <https://tinyurl.com/y6x2sgsw>

Figura 7 - Países com maior área plantada de plantas transgênicas. Destaque para os EUA e Brasil, no comparativo de área plantada.



Fonte: <https://tinyurl.com/y6x2sgsw>

O desenvolvimento da engenharia genética é responsável por promover uma quebra de barreira entre os organismos, e conseqüentemente, entre as espécies, e como consequência a geração dos produtos transgênicos (ALMEIDA, BORÉM E FRANCO, 2004). Isso significa que os transgênicos são revolucionários no que se refere a expressão fenotípica (a aparência) e genética dos organismos. Através das técnicas de transgenia, podem ser formados novos organismos e produtos, com características que potencializem, por exemplo, o valor nutricional, comercial, de expressão de alguma proteína e enzima ou até mesmo, na produção e/ou extração de substâncias e outros produtos. A temática dos transgênicos suscita uma série de discussões e posicionamentos, sejam favoráveis ou contrários, que ocorrem sob este produto biotecnológico. Como a ciência é construída através do debate de pontos de vista distintos, estes levantamentos são conceitos que estão em consonância com uma série de temáticas da atualidade, no que se refere as questões éticas, de preservação de espécies selvagens e nativas, econômicas, sanitárias, entre outros.

### **1.3.1. Importância, benefícios e problemas associados a produção e comercialização dos transgênicos.**

Os transgênicos, modificaram a sociedade nos mais diversificados aspectos e segmentos. Desde a produção da primeira variedade transgênica até o momento atual, podemos observar uma série de avanços, no que tange o aperfeiçoamento, melhoria da qualidade, variedade e aspectos de conservação, aproveitamento e produtividade, entre outros (BORÉM, ALMEIDA E FRANCO, 2004).

Um exemplo atual e de impacto positivo que os transgênicos realizam na área da saúde, são as pesquisas na busca da vacina contra o *SARS-Cov2*, vírus da família dos coronavírus, causador da pandemia de COVID-19, iniciada em dezembro de 2019 em Wuhan, na China, e que assola o planeta neste momento. Queiroz, Marinho, Chagas *et al* nos trazem a discussão que o *SARS-Cov2* é a terceira ameaça global provocada por um betacoronavírus neste século. Segundo os autores, os pesquisadores estão investindo em diferentes estratégias e tecnologias. Contudo, essas novas abordagens não foram extensivamente testadas para comprovação de segurança e não possuem capacidade de fabricação e produção do número de doses necessárias em larga escala, em um primeiro momento. Por esse motivo, os muitos candidatos ainda na disputa estão criando possibilidades reais e novos conhecimentos em design de vacinas. Guimarães (2020) discute o conceito de eficiência que geralmente está atrelado a aspectos econômico-financeiros, e para serem consideradas eficientes, as vacinas devem ter um saldo positivo nos termos da equação custo/benefício.

Os dados disponibilizados pelo site **Google Notícias** (<https://news.google.com/covid19/>), apontam que, até o dia 07/12/2020, por volta das 17 horas da tarde, foram registrados no planeta, mais de 67.027.780 casos confirmados da doença, com 1.535.492 casos de óbitos. O Brasil desponta em ranking a nível mundial como o 3º país em número de infectados e 2º país em número de óbitos. A busca pela vacina que seja capaz de gerar uma resposta imune ao *SARS-Cov2* perpassa, em alguns casos, por técnica de transgenia, em vacinas que utilizam vetores virais (MÉDICOS SEM FRONTEIRAS, 2020). Nessa técnica, um outro vírus é modificado para produzir proteínas virais no corpo e gerar uma resposta imunológica. Até o momento, existem 6 vacinas em fases avançadas de testes, e todas utilizam as técnicas de biotecnologia em sua produção. Duas, em específico, utilizam a técnica

do RNA (Ácido Ribonucleico) mensageiro, que pretende através da incorporação por parte das células humanas, fazer com que o sistema imunológico seja capaz de expressar e produzir anticorpos contra a COVID-19.

A técnica é um mecanismo de imunização inédito, e não há nenhuma outra vacina no mercado produzida a partir desta técnica. Ela usa uma molécula chamada RNA mensageiro (RNAm), que contém a informação para a decodificação das proteínas virais. Ela é a base da informação do DNA para que os ribossomos realizem a síntese de proteínas, através da formação do RNA ribossômico. A proposta da fabricante norte americana Moderna, com essa técnica, é produzir uma nova vacina utiliza que utiliza RNAm sintético para estimular o organismo a produzir proteínas iguais às do coronavírus. A ideia é que o organismo aprenda a reconhecer essas proteínas que são semelhantes aos do coronavírus para quando o organismo for infectado com o novo coronavírus já saiba identificar e combater o vírus. Um exemplo dos transgênicos utilizados para melhoria.

Um outro campo que é fortemente marcado pela presença dos transgênicos é a agricultura. As adoções de organismos transgênicos nesse setor, por exemplo, têm impactos positivos a nível ambiental, onde a adoção de algumas espécies pode estar “relacionada à diminuição da quantidade de defensivos agrícolas” (CIB, 2018). A utilização de defensivos agrícolas é um dos maiores problemas enfrentados pelo setor agrícola.

O enriquecimento dos alimentos com determinados nutrientes, é outro ponto a ser destacado. Podemos citar, o desenvolvimento de culturas que apresentam maior nível de aminoácidos, que servem como alternativa para a adição direta na suplementação de aminoácidos em dietas (SANTOS, FERNANDES E FERNANDES, 2012). Isto contribuiu para que surgisse uma nova categoria de alimentos, os nutracêuticos. Hungenholtz e Smid (2002) definem os alimentos nutracêuticos, como “uma ampla variedade de alimentos e componentes alimentícios com apelos médicos ou de saúde. Sua ação varia do suprimento de minerais e vitaminas essenciais até a proteção contra várias doenças infecciosas”. Eles favorecem o enriquecimento nutricional de dietas, com um número menor de alimentos, o que pode possibilitar a construção e adoção de programas de desenvolvimento de combate à fome e ao déficit nutricional, a partir de alimentos mais completos.

Quando se fala em produtos e plantas transgênicas na agricultura, devem ser considerados também como pontos favoráveis à utilização dos alimentos transgênicos

o aumento do prazo de duração (validade) destes produtos, a sua conservação e armazenagem. Cavalli (2001), corroborando com seu ponto de vista sobre esse assunto argumenta:

“O mundo se encontra na era do supermercado transgênico, alimentos com os genes modificados chegam à mesa dos consumidores, como a cenoura mais doce e contendo doses extras de betacaroteno, o arroz com mais proteínas, a batata com retardo de escurecimento, o melão com maior resistência a doenças, o milho resistente a pragas, a soja com genes de castanha-do-pará que aumenta seu valor nutritivo, o tomate longa vida, tendo sido o primeiro alimento transgênico a ser comercializado e a ervilha com genes que permitem sua conservação por mais tempo (CAVALLI, 2001).

Outro aspecto a ser considerado é o econômico, uma vez que a utilização de sementes transgênicas possibilita aumento na produtividade das safras agrícolas em uma mesma área de plantio (ou por vezes menor), ampliando-se assim a rentabilidade ao produtor e conseqüentemente, gerando divisas e riqueza ao país. A resistência a fatores bióticos, adaptação às condições externas e a tolerância à herbicidas, também são pontos a serem destacados.

Além disso, o processo de autorização de um organismo transgênico passa por rigorosos processos de controle sanitário, vigilância epidemiológica e análises laboratoriais. No Brasil, por exemplo, todo o organismo transgênico deve ser submetido a rigoroso processo de tramitação no CTNBio, devendo atender todos os requisitos estabelecidos pela Resolução Normativa nº 5, de 12 de março de 2008.

Em relação ao consumo de alimentos de origem transgênica é onde recai-se o maior número de questionamentos. Cavalli (2001) traz dados de que algumas pesquisas desenvolvidas no Reino Unido e EUA, apontam que o consumo de alimentos transgênicos pode acarretar aumento, por exemplo de alergias. Isso ocorreu devido ao gene implantado ser responsável por desencadear resposta alérgica em um determinado grupo de pessoas. Existe também a possibilidade do desenvolvimento de intolerâncias no que se refere ao consumo destes alimentos. Segundo Finardi *apud* Nodari e Guerra (2003) classificamos intolerâncias como alterações fisiológicas, resultantes de reações metabólicas anormais ou idiossincráticas e toxicidade. Outro ponto apontado pela autora é a possibilidade de resistência de bactérias a antibióticos que são inseridos em transgênicos, o que pode

provocar redução ou ineficiência dos mesmos. Pode também ocorrer aumento inadvertido de substâncias tóxicas nestas plantas, como efeito colateral da transgenia.

Outro ponto de questionamento em relação aos transgênicos está a ameaça à biodiversidade. Nodari e Guerra (2003) nos levantam a discussão os possíveis impactos de um transgênico no ecossistema. Os autores apontam que a inserção dessa nova planta em uma comunidade pode trazer desequilíbrios ambientais, como a transferência do gene para espécies nativas, perpassando pelo deslocamento dessas espécies até a eliminação de espécies não domesticáveis. Nodari e Guerra (2003) levantam também a possibilidade de erosão genética (perda de parte do patrimônio genético selvagem), exposição das espécies a novos patógenos, poluição genética e interrupção da ciclagem de nutrientes e energia naquele ecossistema. Levantam também a possibilidade de transferência do material genético de forma horizontal (quando os organismos estão evolutivamente distantes) e de forma vertical (ocorre entre gerações de um grupo evolutivamente próximo). Segundo Droge, Puhler e Selbistschka *apud* Uetanabaro e Neto (1998):

“A transferência horizontal de genes (THG) é um dos campos mais intensamente estudados em biociências desde 1940, pois esse assunto não é só de interesse para o conhecimento das implicações evolutivas, mas, também, tornou-se muito importante no estudo de risco da liberação acidental ou deliberada de organismos geneticamente modificados (OGM) no ambiente”. (DROGË; PÜHLER; SELBITSCHKA, 1998).

Carpenter *apud* Andrade e Faleiro (2009) também apontam para esse risco da transmissão horizontal de genes das espécies transgênicas. Esse é um dos possíveis problemas relacionados a adoção dos transgênicos.

Um outro ponto que depõe contra os transgênicos, é que as sementes transgênicas utilizadas nas lavouras são estéreis. Isso obriga os produtores, para continuidade do plantio na safra seguinte, fazer novamente a aquisição das sementes para o plantio, o que concentra o poderio do domínio na mão de poucas empresas, o que pode colocar em risco a soberania alimentar. Elenca-se também, o aumento do uso de defensivos agrícolas em algumas lavouras transgênicas, o que pode colocar em risco o ambiente com poluição hídrica, do solo e contaminação de outras espécies da fauna e flora.

Nesse sentido, diversas tem sido as ações adotadas com a criação de bancos de sementes e material genético de espécies nativas e selvagens em diversas localidades, com intuito de preservar o genoma destes espécimes. Mas é válido ressaltar que não existe nenhum estudo ou comprovação científica que associe os transgênicos a alterações ambientais ou extinção em massa de espécies.

#### 1.4 Simbologia dos transgênicos

A utilização de um símbolo que identifica alimentos e/ou componentes transgênicos em sua constituição data do ano de 2003. Como nos traz Meneguetti (2018), o símbolo (um triângulo amarelo com a letra "T" preta) foi criado quando o governo federal, através da CTNBio, liberou o cultivo da soja Transgênica no país.

A identificação dos produtos transgênicos ou que possuem em sua composição componentes oriundos de técnicas de transgenia, era obrigatório no Brasil até 17 de abril de 2018, quando a Comissão de Meio Ambiente (CMA), no Senado Nacional, aprovou o fim da obrigatoriedade do símbolo em embalagem de alimentos (figura 8).

*Figura 8 - Símbolo dos transgênicos*

**Você sabe o que significa o símbolo  
abaixo, presente nos alimentos que  
você compra?**



Fonte: [encurtador.com.br/jop00](http://encurtador.com.br/jop00)

Existem diferentes posicionamentos e relação a manutenção ou retirada do símbolo dos transgênicos nos mais diversos produtos. Na visão destes pesquisadores, entendemos como um retrocesso a não obrigatoriedade, haja vista que o símbolo se trata de uma forma de comunicação não verbal junto à sociedade,

e pode ser entendido como um serviço que suscite a curiosidade e a busca por informações sobre os constituintes dos produtos e sobre a temática dos transgênicos.

Logo, os OGM são organismos obtidos a partir da tecnologia do DNA recombinante ou engenharia genética, através da transferência de genes de um organismo para outro, mesmo se distantes evolutivamente, o que seria impossível por meio do cruzamento convencional (COSTA *et al*, 2007). Este é um conceito de difícil entendimento para os estudantes. Isto impacta diretamente o planejamento docente, pois indica que o estudante não conseguiu vencer e consolidar as habilidades preconizadas nos currículos escolares.

De acordo com o Currículo Referência Minas Gerais para o Ensino Fundamental (2019), todo estudante deve, no 9º ano do ensino fundamental, compreender informações básicas sobre clonagem e transgênicos, considerando implicações éticas e ambientais envolvido (habilidade EF09CI74MG). Sabemos que, por diversas vezes, tal assunto não consegue, sequer, ser abordado em sala de aula com os estudantes. E através desse posicionamento, pautamos a discussão desse trabalho.

### **1.5 Organismos Melhorados Geneticamente**

Os organismos melhorados geneticamente (OMG) são aqueles obtidos através da técnica de melhoramento genético. Entende-se como objetivo do melhoramento “alcançar melhores níveis de produção, produtividade e/ou qualidade do produto em sintonia com o sistema de produção e as exigências do mercado” (ROSA, MENEZES E EGITO, 2013).

Os OMG não necessariamente envolvem técnicas de inserção, transposição, desativação ou destruição de genes de uma espécie para outra. Sua produção perpassa por técnicas que visam, a expressão de determinadas características conhecidas como “de interesse fenotípico”, já presentes nas espécies, de maneira a ampliar a frequência destes genes na população, e com isso, obter-se maior quantidade de descendentes com a característica alvo.

O processo de melhoramento genético, segundo Rosa, Menezes e Egito (2013) consiste em na expressão mensurável ou não das características do organismo, chamada de fenótipo (P). Todavia, ele é influenciado pela base genética do indivíduo,

o genótipo(G) que é originado pela contribuição materna e paterna no processo de fecundação. O fenótipo é o resultado da interação entre o genótipo (G) e o ambiente (E). Estas relações em expressadas conjuntamente, podem ser expressas pela equação:

$$P = G + E + (G \times E)$$

O ambiente, ainda segundo Rosa, Menezes e Egito (2013) está relacionado a todos os fatores não genéticos que contribuem, positiva ou negativamente, para a expressão do fenótipo (da característica expressa). Sob um olhar mais restrito, ele também inclui os efeitos provocados pelo próprio manipulador da espécie, diretamente, aos animais ou ao sistema produtivo.

Esta técnica é comum, por exemplo, na pecuária, agricultura e silvicultura. Para exemplificar tal conceito, podemos citar a domesticação das plantas para o consumo humano. Na agricultura, dessa forma, a escolha de determinadas características que, facilitam o consumo ou deixam o alimento “mais atraente” podem ser alcançadas graças a técnicas e ações que, perpassam pelo melhoramento genético.

O modelo clássico para elucidar tal conceito é o tomateiro, planta que produz o tomate, fruto amplamente consumido a nível mundial, in natura e em produtos industrializados (figura 9). As variedades de tomates são frutos de melhoramento genético da espécie, por meios do cruzamento e tomateiros com as características alvo, onde cruzamentos sucessivos, selecionaram as características de interesse. A EMBRAPA, por exemplo, possui um projeto de “Melhoramento do tomateiro para agregação de valor e sustentabilidade da cultura no Brasil”.

Figura 9 - Tomate, exemplo de planta produzida a partir de técnicas de melhoramento genético



Fonte: <https://tinyurl.com/yyg784cx>

Outro exemplo que pode elucidar a temática do melhoramento genético é o da laranja Bahia (figura 10). A origem deste fruto ocorreu, provavelmente, através de uma mutação natural da laranja Seleta. Isto teria ocorrido na cidade de Salvador, estado da Bahia, no bairro do Cabula, por volta de 1800.

O fruto originado por esta mutação, tem algumas características determinantes: além do fato de possuir sabor mais doce, sua casca é mais grossa comparada a Seleta. Possui também uma protuberância ou cavidade carnuda no lado oposto à haste, que também lhe rende o nome de laranja Umbigo. Pelo fato de a laranja Bahia não possuir sementes, o processo de reprodução desta planta, desde os seus primórdios, ocorreu através de clonagem da matriz, por técnica de enxertia. A partir daí a mesma começou a ser difundida por todo o mundo (em especial nos EUA, que começou a espalhar mundo afora mudas desta variedade de laranja, que foram denominadas *Washington Navel*). Esse pode ser mais um caso que exemplifica a importância do melhoramento genético para o desenvolvimento agrícola.

*Figura 10 - Laranja Bahia - Esta variedade de laranja surgiu a partir da mutação natural de um pé de laranja Seleta.*



Fonte: <https://tinyurl.com/yxp3u2cx>

Através desta contextualização, esperamos ter explanado de maneira geral sobre o tema a ser trabalhado junto aos estudantes, através de uma sequência didática (SD), que irá abordar a temática de biotecnologia, com ênfase na temática dos transgênicos. No próximo tópico, iremos apresentar as justificativas que nos suscitaram a esta proposta de pesquisa.

## **2 JUSTIFICATIVA**

A pesquisa apresentada neste trabalho justifica-se por diversos aspectos. O acesso de toda a população à informação, sabemos que atualmente é muito maior que antes, incluindo significativamente a realidade dos nossos estudantes. Agora a seleção, interpretação e apropriação por parte do indivíduo de informações com veracidade, deve ser suscitada e fortalecida.

Na sociedade contemporânea, a biotecnologia está presente em inúmeros setores: agrícola em pequena e larga escalas, produção de fármacos e insumos de medicamentos, indústria de telecomunicações, informática e diversos outros segmentos. Mesmo estando presente em nosso cotidiano, por vezes, não

conseguimos visualizar a presença e influência da biotecnologia. Deste modo, a discussão da temática torna-se relevante, para entendimento de alguns dos diversos processos que a utilizam como recurso.

Na área da alimentação por exemplo, existem uma infinidade de produtos alimentícios que são consumidos em nossa dieta, de origem transgênica, melhorados geneticamente ou produzidos a partir de recursos biotecnológicos. E isso não é identificado por parte dos discentes em sua alimentação. Também ocorrem uma série de erros e informações equivocadas ou falsas, atreladas ao desenvolvimento, produção e consumo destes produtos. Este trabalho também se propõe a discutir esta temática com o intuito de se desmistificar informações falsas (as famosas “*Fake News*”) e conceitos errôneos por parte dos estudantes.

Corroborando com esta visão, o programa de ensino de biologia estabelecido pelo Ministério da Educação (MEC) define entre os conteúdos relativos as competências a serem trabalhadas na disciplina de biologia o tópico de biotecnologia. Avaliamos que a sua abordagem e discussão junto aos estudantes em sala de aula é de extrema importância, pois influencia diretamente a qualidade de vida do ser humano. Entendemos também que correlacionar o conteúdo teórico à vivência do aluno é ponto de destaque e que, fortalece a relevância de aplicação desta e de outras atividades no segmento de biotecnologia em especial, no que se refere a transgenia, foco deste trabalho.

Ressaltamos que, esperamos por meio desta proposta de sequência didática (SD), com o foco principal em atividades onde os discentes sejam protagonistas, mediar conceitos e informações de maneira a fomentar nos estudantes a formulação de hipóteses, a autonomia, o pensamento científico e uma visão crítica em relação ao tema.

Assim, essa pesquisa justifica-se pela intenção da criação de um instrumento que sirva aos docentes, para abordagem da temática dos transgênicos. A seguir, informamos os objetivos geral e específicos dessa pesquisa.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Construir uma sequência didática (SD) com objetivo de abordar situações-problema referente à temática dos transgênicos e organismos melhorados geneticamente (OMG) de maneira que possibilite aos estudantes avaliar as aplicações deste conhecimento científico e tecnológico sobre o seu dia a dia e suas implicações na sociedade contemporânea.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Construção de uma SD que promova aos estudantes situações que favoreçam a construção do conhecimento em relação ao conceito de transgênicos e organismos melhorados geneticamente (OMG);

- ❖ Abordar de maneira investigativa e de metodologia ativa com os discentes os conceitos de OMG e transgênicos;

- ❖ Fomentar a discussão e interesse do discente para o estudo e aplicação da biotecnologia dentro do contexto cotidiano;

- ❖ Desmistificar argumentos e conceitos errôneos ou falsos a respeito dos transgênicos e OMG;

- ❖ Propiciar o estímulo ao pensamento científico nos estudantes participantes;

- ❖ Incentivar a alfabetização biológica nos estudantes participantes da pesquisa;

- ❖ Promover a alfabetização científica como proposta de ensino.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Os participantes do projeto de pesquisa são discentes matriculados no 3º ano do Ensino Médio regular, em uma escola estadual no município de Contagem, MG.

A escola localiza-se em uma região de alta vulnerabilidade social, contando com aproximadamente 30.969 habitantes, segundo dados estatísticos do Boletim de Informações de Dados Urbanos (BIDU), desenvolvido pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de Contagem, Minas Gerais, no ano de 2014.

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) do município, no último ano mensurado com dados disponíveis (2019) foi de 4,0 em uma escala de 0 a 10. Quando comparado com os anos iniciais do ensino fundamental (6,0) e anos finais do ensino fundamental (4,7), percebe-se uma redução drástica na nota padronizada do IDEB. Para mensuração dos dados, são utilizadas as notas obtidas através da proficiência dos estudantes nas seguintes avaliações a nível federal: Prova Brasil e Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA), ambas pertencentes ao Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

Como o IDEB é realizado num período tri anual (ocorre de três em três anos), o governo do Estado de Minas Gerais utiliza como índice de avaliação anual o IDEB\*, que diz respeito as notas obtidas pelas avaliações externas do Sistema Mineiro de Avaliação Escolar (SIMAVE) e o fluxo de aprovação dos estudantes. Os últimos dados disponíveis referentes ao IDEB\* a nível estadual são de 2017, que na rede estadual de ensino foram de 3,7. Por sua vez, o IDEB\* da escola de pesquisa era de 2,5.

A turma da pesquisa é composta por 35 estudantes, matriculados no turno matutino, não havendo problemas de infrequência ou evasão na turma em período presencial. A convite dos pesquisadores, foi oferecido a participação voluntária no desenvolvimento da SD, com respaldo de assinatura de Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento (TA), por parte dos estudantes e responsáveis, no caso dos estudantes menores de idade. O projeto e os demais termos foram submetidos e aprovados no Comitê de Ética (COEP-UFMG) conforme parecer consubstanciado nº 4.279.333.

#### 4.1. Metodologia

A análise dos dados seguirá a técnica de descrição analítica conforme Bardin (1977). É importante ressaltar que serão considerados todos os aspectos e ações desenvolvidos ao longo da pesquisa, por meio de abordagem e de análise quali-quantitativa dos dados.

A importância da análise fidedigna e realista dos dados é essencial a fim de se verificar os resultados obtidos e confrontá-los para verificação dos objetivos alcançados.

Isso é de extrema importância, e no processo de análise, o pesquisador deve construir uma pesquisa pautada, segundo Bardin (1977) nas seguintes regras: homogêneas, exaustivas, exclusivas objetivas e adequadas.

Nossa pesquisa, por meio desta abordagem, traz a referência da aplicação da SD como alternativa viável e eficaz na abordagem da temática transgênicos, dentro da área do conhecimento biotecnologia.

A etapas de construção, aplicação e validação de dados deste trabalho, podem ser dividida em cinco momentos:

- 1º Momento: Construção da Sequência Didática (SD);

Nessa etapa, ocorreu o processo de estruturação da SD “**Onde encontramos os Transgênicos?**” (Apêndice I), pelos autores do trabalho. A proposta sofreu adaptações ao longo da aplicação para atender aos objetivos do trabalho.

- 2º Momento: Atividade Diagnóstica com estudantes – Aplicação Questionário Pré-Sequência Didática;

Os autores da pesquisa realizaram atividade de sondagem de conceitos prévios com os alunos participantes da pesquisa, de maneira presencial, antes dos estudantes obterem contato com a temática do trabalho.

- 3º Momento: Aplicação e desenvolvimento da SD;

De maneira remota, ocorreu a aplicação da SD devido a pandemia de COVID-19. Aplicou-se questionário intermediário de levantamento dos conceitos e competências dos alunos e também, realizadas reuniões de teleconferência com orientação às atividades desenvolvidas pelos alunos, disponibilização de material bibliográfico por parte do professor pesquisador mestrando através de aplicativos de comunicação digitais (WhatsApp, Instagram, entre outros) e e-mail, bem como recebimento dos produtos desenvolvidos pelos alunos (vídeos).

- 4º Momento: Aplicação Consolidação – Aplicação Questionário Pós-Sequência Didática e avaliação da SD;

Cumprida a etapa de aplicação da SD, os autores realizaram aplicação de questionário pós-sequência didática com o intuito de obter dados que permitam avaliar os resultados obtidos ao longo da pesquisa.

- 5º Momento: Análise dos produtos obtidos.

Os autores promoveram observação dos materiais, triangulação das informações e análise dos resultados, com intuito de validar a aplicabilidade e eficiência da SD e produção deste trabalho.

Para melhor detalhamento das etapas realizadas, explicaremos cada uma das partes da metodologia nos tópicos a seguir:

#### **4.1.1 Construção da Sequência Didática**

A proposta de SD (Apêndice I) foi realizada a partir da demanda enfrentada pela escola pesquisada. Verificou-se que, a maior parte dos estudantes chegavam ao 3º ano do Ensino Médio sem qualquer contato ou menção em relação ao conteúdo de biotecnologia. Assim, o professor pesquisador mestrando, pautado no currículo de ensino de biologia adotado na unidade escolar pesquisada, elaborou a SD com demandas e aspectos de relevância sobre a temática dos transgênicos e OMG. É importante ressaltar que os autores esperam oferecer por meio dessa SD, mais uma

ferramenta que os professores possam utilizar na abordagem desta temática de extrema importância e que está presente no cotidiano social de todos.

A proposta está norteada a partir da definição de ZABALA (1998) de SD. Ele define as SD como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, e que tem um princípio e um fim conhecido tanto pelos(as) professores(as) quanto pelos estudantes”.

Como já citado, no apêndice I desta pesquisa encontra-se na íntegra a proposta de SD “***Onde encontramos os Transgênicos?***”

#### ***4.1.2 Atividade Diagnóstica com estudantes – Aplicação Questionário Pré-Sequência Didática***

A aprovação do projeto por parte do COEP-UFMG ocorreu no dia 23 de setembro de 2020. A partir daí, iniciou-se a aplicação de maneira remota, no final do mês de setembro e início do mês de outubro das atividades da SD. Em relação ao questionário pré-sequência didática (Apêndice IV), já havia ocorrido a aplicação junto aos participantes em uma aula presencial, no mês de março de 2020, onde estavam presentes cerca de 66% do público amostral da pesquisa (considerando-se o total de alunos da turma 35 ao total).

O instrumento de coleta foi construído com questões discursivas e objetivas (estas de uma ou mais alternativas). Ressaltamos que, conforme já apresentamos anteriormente, ao longo da execução do projeto, ocorreu a suspensão das aulas presenciais devido a pandemia de COVID-19, ocorrendo assim a execução na quase integralidade do projeto de pesquisa, a finalização e análise dos dados de maneira remota.

A temática do questionário abrange de maneira geral biotecnologia, conduzindo ao pesquisado a um levantamento sobre os transgênicos. O pré-teste de validação do questionário ocorreu através da aplicação em uma turma de 3º ano do Ensino Médio, no ano de 2019, na mesma escola em que ocorreu a aplicação das etapas deste projeto. Obtiveram-se resultados satisfatórios em relação à aplicação.

A análise do questionário de validação e do pré-sequência didática do grupo pesquisado foram analisados sob a visão do conteúdo em Bardin (1977).

### **4.1.3 Aplicação e desenvolvimento da Sequência Didática**

Com a autorização de execução do projeto por parte do COEP-UFMG, a execução da SD ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2020. De maneira remota, através do uso de aplicativos de comunicação como WhatsApp, Facebook, Instagram e também, através de e-mail, o professor pesquisador orientou os estudantes, quanto ao passo a passo da SD.

A primeira etapa consistiu em uma nova aplicação do questionário pré-sequência didática, que nesse momento, optamos por denominar questionário intermediário da sequência didática, desta vez de maneira remota (através do aplicativo Google Formulários), seguindo os protocolos e medidas sanitárias estabelecidas pelos órgãos de saúde pública, devido a pandemia de COVID-19. Justificamos esta opção por dois motivos: primeiro, verificar a exequibilidade de maneira remota desse instrumento. Em segundo, devido ao momento da aplicação, os alunos estarem realizando atividades escolares referentes ao tema da pesquisa. Portanto, seria incorreto abordarmos as respostas como conceitos prévios, haja vista que os estudantes estavam em contato no momento da pesquisa com a temática.

Na segunda aplicação, ocorreu a participação de aproximadamente 49% do público participante previsto (35 alunos da turma). Entendemos que a redução na participação, se deve a dificuldades enfrentadas por alguns estudantes durante o período de atividades remotas, nos mais diversos aspectos (logística de infraestrutura, organização do tempo, e outros fatores pertinentes a cada realidade).

Foram realizadas por meio do agendamento, três aulas remotas na plataforma de comunicação Google Meet, em que foram repassadas as orientações acerca do passo a passo da construção dos vídeos, formato e temática abordada que deveriam ser explanadas pelos estudantes. Os participantes poderiam optar em participar de qualquer uma das três aulas, haja vista que esta adaptação foi realizada para oportunizar o acesso as informações aos estudantes e se tratarem das orientações gerais em relação aos trabalhos. Os estudantes que por algum motivo não puderam participar de alguma das aulas, foram orientados de maneira individualizada pelo professor pesquisador mestrando. Os autores desta pesquisa produziram um Roteiro de Apoio ao Professor que venha a utilizar essa SD, disponibilizado no Apêndice II, com algumas sugestões e dicas que podem facilitar a aplicação da SD.

Logo após as aulas em teleconferência, foi disponibilizado aos estudantes o

material utilizado na aula (Apêndice III), que correspondia aos slides de apresentação da SD, lista de sites com possíveis fontes de pesquisa (material bibliográfico sugerido), orientações gerais sobre a construção do vídeo e os prazos a serem cumpridos pelos estudantes. Foi disponibilizado também, lista com sugestão de aplicativos digitais para a montagem e execução do vídeo, tanto para utilização em aparelho celular, como em computador. Para execução da etapa de construção dos vídeos, foi dado aos estudantes o prazo de três semanas. Durante este período, o professor pesquisador mestrando realizou mediação de possíveis dúvidas, dificuldades e outros pontos que pudessem ocorrer com os estudantes.

Após a entrega dos vídeos pelos estudantes, os mesmos foram analisados pelo professor pesquisador mestrando e por sua orientadora, para detecção de possíveis erros conceituais e ou informações. O feedback foi realizado de maneira individualizada junto a cada aluno, bem como a solicitação das eventuais correções.

Cumprida esta etapa, foi realizada a divulgação dos vídeos no Instagram e Facebook oficiais da escola pesquisada, com o intuito de promover a 1º Mostra de Ciências, realizada de maneira virtual devido a pandemia de COVID-19. Para finalização da SD, como parte da proposta, foi aplicado o questionário pós-sequência didática, que será explicado no próximo tópico.

#### ***4.1.4 Aplicação e Consolidação dos Dados – Aplicação Questionário Pós-Sequência Didática***

De acordo com o cronograma estabelecido pelos pesquisadores, concluída a etapa de aplicação da SD, foi aplicado aos estudantes questionário pós-sequência didática (Apêndice V). O mesmo foi aplicado remotamente através da ferramenta Google Formulários. A estratégia utilizada para avaliação das habilidades e competências possivelmente consolidadas ou revisadas pelos estudantes, ocorrerá através da análise das respostas deste questionário, com dados coletados ao longo da pesquisa e do material produzido nos vídeos. A construção deste instrumento de pesquisa foi pautada na atividade proposta aos estudantes de análise e verificação de estudos de casos abordando situações com as temáticas transgênicos e OMG.

#### **4.1.5 Análise dos produtos obtidos e avaliação da Sequência Didática**

Os vídeos obtidos e as respostas dos questionários foram analisados utilizando-se também Bardin (1997). Foi realizada triangulação de dados através da análise de questionários pré-sequência didática, intermediário e pós-sequência didática, além do diário de bordo do professor pesquisador mestrando e do conteúdo dos vídeos produzidos. Realizaremos isso no tópico a seguir, denominado resultados e discussão.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com o intuito de facilitação de demonstração dos resultados e a discussão das atividades e ações desenvolvidas ao longo da pesquisa, a apresentação dos resultados e a sua discussão será realizada em tópicos: 1º análise do questionário pré-sequência didática e questionário intermediário; 2º análise do questionário pós-sequência didática; 3º aplicação da sequência didática e 4º avaliação da pesquisa.

Neste trabalho como já exposto, foram aplicados três questionários. Os mesmos serão divididos em dois tópicos, como exposto anteriormente. No 1º tópico, os questionários são compostos por questões discursivas e objetivas: (a) um prévio, antes da execução da SD e (b) questionário intermediário, aplicado durante a execução da SD. No 2º tópico, será analisado o questionário pós-sequência didática. Em todos os tópicos, as respostas foram compiladas, analisadas e o desenvolvimento dos estudantes interpretado. As nossas análises foram representadas em gráficos, que compilam em categorias de semelhança e afinidade de respostas, seguindo o modelo proposto por Bardin (1977).

A aplicação da SD será discutida no 3º tópico desta dissertação. No 4º tópico, faremos uma avaliação geral da SD. A seguir, realizaremos a análise e discussão de cada um dos tópicos específicos.

## 5.1 Questionário pré-sequência didática e questionário intermediário

Estes questionários consistem em 10 questões, alternadas entre múltipla escolha e discursivas. Foram construídos com o intuito de avaliar os conhecimentos prévios dos discentes sobre a temática da biotecnologia, especificamente nos temas de transgênicos e OMG.

A aplicação ocorreu em dois momentos: (a) presencialmente, em março de 2020, antes da declaração da pandemia do COVID-19 e (b) remotamente.

A concepção das categorias de respostas foi construída a partir da leitura e análise das respostas dadas pelos estudantes, sendo que esta análise foi realizada de modo quali-quantitativo. Na aplicação do questionário presencialmente, participaram do trabalho 66% do público amostral da pesquisa (35 participantes). Enquanto que na aplicação do questionário remotamente, participaram 49% do público inicial da pesquisa (35 participantes).

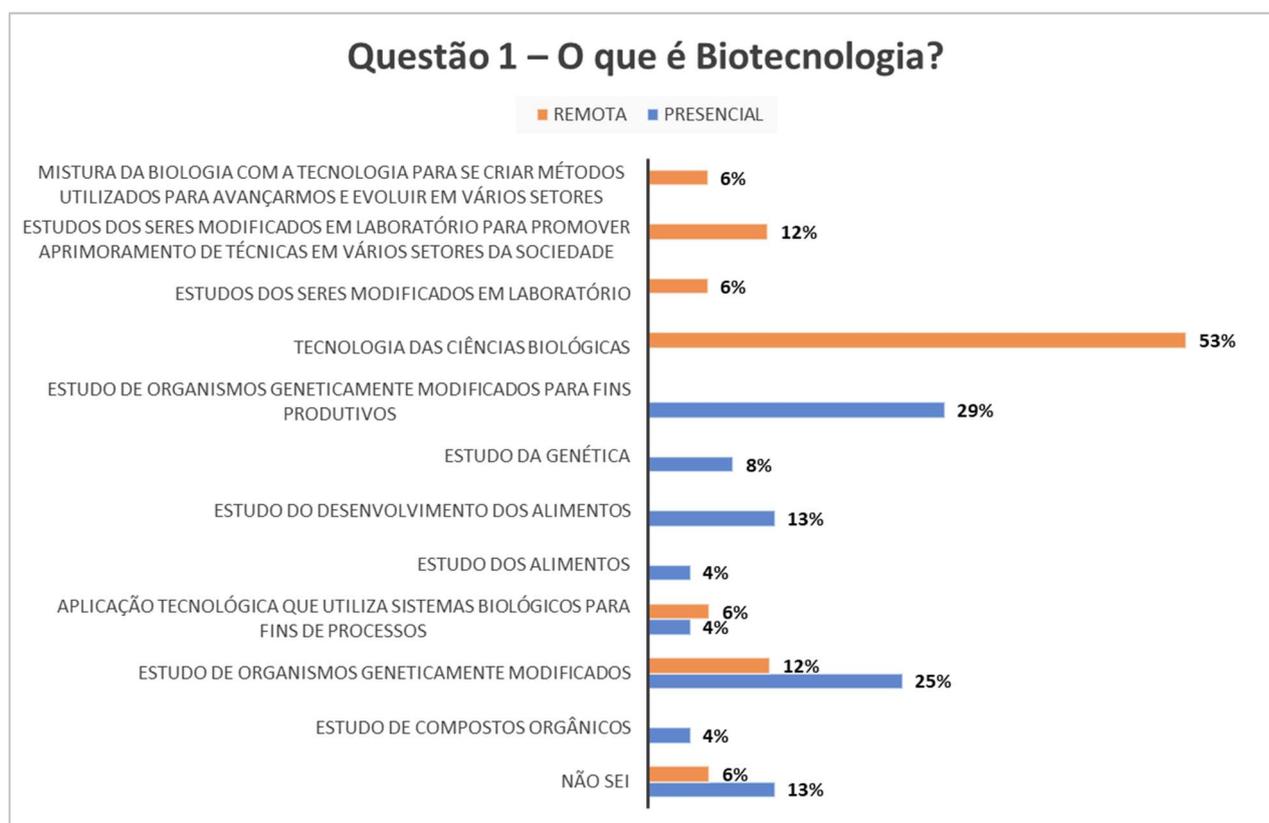
Para facilitar o entendimento e a visualização das categorias criadas das respostas dos estudantes, iremos apresentar os resultados em gráficos, onde as questões estarão apresentadas de modo individual, com as respostas da primeira e da segunda aplicação dos questionários de modo comparativo. Além disso, utilizaremos para a análise e confronto com as respostas dos estudantes o diário de bordo do professor pesquisador. Neste diário foram registradas algumas das falas e as atitudes dos estudantes durante o processo de aplicação dos questionários.

As categorias de respostas foram construídas pelo professor pesquisador mestrando, a partir de palavras-chaves dentro das respostas emitidas pelos estudantes pesquisados, em relação ao enunciado da pergunta. O agrupamento foi realizado de maneira qualitativa, e o tratamento dos dados, de maneira estatística, afim de representar os resultados obtidos neste perfil amostral. Não é intenção dos pesquisadores generalizar a outros públicos futuramente pesquisados através da metodologia proposta neste trabalho, os resultados obtidos nesta pesquisa, mas sim, retratar de maneira mais clara possível, o que foi coletado através dos instrumentos de pesquisa.

A primeira questão abordada no instrumento questionário pré-sequência didática e no intermediário foi: O que é biotecnologia? E, os resultados foram analisados e podem ser observados na figura 10. A partir das respostas dos estudantes, na aplicação presencial elencamos 8 categorias de respostas, enquanto

que na aplicação remota foram elencadas 7 categorias de resposta. É importante esclarecer que isto ocorreu, pois, a questão tratava-se de um comando dissertativo. A separação destas categorias levou em consideração pontos em comum na estrutura das respostas e na organização das ideias no que se referia o comando da questão.

*Figura 11 - Definição de biotecnologia –. O Gráfico apresenta a concepção de biotecnologia, compreendida pelos estudantes antes da aplicação da SD.*



*Fonte: o autor*

Na aplicação presencial, a categoria que obteve maior número de respostas, com 29% do total, foi a de “Estudo de Organismos Geneticamente modificados para fins produtivos”. A partir da análise do contexto da pesquisa, dos questionários e do diário de bordo, entendemos que isso ocorreu devido ao fato do professor pesquisador ter realizado em aulas anteriores, revisão de conceitos referentes a genética básica, como por exemplo, sobre os ácidos nucleicos, replicação do material genético e síntese de proteínas. Outro ponto a ser levantado é que o assunto despertou interesse e curiosidade da maioria da turma, uma vez que durante a execução das aulas foi percebido que os estudantes apresentavam dúvidas e questionamentos sobre a

temática, através de situações problemas mediados pelo professor orientador mestrando.

Por sua vez, na aplicação remota, a categoria com maior percentual de respostas foi a definição de “Tecnologia das ciências biológicas”. Entendemos que essa resposta teve alto percentual, pois demonstra associação por parte dos estudantes que esta área do conhecimento surge da comunhão entre as áreas da biologia e tecnologia. Um outro fator que pode justificar essa categoria de respostas foi a grande exposição e bombardeamento de informações por parte dos veículos de comunicação e mídia em relação a pandemia da COVID-19, que correlacionava aspectos da biotecnologia.

A segunda categoria com maior índice de respostas, referente a aplicação presencial, com 25% do total participante é a que considera biotecnologia como “Estudo dos Organismos Geneticamente Modificados”. Os autores optaram por separar a primeira e a segunda categoria, pois durante a análise das respostas observamos que o primeiro grupo, está relacionando a biotecnologia com fins comerciais e/ou econômicos especificamente. Por outro lado, o segundo grupo parece ter uma visão mais ampla relacionada a biotecnologia, não apenas restringindo sua implicação ao contexto econômico, mas associando-a a alterações/modificações no material genético dos organismos, tendo uma visão finalista (ou seja, acabada, terminada, que não pode ser modificada) em relação a esta área do conhecimento.

Na aplicação do questionário remotamente (questionário intermediário), esta categoria aparece em terceira colocação, com percentual de 11% do público participante da pesquisa. A categoria que aparece em segundo lugar, é a que define biotecnologia como o “Estudos dos Seres Modificados em Laboratório”, com 6% dos apontamentos de respostas pelos participantes. Isso também remete a uma visão finalista, ou seja, já estabelecida como único campo de atuação da biotecnologia, o que restringe área do conhecimento apenas às atividades laboratoriais.

É importante destacar que, quando somadas, a primeira e a segunda categorias correspondem à 54% das respostas analisadas na participação presencial. Quando analisada a aplicação remota, esse percentual é ainda maior subindo para 64%. Notamos que os discentes na primeira aplicação consideram que a biotecnologia está ligada necessariamente a alterações genéticas, não visualizando outras possibilidades, enquanto que na segunda aplicação, os discentes começam a ter uma visão um pouco mais ampla em relação a este conceito. Isso fortalece e corrobora

com a proposta da nossa SD, uma vez que a mesma visa demonstrar a dimensão de aspectos cobertos pela biotecnologia, mesmo possuindo o foco em transgênicos e OGM.

Por sua vez, na aplicação presencial, em terceira colocação de respostas mais frequentes, com 13% cada, temos duas categorias: (a) uma, que trata do “Não sei” e outra (b) que seria o “Estudo do desenvolvimento dos Alimentos”. A primeira claramente, está relacionada aos discentes que nunca tiveram contato ou que não desenvolveram a competência relacionada a esta temática. Já na categoria relacionada ao desenvolvimento dos alimentos, podemos perceber que os estudantes associaram conhecimentos de Nutrição e Agricultura, áreas de pesquisa que reúnem os conhecimentos referentes as propriedades nutricionais dos alimentos e também técnicas de cultivo do solo para obtenção de alimentos, bebidas, fibras, energia e outros produtos.

As três últimas categorias, da aplicação presencial, versam com 4% cada uma: (a) “Estudos dos compostos orgânicos”, (b) “Aplicações tecnológicas que utilizam sistemas biológicos para fins de processos” e (c) “Estudo dos alimentos”. Observamos que os estudantes que optaram por essas categorias de resposta enxergam que compostos derivados de organismos vivos participam dos processos biotecnológicos. Além disso, conseguimos observar que as respostas destas categorias podem ter sido influenciadas devido ao conteúdo que estava sendo abordado na disciplina de Química. É interessante pontuar a interface que estes estudantes realizaram, de maneira a visualizar a interdisciplinaridade entre os conteúdos, e não os segmentar. Por sua vez, na segunda categoria, podemos verificar que existe uma associação um pouco mais organizada de ideias relacionadas com a biotecnologia.

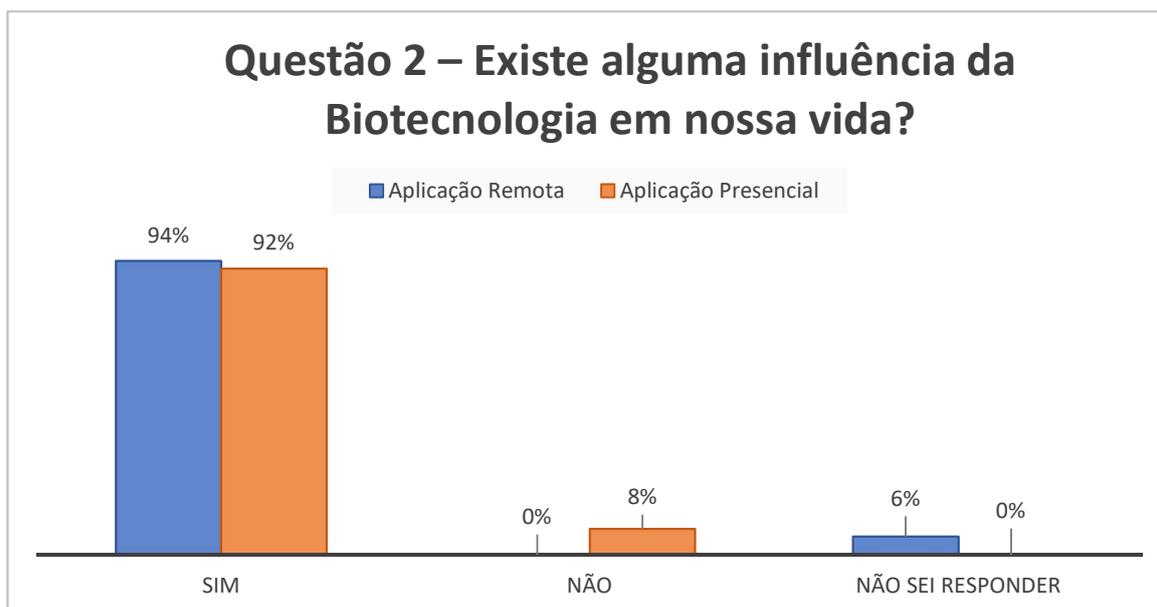
Os estudantes quando se referiram aos “sistemas biológicos” demonstram compreensão que os organismos podem se associar para a produção de determinados produtos e/ou compostos. Também notamos que os estudantes associam as áreas de Agronomia e de Zootecnia, mas não conseguem suscitar hipóteses sobre estes campos do conhecimento, e tão pouco compreender que estes campos se utilizam para o desenvolvimento de suas atividades, técnicas e recursos biotecnológicos.

Na aplicação remota do questionário, estão em 4<sup>o</sup> colocação três categorias: (a) “É uma área que visa desenvolver produtos e processos biológicos com a ajuda da ciência e da tecnologia”, (b) “Não sei” e a (c) “ Mistura da biologia com a tecnologia

para se criar métodos utilizados para avançarmos e evoluir em vários setores”, com 6% cada uma. A alusão da “mistura”, demonstra um conceito ainda simples, mas que consegue atrelar a biotecnologia a diversos avanços presentes no nosso dia a dia.

A segunda questão tinha estrutura de comando objetiva e versava sobre: “Existe influência da biotecnologia em nossa vida?” O percentual das respostas está demonstrado a seguir, na figura 12, com a análise da aplicação presencial e remota.

*Figura 12 - Percepção da Influência da biotecnologia no cotidiano. A maior parte dos estudantes identifica influência da biotecnologia no cotidiano.*



*Fonte: o autor*

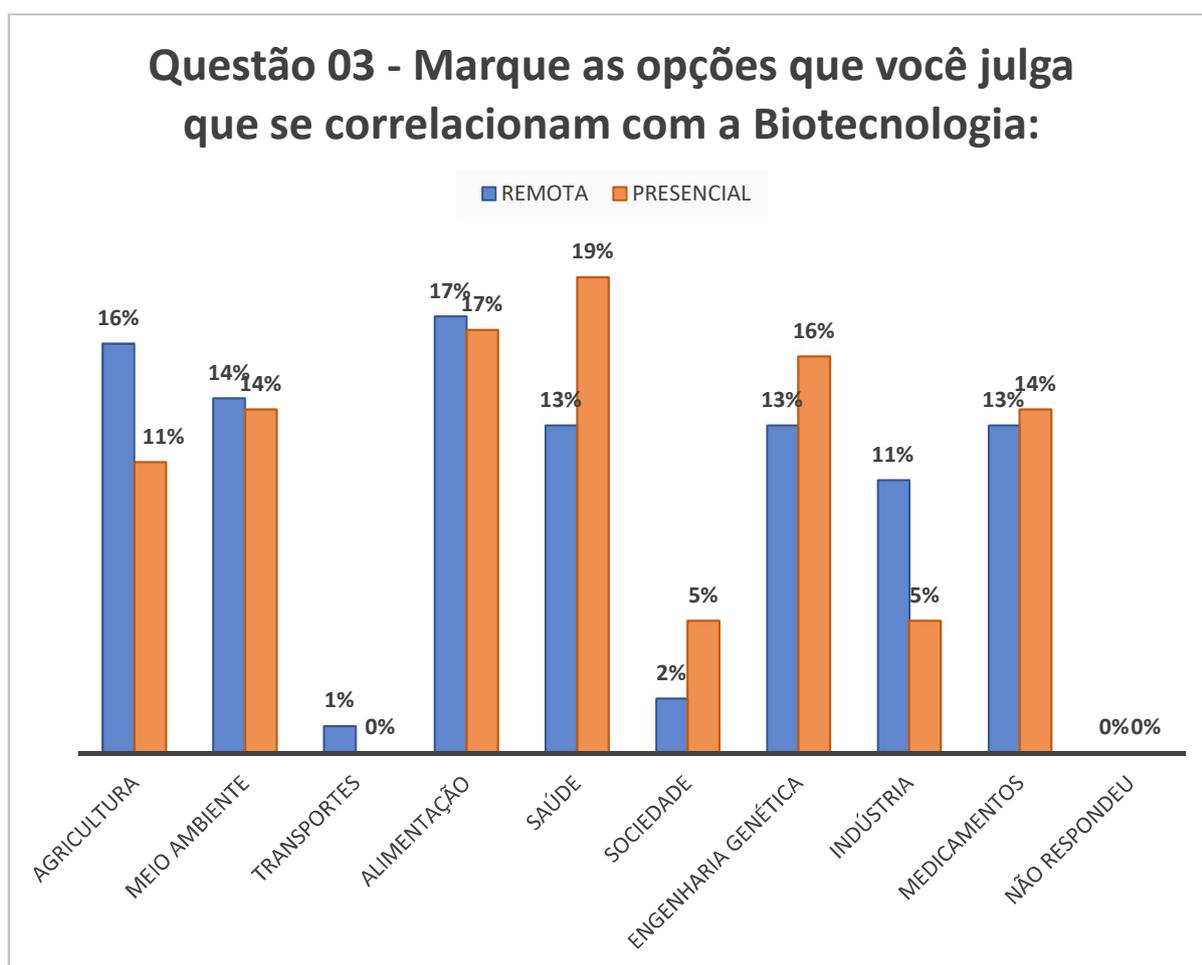
Analisando o gráfico representado na figura 12, percebemos uma semelhança nos dados obtidos entre a aplicação presencial e a aplicação remota. Nesta questão, a maioria das respostas aponta que os discentes conseguem entender que a biotecnologia tem influência sobre o seu cotidiano, mas não conseguem, comparando com a questão anterior, entender seu dimensionamento e a vasta interface que a mesma tem em nossa sociedade.

Conforme afirmam Borém e Santos (2001), muitos manifestam receio em relação a biotecnologia, devido a “velocidade em que a ciência avançou”. Isso, pode ser uma das justificativas que faz com que os estudantes reconheçam a biotecnologia no cotidiano, mas não consigam entender sua realidade e inferir sobre o seu real impacto na sociedade. Isso demonstra que os estudantes podem ter acesso a informação ou tiveram contato em alguma etapa da escolarização, mas apropriar-se

deste conhecimento, consolidar a habilidade e produzir a competência inerente a temática, nem sempre consegue ser alcançado.

A questão 03, solicitava aos discentes que descrevessem as opções que julgassem estar relacionadas a biotecnologia, independentemente da quantidade. Foram apresentados diversos setores onde, direta ou indiretamente, a biotecnologia está presente. Os dados podem ser observados na figura 13.

Figura 13 - Percepção de áreas influenciadas pela biotecnologia no cotidiano. O setor com maior apontamento foi o da Saúde na aplicação presencial e Agricultura, na aplicação remota. Na outra extremidade, está o setor de Transportes com nenhum apontamento na aplicação presencial e 1 (uma) indicação na remota.



Fonte: o autor

Todos os estudantes responderam a esta questão, marcando pelo menos 1 alternativa. Observamos que nas respostas dadas pelos estudantes em relação ao questionamento realizado, todos os setores informados no corpo da questão, à exceção dos transportes (considerando-se a aplicação presencial), tiveram pelo menos 1 marcação. Isso é um dado importante, pois demonstra que os estudantes

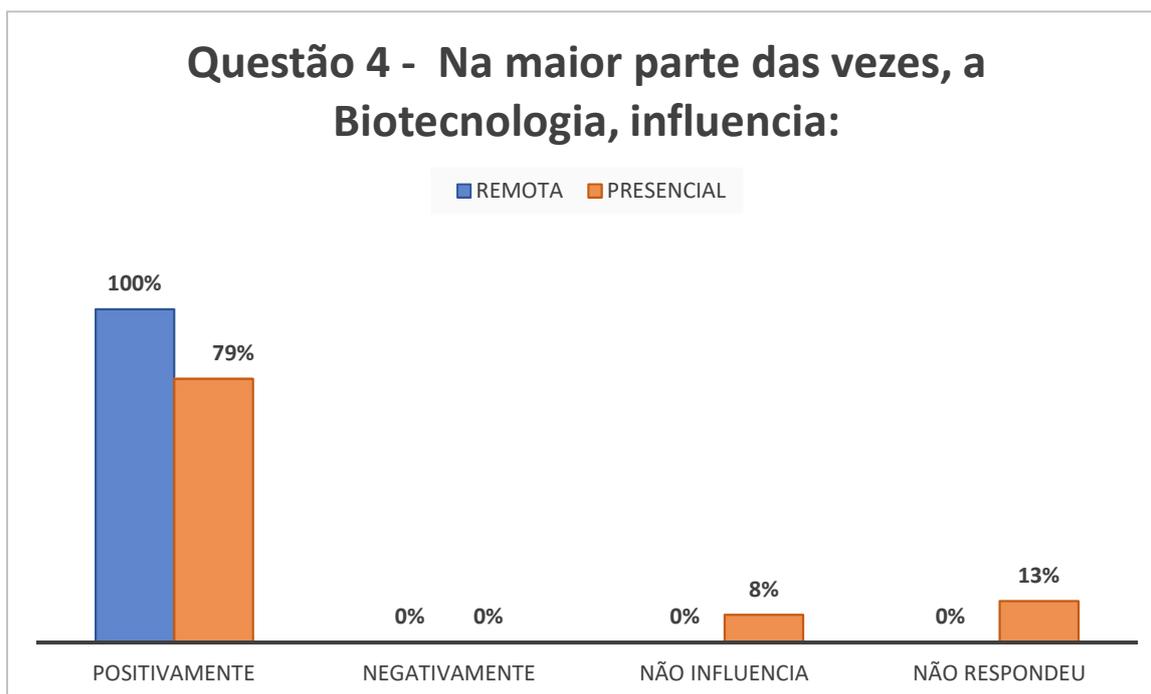
não conseguiam relacionar os mais diversos produtos e alternativas para a solução deste setor, nem visualizar em que está presente a biotecnologia. Podemos destacar neste setor a produção de combustíveis, a fabricação de materiais a partir de tratamento de fibras naturais e sintéticas, entre outros. Isso remete a uma falha na construção do conhecimento ao longo da trajetória acadêmica dos discentes que pode ter diferentes fatores: não consolidação da habilidade relativa a temática ou consolidação de maneira errônea por parte dos estudantes, escassez de tempo ao longo do ano letivo para abordagem do tema e dificuldades por parte do professor no domínio do conteúdo.

Sasseron e Carvalho (2011) reforçam que o ensino de ciências deve ser pautado na interação entre os estudantes e o professor, levando-os a construção de argumentação e alfabetização científica. Como já elencado, um dado positivo é que nenhum aluno também deixou de responder à pergunta. Isso demonstra que, mesmo não tendo consolidadas as competências relacionadas a biotecnologia, iniciou-se a sensibilização em relação a temática.

Analisando o gráfico representado na figura 13, percebemos algumas mudanças em relação as duas aplicações. Na aplicação presencial (a), despontam em indicações por parte dos pesquisados os setores de saúde (18%) e alimentação (16%) e engenharia genética (15%). Na remota (b), foram os setores de alimentação (16%), agricultura (15%) e meio ambiente (14%). Correlacionamos a dianteira destas três áreas, às respostas produzidas na questão 01. A maioria dos estudantes pautou a construção de suas respostas em algo relacionado a pelo menos um destes três setores. Presencialmente (a), segue a seguinte lista: meio ambiente e medicamentos (14%), agricultura (11%) sociedade e indústria (5% cada), sendo que o setor de transportes não foi elencado. Remotamente (b), a lista segue a seguinte ordem: saúde, engenharia genética e medicamentos (13%), indústria (11%), sociedade (2%) e transportes (1%). Associamos estas respostas às aulas de revisão dadas pelo professor pesquisador presencialmente na turma dos estudantes pesquisados e as atividades abordadas pelo Plano de Estudo Tutorados (PET), atividade adotada pela SEE-MG junto aos estudantes da rede estadual de ensino.

Por sua vez, na questão 4, os estudantes foram arguidos sobre como a biotecnologia, influenciam o seu cotidiano. Vejamos os resultados na figura 14, que apresenta gráfico comparativo entre as aplicações presencial (a) e remota (b):

Figura 14 - Apresenta a visão sobre a influência da biotecnologia no cotidiano. A maioria compreende atuação positiva da biotecnologia.



Fonte: o autor

A partir das respostas, podemos perceber que a maioria dos estudantes encara que a biotecnologia influencia positivamente em seu cotidiano (79% do perfil amostrado presencialmente (a) e 100% na pesquisa realizada de forma remota (b)). Esta diferença, mais uma vez, parece estar relacionada às atividades desenvolvidas remotamente com os PET, junto aos estudantes. Isso explica o fato da totalidade de respostas na aplicação remota, conseguir identificar a influência da biotecnologia. Outro fator que pode estar relacionado a estes cenários é a imagem defendida de que, com o avanço tecnológico, a qualidade de vida da sociedade melhorou (VALLE e SANTOS, 2008). Destaca-se nesse sentido, principalmente o aumento da expectativa de vida, a melhoria de tratamentos médicos e o acesso aos mesmos. Podemos apontar também a melhoria na dieta alimentar, transporte, produtos de primeira necessidade entre outros. Roberts (1991), nos traz o conceito de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), em uma abordagem que relaciona “Ciência no contexto social” e “CTS”, como aquelas que tratam das “inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico, solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social”. Esta definição é uma das propostas importantes para a construção das habilidades e competências que viabilizem a construção dessa visão de biotecnologia, que consiga promover uma “revolução em diversos aspectos da vida

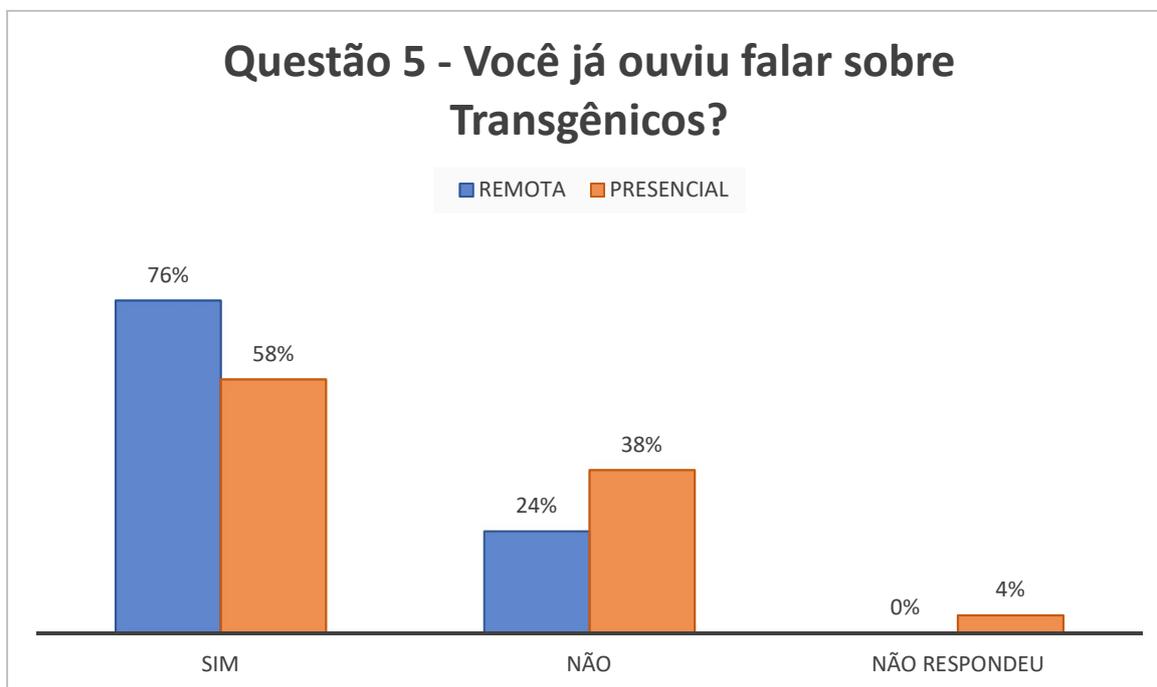
dos seres humanos e da relação destes com a natureza” (VALLE e SANTOS, 2008). Por outro lado, na aplicação presencial (a), vemos um número significativo de estudantes que não responderam à pergunta (13%). Isso também reflete que parcela considerável não conseguiu definir se existem impactos diretos ou indiretos da biotecnologia em seu cotidiano. Mais uma vez, evidencia falhas no processo de desenvolvimento das habilidades e competências referentes a biotecnologia, seus processos e produtos nestes discentes. Ainda de acordo com os dados, 8% da amostra não identifica influências da biotecnologia em seu cotidiano (na aplicação presencial (a)). Uma justificativa para esta visão, é o fato do conceito de “Ciência distante”, estar muito longe da população em geral. SILVA (2000), no seu trabalho Ciências biológicas e biotecnologia: realidades e virtualidades analisa que:

“ se a ciência, como conhecimento, não for algo acessível à sociedade  $\frac{3}{4}$  desde a escola primária até a universidade e, fora da escola, pela permanente informação científica correta, discreta e eficiente e pela prática em cada setor de atividade  $\frac{3}{4}$ , ela se transformará em atividade real apenas para um pequeno núcleo de privilegiados e em virtual para a maioria da população”.

Nenhum aluno, por sua vez, optou por classificar os efeitos biotecnológicos como negativos. Entendemos que isso se deve como já citado anteriormente, a imagem da ciência e tecnologia como responsáveis por resolver problemas do dia a dia, devido a uma visão que traz a ideia de que a resolução de problemas sociais ocorre por estas áreas (LIMA E JÚNIOR, 2014). Apontamos também como justificativa para esse dado que os estudantes podem associar a tecnologia apenas com o viés positivista, de progresso, e que não seja capaz de ter efeitos negativos, como por exemplo desconhecimento em relação aos efeitos a longo prazo do consumo de alimentos transgênicos, ampliação no uso de pesticidas agrícolas em algumas culturas devido à resistência no combate a pragas, entre outros.

A questão 5, perguntava aos discentes se já haviam ouvido sobre os transgênicos. A seguir, a figura 15 mostra o gráfico comparativo com os dados tabulados.

Figura 15 - Levantamento conhecimento sobre os transgênicos. A maioria dos pesquisados já ouviu falar sobre transgênico, mas um número significativo (35% na aplicação presencial e 24% na aplicação remota) nunca ouviu falar. Isto reflete uma falha na consolidação da Habilidade referente a este conteúdo.

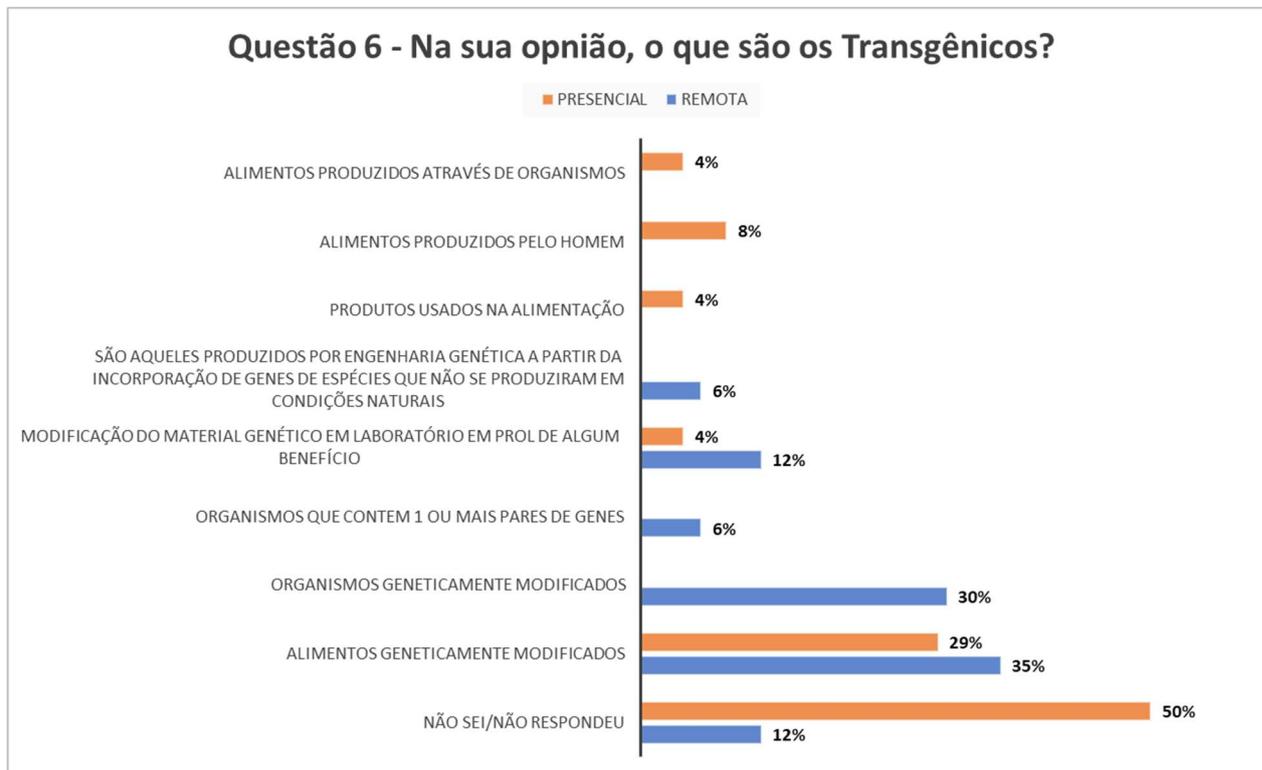


Fonte: o autor

Observamos que tanto na aplicação presencial (a) com 58% quanto na aplicação remota (b) com 76% os estudantes já ouviram falar sobre os transgênicos. Isso reflete que em algum momento da sua trajetória de vida, ouviram algo sobre esse tema. Percebe-se também que um número significativo (38% na pesquisa presencial (a) e 24% na pesquisa remota (b)), desconhecem sobre a temática. Mesmo com uma redução entre as duas aplicações (o que entendemos ter ocorrido devido as atividades desenvolvidas pelos PET mediadas pelo professor orientador mestrando), verificamos números altos de desconhecimento, por tratarem-se de estudantes do 3º ano do Ensino Médio.

A questão 6, arguiu os estudantes sobre o que acreditavam serem “transgênicos”. Obtivemos como respostas, os resultados apresentados no gráfico comparativo, da figura 16:

Figura 16 - Definição dos participantes sobre o conceito de transgênicos. Metade dos participantes não conseguem definir o conceito de transgênicos, e entre os que fazem, mais da metade restringe a alimentos.



Fonte: o autor

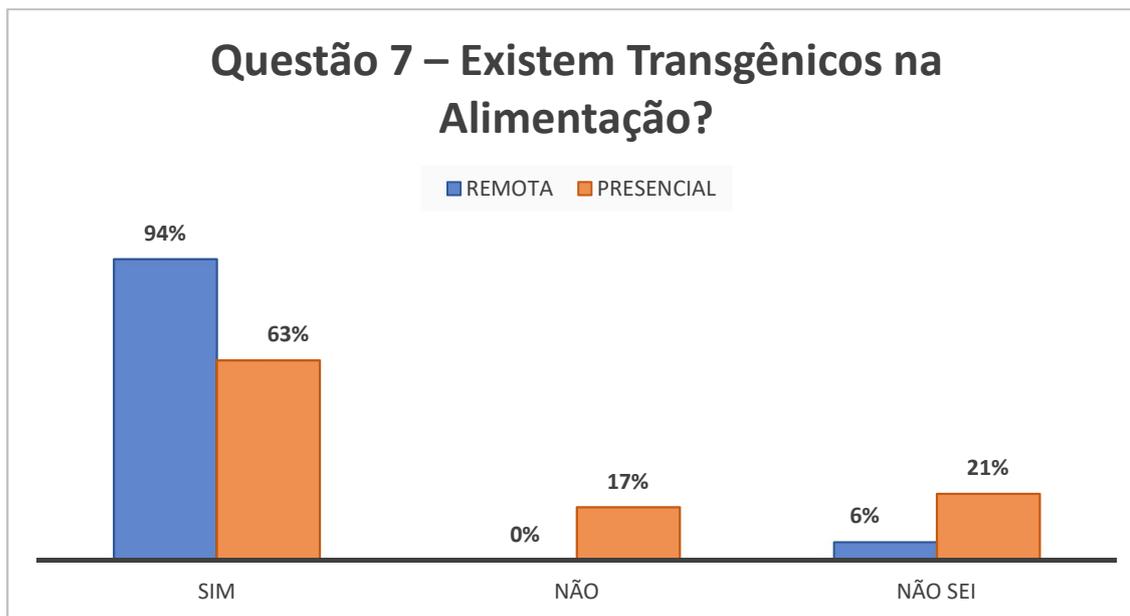
Na aplicação presencial (a), metade dos estudantes (50%), não sabiam ou não responderam à pergunta do questionário, contra 12% da aplicação remota (b). Podemos justificar este valor da aplicação presencial com o argumento que uma parcela significativa dos estudantes, mesmo que anteriormente tenham tido contato com o termo, não conseguem identificar e/ou definir o que são os transgênicos. Este fato parece ter sido modificado após a temática ser trabalhada com os discentes nos PET. Borem e Santos (2001), afirmam que a ansiedade e o receio da população em relação a biotecnologia são resultantes da falta de informação e apenas com tempo, poderá ser solucionado este problema e revelada a estes indivíduos os conceitos biotecnológicos, como os de engenharia genética, genética básica e biologia molecular. Os autores suscitam a discussão que, ações e práticas devem ser adotadas para solucionar estes problemas de desconhecimento ou desinformação.

Na aplicação presencial (a), 29% dos estudantes em comparativo a 35% na aplicação remota (b) definem os transgênicos como sendo “Alimentos Geneticamente Modificados”. Isso reflete uma visão restritiva em relação a temática, haja vista a grande diversidade de produtos e áreas que os transgênicos ocupam. Outra categoria

elencada tanto na aplicação presencial (a) como na remota (b), com respectivamente, 4% e 12% foi a de “Modificação do material genético em laboratório em prol de algum benefício”. Com estas respostas, concluímos que os estudantes entendem que só ocorre a modificação do material genético em laboratório, um ambiente distante do cotidiano, e por consequência, ocorre a geração de um transgênico. Outras respostas encontradas na aplicação presencial (a) referem-se as de “alimentos produzidos pelo homem”, com 8% das respostas e “produtos usados na alimentação” com 4%. Estas respostas estão ligadas a uma visão errônea, na qual os discentes encaram os gêneros alimentícios como exclusivamente transgênicos, não conseguindo distingui-los daqueles melhorados geneticamente ou mesmo de espécies que foram domesticadas. Na aplicação remota (b), os estudantes trazem outras três categorias: “organismos geneticamente modificados” (30%), “aqueles produzidos por engenharia genética a partir da incorporação de genes de espécies que não se reproduzem em condições naturais” e “organismos que contém 1 ou mais pares de genes”, ambos com 6% cada. Estas respostas demonstram um avanço em relação ao entendimento do termo no que tange a estruturação das ideias, mas mesmo assim, ainda um pouco rudimentar.

A questão 7, versa sobre se existem transgênicos na alimentação. O gráfico apresentado na figura 17 demonstra os resultados de forma comparativa, entre as duas aplicações:

Figura 17 - Percepção dos transgênicos na dieta alimentar. A ampla maioria percebe que existem transgênicos na alimentação.



*Fonte: o autor*

O gráfico demonstra que a maioria dos estudantes (63% na aplicação presencial (a) e 94% na aplicação remota (b)) acreditam que existem transgênicos na alimentação, contra 17% e 0% que acreditam que não existem transgênicos na dieta alimentar, nas respectivamente, nas aplicações. Essa diferença é entendida com base no fato da maioria dos estudantes associar os transgênicos aos alimentos, devido as campanhas de publicidade realizadas com estes produtos. Esta restrição dos transgênicos ao campo dos alimentos é comum entre a população, que não consegue vislumbrar outros organismos, como as bactérias usadas para produzir enzimas e hormônios (ex. Insulina), recuperação ambiental, na medicina e em outros segmentos (ALMEIDA, BORÉM e FRANCO, 2004). Outro aspecto que pode também corroborar para isso é que podem estar relacionados a simbologia (figura 18) que era obrigatória até 2018 em alimentos produzidos ou que apresentassem em sua formulação componente transgênico. Como já elencado, a não obrigatoriedade na rotulagem das embalagens de alimentos transgênicos com simbologia do T preto sobre o triângulo amarelo é em nosso entendimento um retrocesso, uma vez que a comunicação visual pode ser um mecanismo que aguça e pode despertar o interesse e a curiosidade no consumidor, afim de buscar informações e orientações sobre seu significado. Viviane Kunisawa *apud* Silva e Cachapuz (2007) afirma que no contexto de um direito à informação é que deve ser analisada a rotulagem para os alimentos transgênicos. Silva e Cachapuz (2007), ainda argumentam que “devido às constantes descobertas

científicas em vastas áreas do conhecimento, a proteção da dignidade da pessoa humana tornou-se necessária”.

Por sua vez, um número alto (21% na aplicação presencial (a) e 6% na aplicação remota (b)) não consegue inferir ou não identificam os alimentos transgênicos, reforçando nossa ideia de déficit no percurso escolar destes educandos. Entendemos que a redução entre a aplicação presencial e remota se deve ao fato de o conteúdo ter sido trabalhado junto aos estudantes nas atividades do PET estabelecido pela SEE durante o regime de atividades remotas.

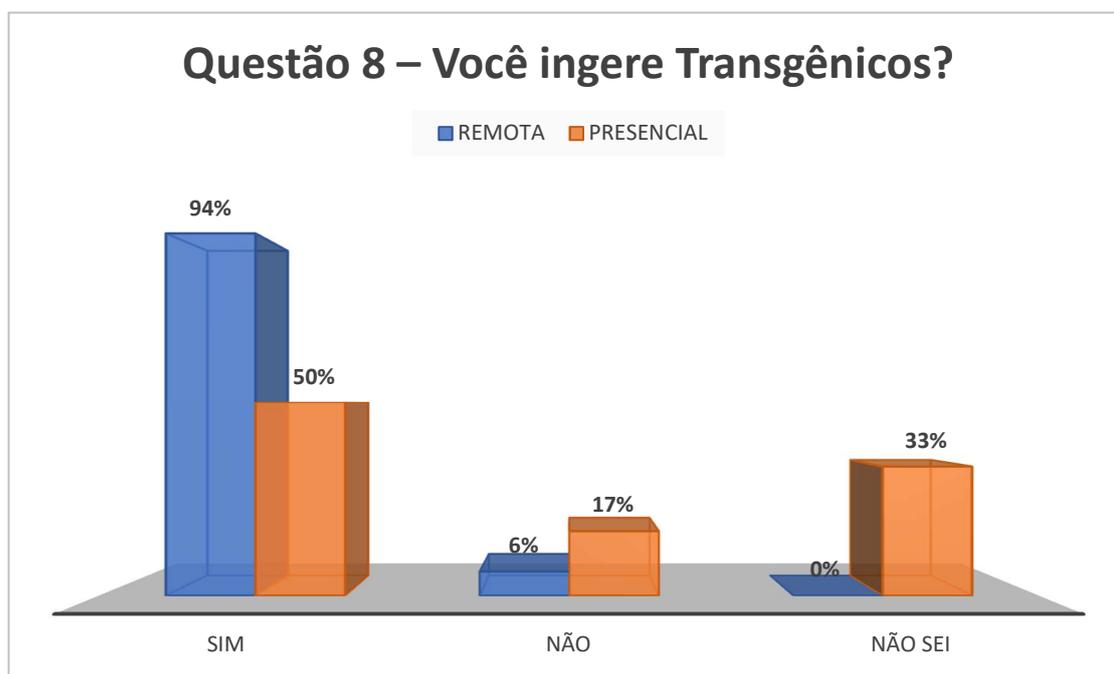
*Figura 18 - Simbologia dos transgênicos. Este símbolo é encontrado em alimentos e produtos transgênicos comercializados em território brasileiro.*



*Fonte: encurtador.com.br/afJLP*

A questão 8 estava relacionada ao consumo de transgênicos por parte dos estudantes, onde após tabulação, foram registrados os seguintes dados, demonstrados na figura 19:

Figura 19 - Levantamento sobre a percepção do consumo de transgênicos. Metade dos pesquisados na aplicação presencial e a grande maioria 94% na aplicação remota demonstra visualizar o consumo dos transgênicos.

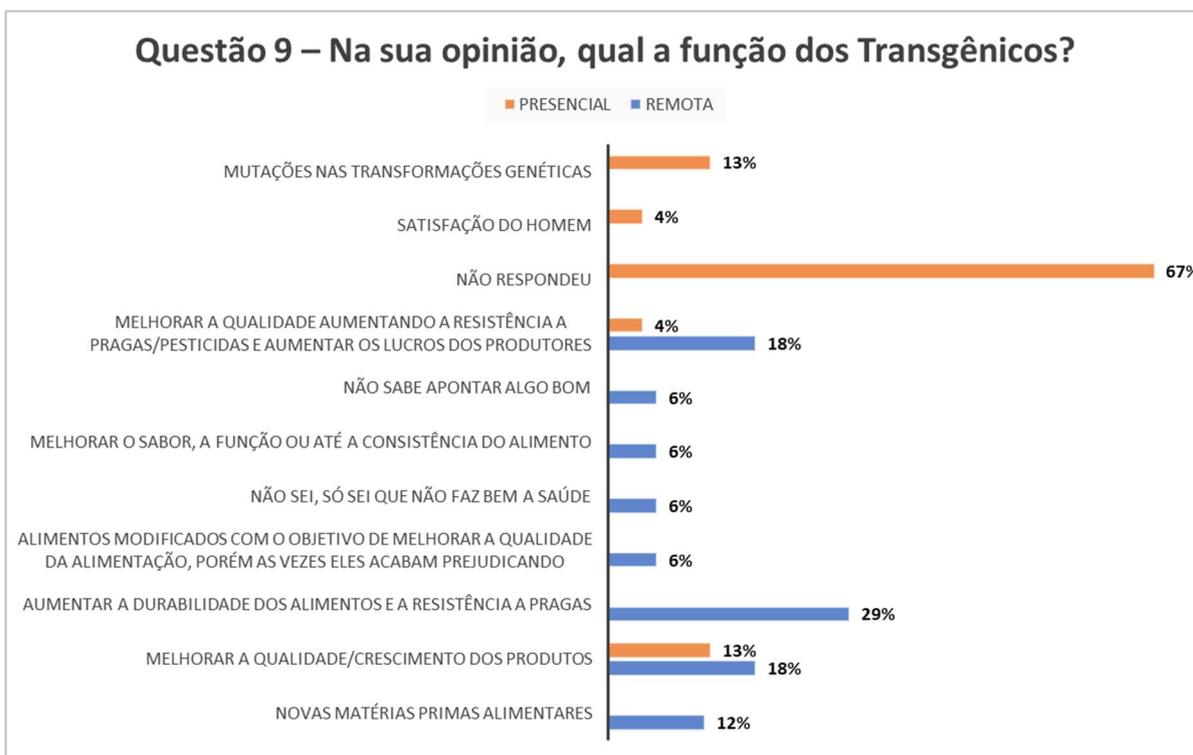


*Fonte: o autor*

Na aplicação presencial (a), metade dos estudantes consegue entender que fazem, em algum momento de sua dieta, ingestão de alimentos de origem ou que contenham componentes transgênicos. Esse índice eleva-se para 94% na aplicação remota (b). Reiteramos o fato da simbologia constante nas embalagens de alguns alimentos como um dos possíveis fatores de explicação desse percentual, além claro, das informações divulgadas pelos meios de comunicação, da trajetória escolar dos educandos, principalmente pelo fato do conteúdo ter sido abordado com eles este tema remotamente. Porém, 17% dos pesquisados na aplicação presencial (a) e 6% na aplicação remota (b) acreditam não fazer a ingestão de alimento transgênico. Pela visualização e análise dos questionários, tratam-se dos mesmos acadêmicos que acreditam que não existam transgênicos. Entendemos que esta resposta está atrelada novamente, a não consolidação por parte dos educandos das habilidades dessa temática. Outro aspecto a ser considerado é que nesta questão, durante a aplicação presencial (a), destaca-se um número elevado de estudantes que não responderam ou não sabiam: 33%. Não conseguimos identificar a partir da análise dos dados no questionário e do diário de bordo do professor pesquisador mestrando, razões que possam auxiliar na justificativa para esse percentual na aplicação presencial.

Por sua vez, a questão 9 estava voltada para o questionamento da função dos transgênicos. Os dados estão expressos a seguir na figura 20, que se trata de gráfico comparativo com as respostas dos estudantes nas aplicações presencial e remota:

*Figura 20 - Levantamento da percepção em relação a função dos transgênicos. Os dados demonstram que a maioria dos estudantes não entende a função dos transgênicos e os que o fazem, associam a alimentação.*



Fonte: o autor

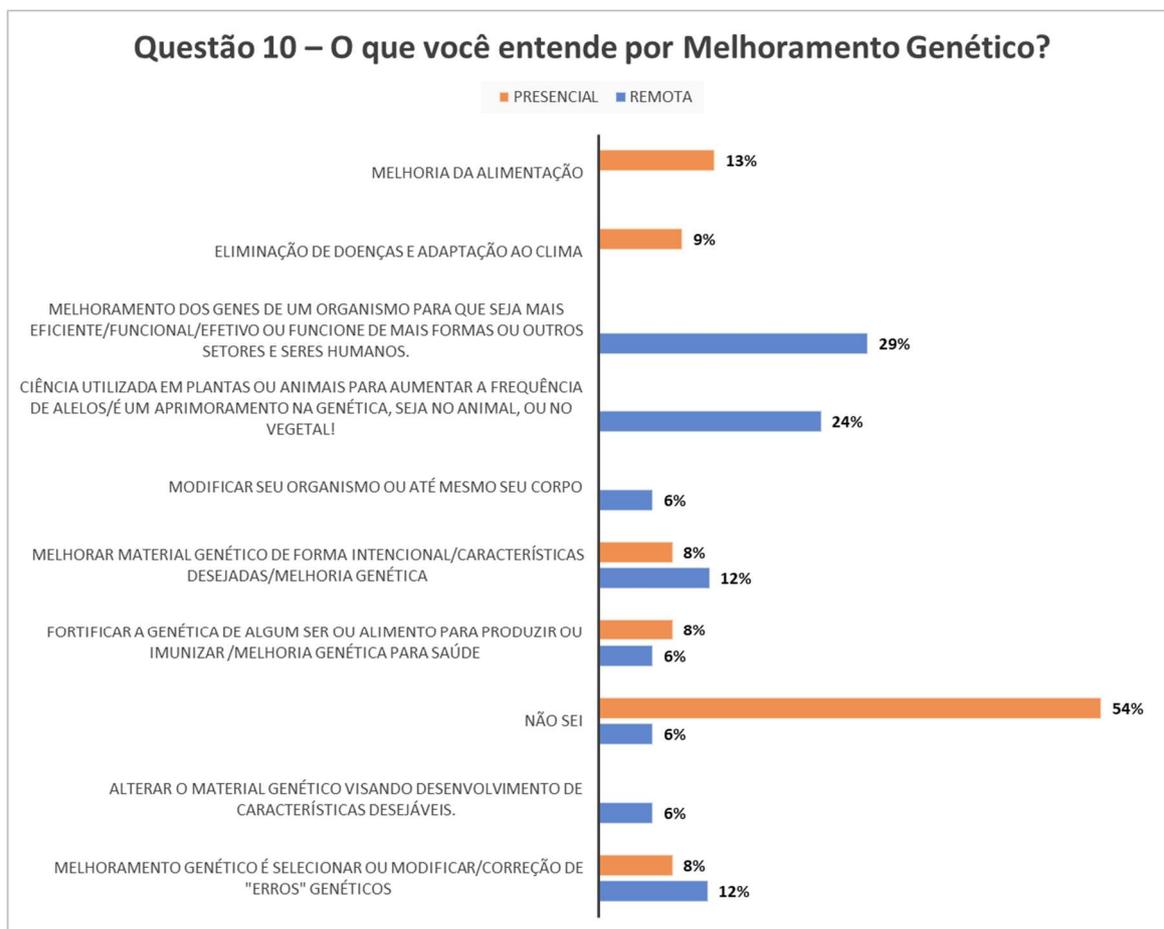
A maioria dos estudantes na aplicação presencial (a), 67%, não consegue ter clareza na função dos organismos transgênicos. Atrémos novamente a isso, dificuldades de pré-requisitos básicos na formação dos estudantes. As demais respostas foram: 13% “Mutações nas transformações genéticas”, 13% “Crescimento dos produtos”, 4% “Melhorar a qualidade aumentando a resistência a pragas/pesticidas” e 4% “Satisfação do homem”. Podemos perceber que os estudantes enxergam, nesse grupo de respostas, características que conferem vantagem aos transgênicos. Percebemos, no entanto, erros conceituais como a não clareza do sentido de mutação (que necessariamente estão relacionadas a mudanças no material genético dos organismos). Vemos também o retorno da associação à alimentação, muito em questão dos dados obtidos a partir da questão anterior, que

relacionava a ingestão ou não de alimentos transgênicos. Destaca-se também o mero entendimento de satisfação do homem na realização e construção destes produtos.

Por sua vez, na aplicação remota (b), obtivemos as seguintes categorias: “Aumentar a durabilidade dos alimentos e a resistência a pragas” com 29%, “Crescimento dos produtos” e “Melhorar a qualidade aumentando a resistência a pragas/pesticidas” com 18% cada, “Alimentos modificados com o objetivo de melhorar a qualidade da alimentação, porém as vezes eles acabam prejudicando”, “Não sei, só sei que não faz bem à saúde” e “Melhorar o sabor, a função ou até a consistência do alimento” com 6% cada. As respostas comparadas a aplicação presencial, continuam demonstrando uma visão restrita e, as vezes até errônea sobre os transgênicos, como a categoria em que o participante alega que não sabe a função, mas sabe que eles prejudicam a saúde. Isso é mais um fator que corrobora com nossa pesquisa e que pretendemos corrigir com a aplicação da SD.

A questão 10, relacionava-se ao entendimento do conceito de melhoramento genético por parte dos estudantes. As respostas estão expressas na figura 21, através de gráfico comparativo entre as aplicações presencial e remota:

Figura 21 - Levantamento da percepção sobre o conceito de Melhoramento Genético. Percebe-se evolução na concepção entre a aplicação presencial e a aplicação remota.



Fonte: o autor

Na amostra pesquisada, 54% dos estudantes não sabiam ou não responderam o que entendiam por melhoramento genético na primeira aplicação presencial (a). Por sua vez, esse número reduziu para 6% na aplicação remota (b). Através da análise dos questionários, percebemos que se trata de um conceito realmente não consolidado por parte dos discentes, uma vez que a maioria, por se tratar de questão discursiva, optou por justificar através do “não sei” o fato de não responder à questão, situação que não ocorreu no questionário remoto.

Um aspecto que ficou muito evidente foi a associação de melhoramento genético a correções e seleção de características (tanto no questionário presencial como no remoto). Destacamos por exemplo, na aplicação presencial (a), a categoria de “Melhoria da alimentação” com 13%, onde percebe-se novamente um grupo dos estudantes que, da mesma forma que os transgênicos, associa melhoramento genético a alimentação. Outros 9% relacionam o melhoramento genético a “Eliminação de doenças e adaptação ao clima”, o que nos permite avaliar que este

grupo de estudantes relaciona o melhoramento genético a avanços nas áreas da agricultura e saúde. A justificativa para isto, está na discussão ocorrida em aulas anteriores junto ao professor pesquisador mestrando, acerca dos materiais genéticos (DNA e RNA) e fatores que os influenciavam, durante uma revisão de conteúdo. Com 8% na aplicação presencial (a) e 12% na remota (b), temos as categorias “Correção de “erros” genéticos”. A categoria “Melhoria genética para a saúde” presencialmente (a) figura com 8% e remotamente (b) com 6%. As duas primeiras categorias deste bloco, entendemos que a justificativa para os apontamentos por parte dos estudantes também sejam as aulas de revisão realizadas pelo professor pesquisador mestrando.

Na aplicação remota (b) apareceram 4 (quatro) novas categorias: “Melhoramento dos genes de um organismo para que seja mais eficiente/funcional/efetivo ou funcione de mais formas ou outros setores e seres humanos” com 29%, “Ciência utilizada em plantas ou animais para aumentar a frequência de alelos/É um aprimoramento na genética, seja no animal, ou no vegetal”, com 24%, “Modificar seu organismo ou até mesmo seu corpo” e “Alterar o material genético visando desenvolvimento de características desejáveis”, ambas com 6%. Percebemos nestas 4 categorias intrínseco nas respostas, a concepção por parte dos estudantes relacionada a manipulação genética. Percebe-se também a associação de que alterações no genótipo podem produzir alterações fenotípicas.

Finalizada a discussão dos dados do questionário pré-sequência, a seguir, realizaremos a discussão da aplicação da SD com os estudantes, de maneira mais descritiva das etapas realizadas pelo professor pesquisador mestrando.

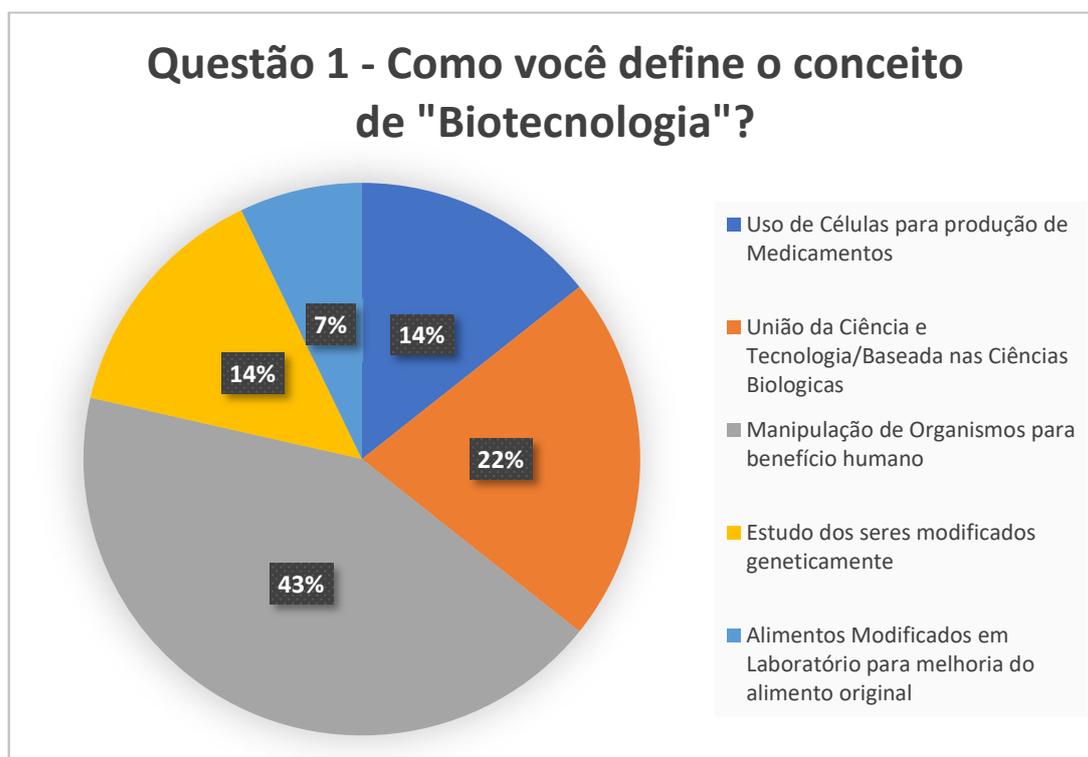
## **5.2 Análise do questionário pós-sequência didática**

A aplicação do questionário pós-sequência didática foi realizada logo após a entrega dos vídeos ao professor pesquisador mestrando por parte dos estudantes, com prazo de até 7 dias após o envio. Esta estratégia foi adotada para se evitar que alguma informação fosse perdida, por se passar muito tempo da construção do roteiro e produção dos vídeos para a resposta ao questionário.

Como o questionário pré-sequência didática, este instrumento de coleta de dados foi construído com questões discursivas e objetivas (estas de uma ou mais alternativas). O mesmo foi aplicado aos estudantes, de maneira remota, por meio da

ferramenta Google Formulários. A proposta desse questionário foi avaliar os efeitos da sequência didática e das discussões promovidas ao longo do projeto junto aos estudantes. O instrumento conta com 11 questões, e para a análise dos dados também foi utilizada a técnica de Bardin (1977). Os resultados da tabulação estão apresentados a seguir, através dos gráficos organizados um para cada questão. A primeira questão está apresentada na figura 22, através de gráfico demonstrativo:

Figura 22 - Respostas dos estudantes sobre o conceito de biotecnologia. Nota-se que a maioria dos estudantes associa esta área do conhecimento a manipulação de organismos.



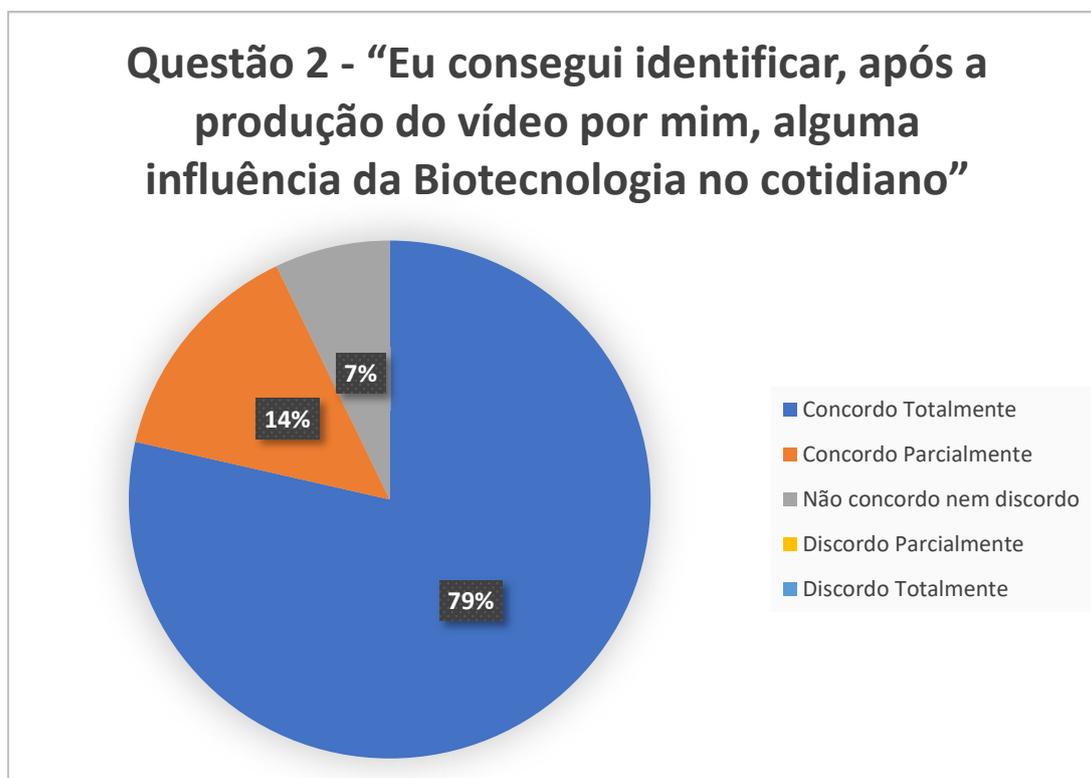
Fonte: o autor

Percebemos pelo gráfico, que a maior porcentagem dos estudantes associa a biotecnologia como “manipulação de organismos para benefício humano”, com (43%). Percebemos este dado como positivo, haja vista que pode ser utilizado como apontamento de que os estudantes desenvolveram a competência, mesmo que ainda em nível baixo, sobre a visão geral de biotecnologia, quando comparamos com os dados obtidos pelos questionários pré-sequência e intermediário. A segunda categoria apontada numericamente pelos estudantes, com 22% traz uma definição que não é incorreta, mas restritiva, que entende a biotecnologia como uma “interface entre a Ciência e Tecnologia”, oriunda das ciências biológicas. Entendemos que esse grupo de estudantes iniciou o processo de entendimento sobre o tema, o que acreditamos

ser fruto do trabalho desenvolvido nessa SD. Em terceiro lugar, aparecem duas categorias com 14% dos apontamentos: “uso de células para a produção de medicamentos” e “estudo dos seres geneticamente modificados”. Estas duas categorias apresentam algumas das atividades desenvolvidas pela biotecnologia. Entendemos que os estudantes que apresentaram essas respostas, fizeram a associação devido as informações que mais amplamente são divulgadas pela mídia em relação a biotecnologia. Por sua vez, a quinta categoria elencada nas respostas foi a de “alimentos modificados em laboratório”, o que entendemos uma clara associação aos transgênicos. Foi confirmada uma ampliação do conhecimento dos discentes em relação as respostas dadas nesta questão com as questões semelhantes nos questionários aplicado antes da SD. Isso corrobora positivamente nosso entendimento de que as ações executadas na SD, tenham influenciado esse resultado.

A segunda questão tratava-se de uma afirmação em que os discentes deveriam optar por uma das opções de respostas. O resultado está representado na figura 23, através de gráfico:

*Figura 23 - Percepção da Influência da biotecnologia no cotidiano. A maioria dos estudantes, consegue verificar alguma influência.*

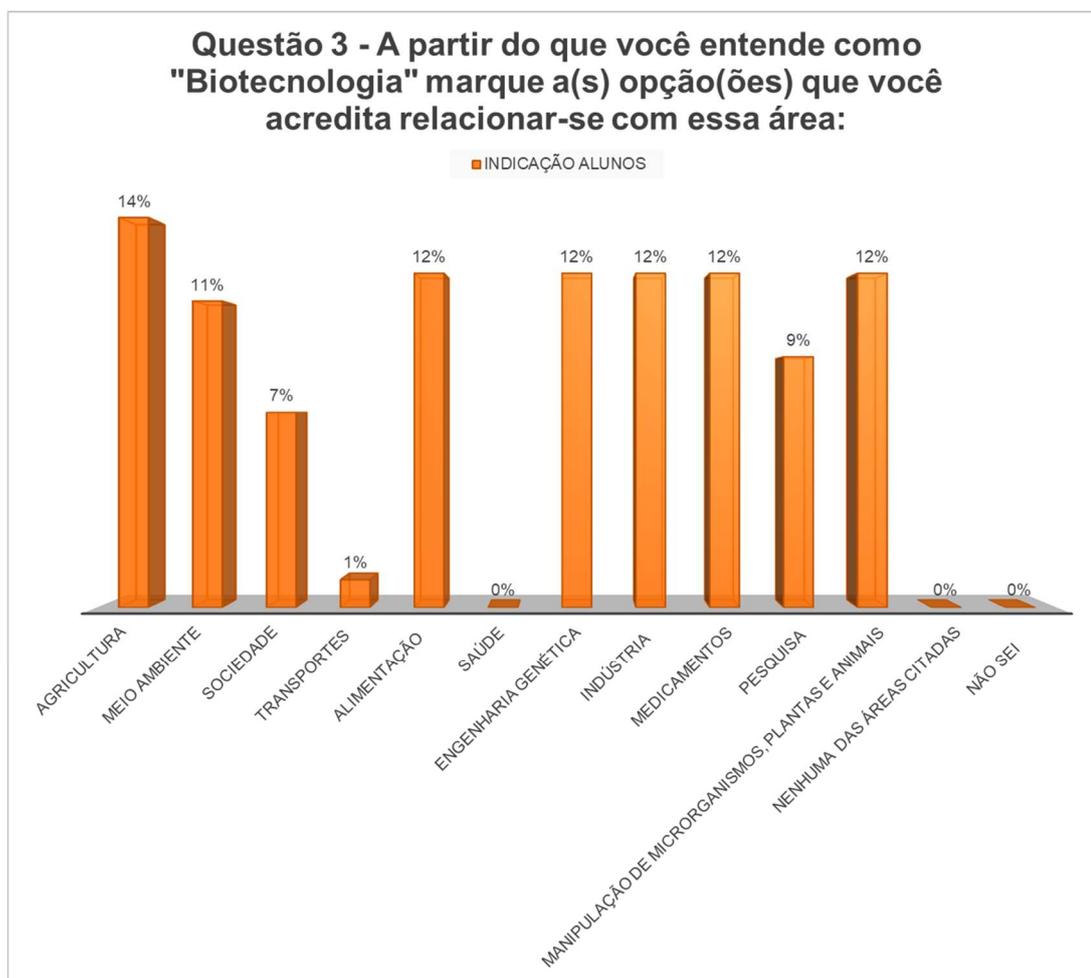


*Fonte: o autor*

Os resultados demonstram que 93% dos estudantes pesquisados (onde 79% concordam totalmente e 14% concordam parcialmente com a afirmação), conseguem identificar a influência da biotecnologia no cotidiano. Esse dado vem ao encontro do dado levantado na pesquisa pré-sequência e intermediária, onde a maioria dos estudantes também identifica a presença da biotecnologia em seu cotidiano. Esse diagnóstico, entendemos que reforça a importância de atividades que se utilizam de SD, e em especial a proposta por estes autores, demonstrando-se ponto forte que pode corroborar para a abordagem de temáticas como a de biotecnologia e transgênicos. Cerca de 7% do perfil amostral tem posicionamento neutro, o que possivelmente representa uma parcela dos estudantes que não conseguiu estabelecer totalmente a consolidação das habilidades e competências referentes a temática, ou simplesmente, não conseguiu formular opinião e hipóteses bem sedimentadas sobre o tema. Um dado importante comparando-se com os questionários iniciais (pré-sequência e intermediário) é que nenhum aluno deixou de responder ou não sabia, opções que apareceram no diagnóstico inicial. Entendemos essa situação como positiva e de resultado da SD.

Na questão 03, o aluno foi solicitado a apontar áreas, em que conseguisse identificar a presença da biotecnologia. Sobre tal questionamento obtivemos os seguintes dados, demonstrados a seguir através da figura 24:

Figura 24 - Apontamentos pelos estudantes de áreas correlacionadas a biotecnologia. Observa-se como nos dados do pré-teste a Agricultura e setores como Alimentação, Engenharia Genética, Medicamentos em destaque.

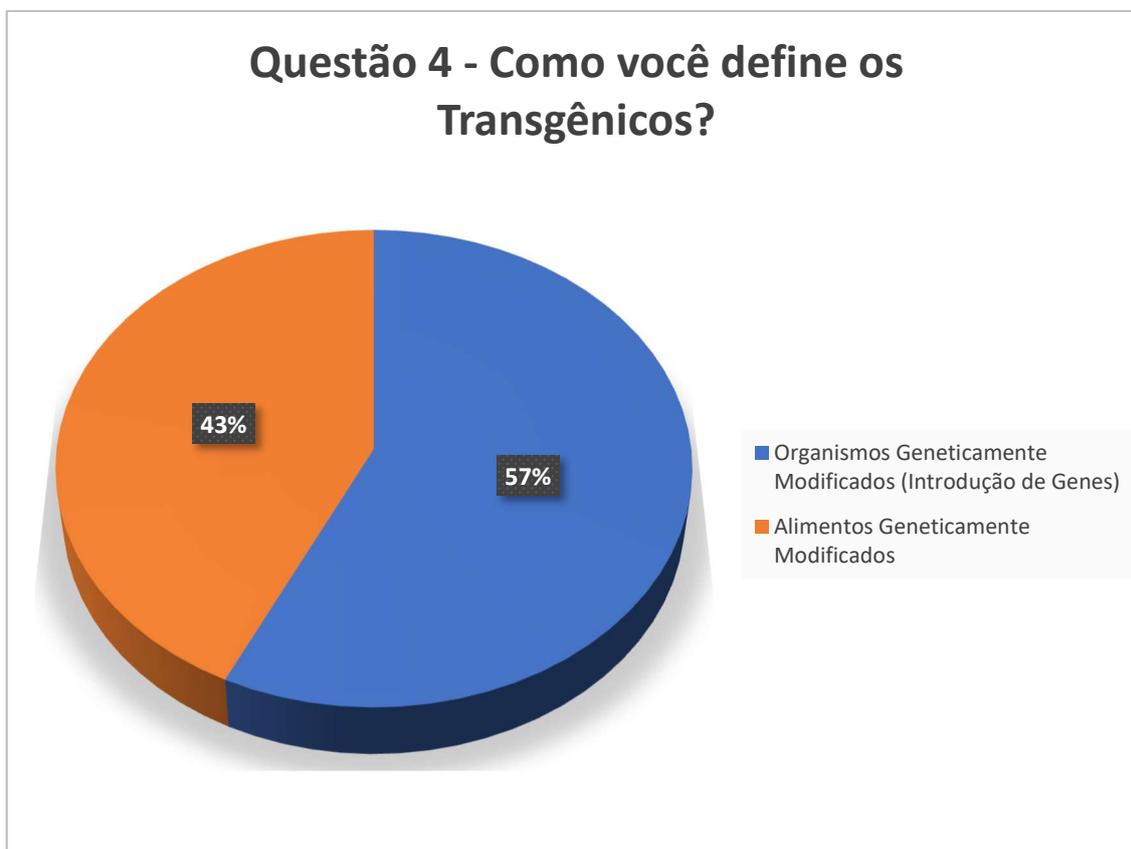


Fonte: o autor

Os dados obtidos demonstram que os estudantes conseguiram adquirir uma visão mais ampla das áreas de atuação da biotecnologia e a encaram como uma área diversificada, quando comparamos com os apontamentos remetidos no questionário pré-sequência e intermediário. Apenas o setor da saúde, com nenhum apontamento neste questionário pós-sequência, foge à regra. Através da análise dos dados do questionário, diário de bordo e perfil dos pesquisados, não foi possível apontar fator que consiga justificar esse resultado. Destaque para o setor da agricultura (como o mais elencado entre as categorias), seguido pelos setores de alimentação, engenharia genética, indústria, medicamentos e manipulação de organismos.

Na questão 04, os participantes responderam, qual seria a definição para os transgênicos. As respostas estão elencadas em 2 categorias, representadas em estrutura gráfica na figura 25:

Figura 25 - Definição de transgênicos - As respostas foram divididas em duas categorias: Organismos Geneticamente Modificados pela inserção de genes (a maioria do público amostral) e Alimentos Geneticamente Modificados.

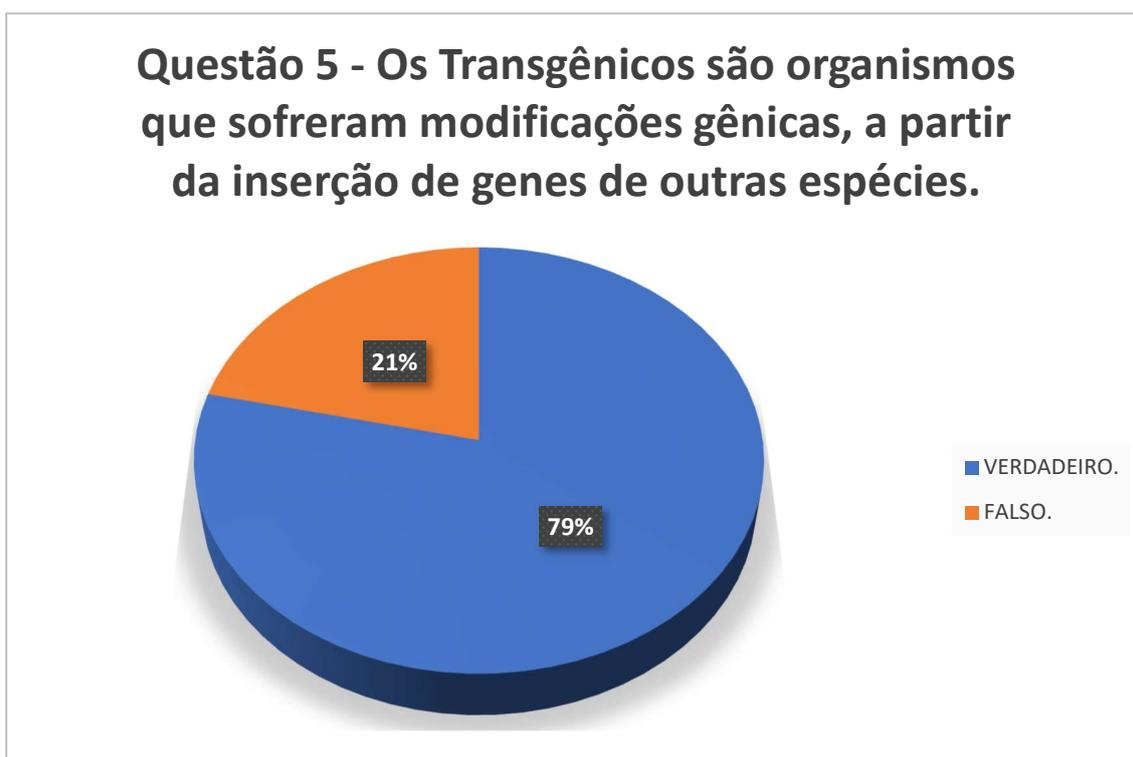


Fonte: o autor

Como observa-se, foram estabelecidas duas categorias a partir das respostas dadas pelos estudantes participantes. A maioria (57%) conseguiu entender a técnica de transgenia, identificando estes como produzidos a partir da inserção de genes de espécies distintas, em uma espécie receptora. Entendemos que isso esteja relacionado a aplicação da SD, que conseguiu auxiliar na consolidação dessa habilidade. Os demais estudantes participantes (43%), definem transgênicos como “alimentos modificados geneticamente”, ainda com uma visão restrita apenas à alimentação. Reiteramos nosso entendimento de que isso ocorre devida a grande veiculação e difusão de informações, exemplos e até mesmo, ao fato da proximidade dos estudantes desses produtos. Mas, entendemos que podemos melhorar a elucidação desse aspecto ao longo de nova aplicação da SD, dando maior ênfase na abordagem investigativa, com a incorporação de temáticas voltadas a apresentação e divulgação de outros produtos transgênicos como vacinas, enzimas e outros.

A quinta questão do questionário fazia uma afirmação em relação aos transgênicos, em que os estudantes participantes deveriam julgar em Verdadeiro ou Falso: “Os transgênicos são organismos que sofreram modificações gênicas, a partir da inserção de genes de outras espécies”. Os resultados são demonstrados na forma de gráfico na figura 26:

*Figura 26 - Entendimento do conceito de transgênico. A maioria dos estudantes conseguiu compreender o conceito básico de um transgênico.*



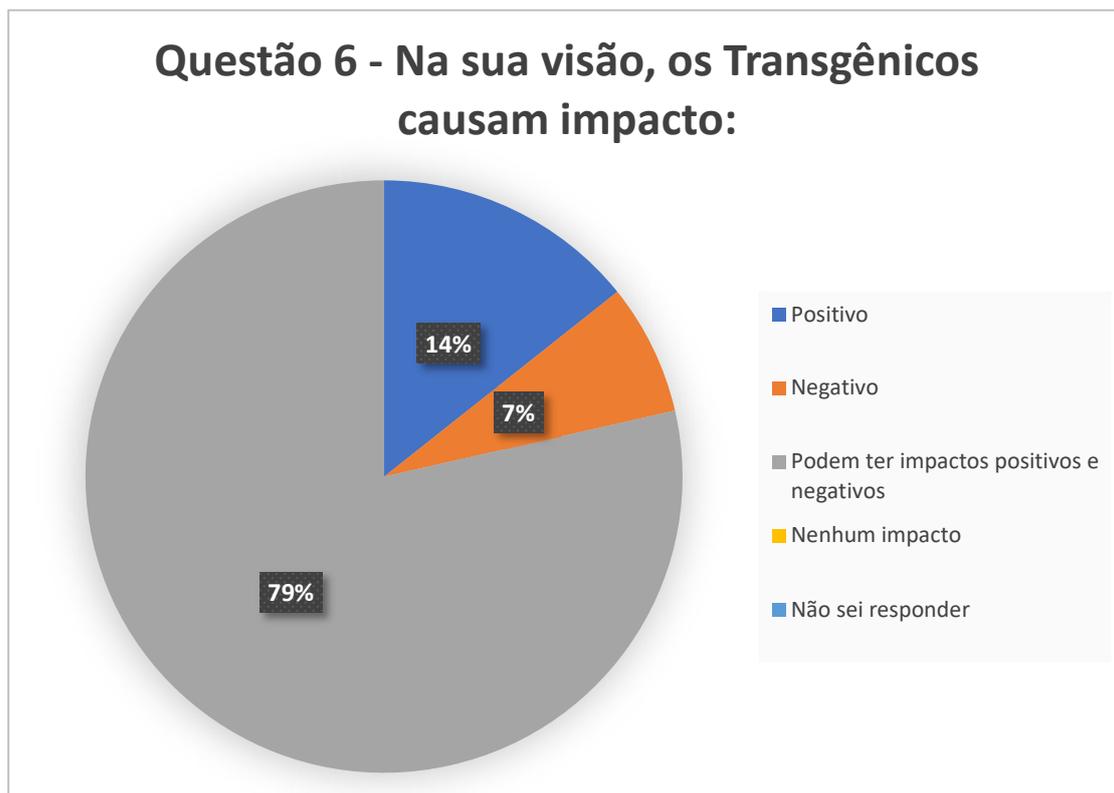
*Fonte: o autor*

A maioria dos participantes, com 79% conseguiram efetivamente entender o conceito básico de um transgênico, optando por assinalar a alternativa verdadeira. A consolidação dessa competência e habilidade era a proposta inicial desta SD, o que através desse resultado, temos o sentimento de dever parcialmente cumprido. Mas é importante salientar que 21% do público participante ainda não conseguiu consolidar essa habilidade. Como citado na questão anterior, entendemos que isso é um ponto que nos faz repensar a própria estrutura da SD, com o intuito de promover modificações e ajustes de forma a reduzir ainda mais esse percentual de estudantes que não alcançaram essa competência. É importante salientar também que fatores

externos, que possivelmente não foram verificados devido a aplicação remota, possam ter influência sobre esse resultado.

A sexta questão solicitava aos estudantes manifestarem sua visão em relação aos transgênicos, o que podemos visualizar na figura 27:

Figura 27 - Visão dos estudantes em relação ao impacto dos transgênicos. A maioria percebe que podem ocorrer impactos positivos e negativos.



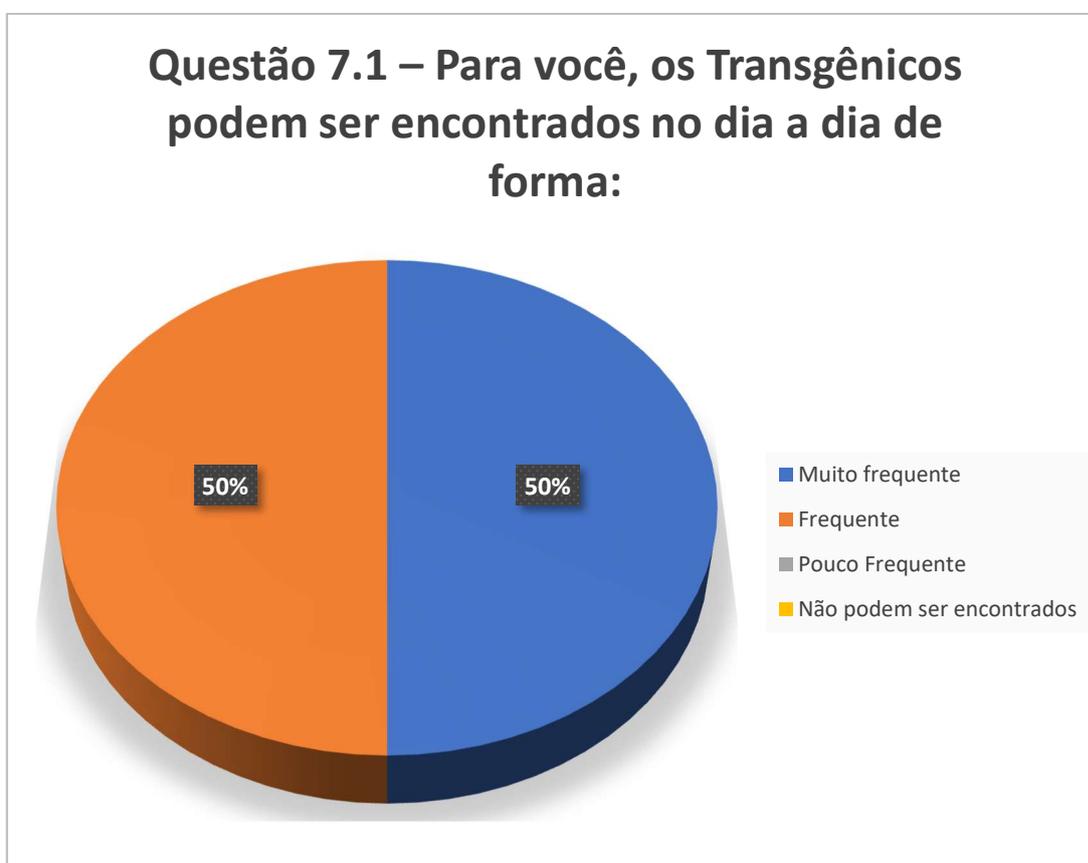
Fonte: o autor

A maioria dos pesquisados (79%) consegue entender que os transgênicos podem ter impactos positivos e negativos. Avaliamos esse resultado como consequência da proposta abordada na SD, pois um dos tópicos que deveriam ser abordados pelos estudantes nos vídeos de divulgação científica era justamente sobre os impactos provocados por estes produtos biotecnológicos, o que corrobora a nossa defesa pela utilização desta proposta de SD. Destacamos também que 14% veem os transgênicos com impactos positivos e 7% visualiza estes organismos com impactos negativos. Em relação aos dados obtidos por estes dois segmentos do público participante, analisamos que esta visão e posicionamento podem estar pautados no

acesso ao material pesquisado pelo discente, com tendência ao destaque de argumentos favoráveis ou contrários, respectivamente nessa situação.

A questão 07, tratava sobre a frequência em que o estudante identificava a presença dos transgênicos no cotidiano, e foi subdividida em duas partes, em que ocorria condicionamento das respostas. A primeira parte da questão arguia aos estudantes sobre a visão que eles possuíam em relação à presença dos transgênicos no cotidiano. As respostas estão apresentadas no gráfico a seguir, pertencentes a figura 28:

*Figura 28 - Percepção dos estudantes em relação a frequência dos transgênicos. Todos os participantes consideram frequente a presença.*



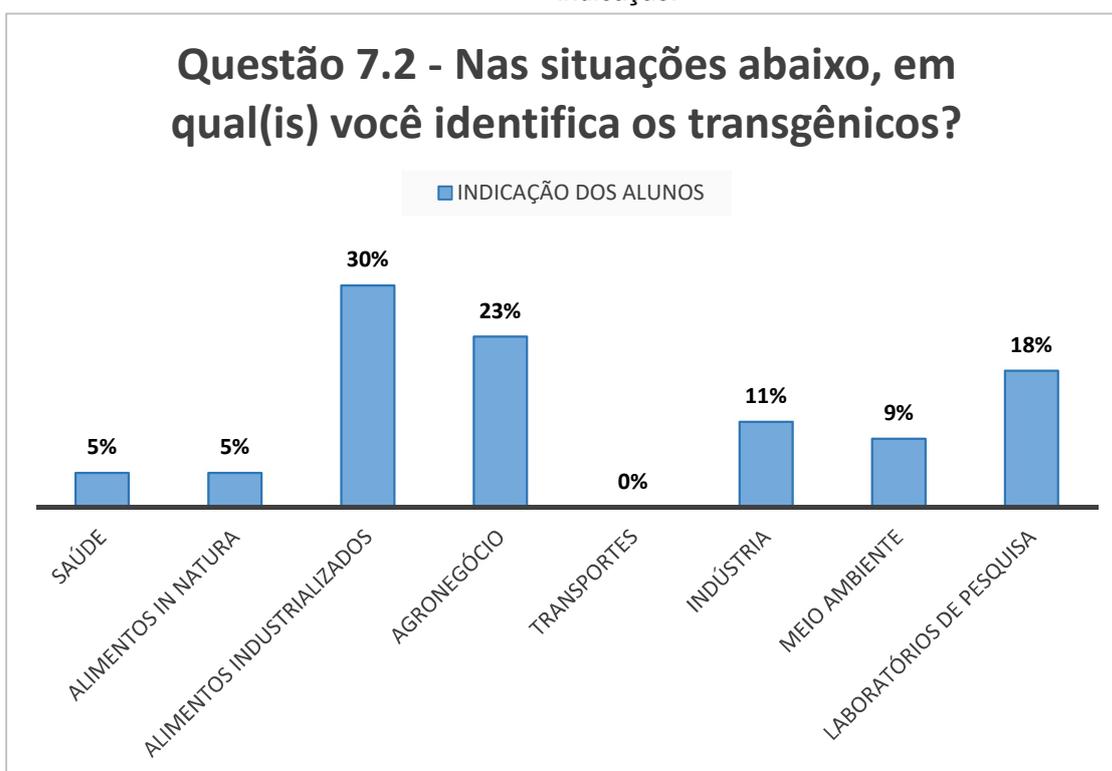
*Fonte: o autor*

Percebe-se que todos os estudantes associam a frequência dos transgênicos como muito frequente (50%) ou frequente (50%). Isso é um dado importante, pois pode ser um indicativo de que os estudantes, após a aplicação da SD, passaram a observar ou pelo menos, especular a presença dos transgênicos no dia a dia. A sensibilização dos estudantes para esta temática é um dos objetivos que esperávamos alcançar com a esta proposta de trabalho. E avaliamos que este cenário

de resposta demonstrado nessa questão, pode ser considerado como um indicativo de que este objetivo foi alcançado.

A segunda parte, solicitava ao estudante que em caso de identificação da frequência de transgênicos (mesmo que pouco frequente), indicar entre as opções listadas, quais seriam possíveis situações que teríamos a presença dos transgênicos. Os dados estão expressos na imagem gráfica, figura 29:

*Figura 29 - Situações em que os estudantes identificam os transgênicos. Destaque para os Alimentos Industrializados com maior índice de apontamentos e o setor de Transportes, com nenhuma indicação.*



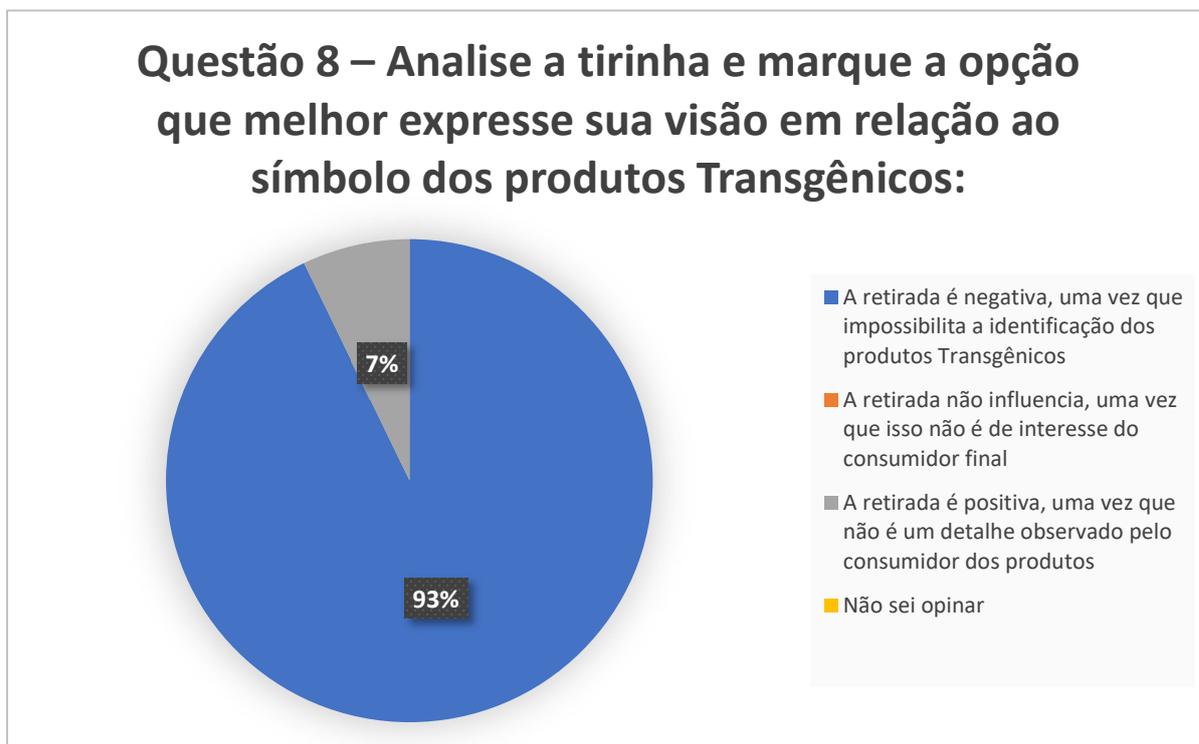
*Fonte: o autor*

Nesta etapa do questionário, foram ofertadas aos estudantes opções de áreas e situações em que os mesmos deveriam inferir se identificavam ou não a presença dos transgênicos. Os alimentos industrializados despontam como a área com maior percentual de apontamentos (30%). A nosso ver, isso reflete o fato de que a primeira forma em que a maior parte das pessoas associa e visualiza os transgênicos é através dessa categoria, devido a toda exposição publicitária relacionada a esses produtos. O agronegócio (figurando com 23%) foi a segunda opção mais apontada. Associamos também esse percentual a visão dos transgênicos ligados aos alimentos, pelos motivos elencados na primeira opção. Pontuamos como fator de destaque duas

situações: 18% apontam que os transgênicos são encontrados em laboratórios de pesquisa e nenhum aluno apontou a presença no setor de transportes (0%). A primeira, remete uma visão restritiva, de que os transgênicos estão presentes apenas em ambientes laboratoriais, e não estão próximos da sociedade. Por sua vez, o não apontamento do setor de transportes, demonstra novamente uma situação diagnosticada no questionário pré-sequência: os estudantes não identificam, por exemplo, a presença de produtos como os biocombustíveis produzidos a partir de biomassa transgênica no dia a dia. Esse é um ponto que ainda não foi consolidado por esse público pesquisado, e merece atenção em uma próxima aplicação da SD.

A questão 08 trazia uma charge que discutia sobre a não obrigatoriedade do símbolo dos transgênicos em rótulos e embalagens. Após a leitura da charge, eram ofertadas algumas alternativas sobre o tema, onde o aluno deveria optar pela que representasse sua opinião. A figura 30 apresenta esses resultados:

*Figura 30 - Visão dos estudantes em relação ao símbolo dos transgênicos. 93% acredita que a retirada das embalagens é negativa.*



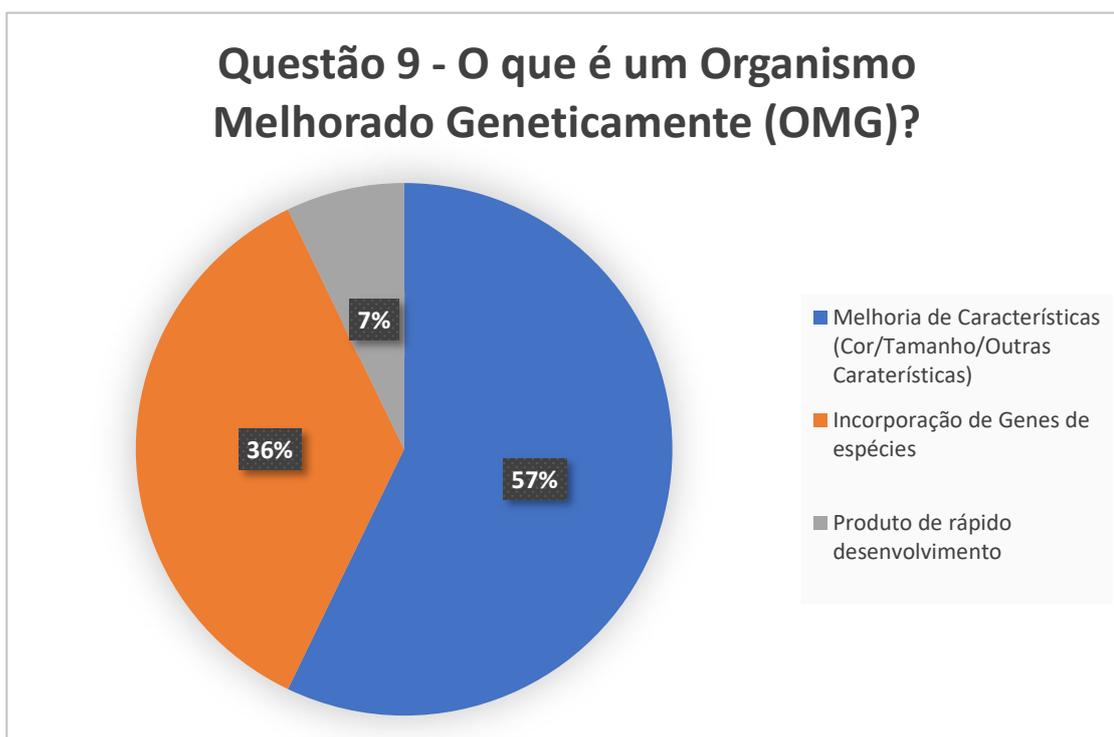
*Fonte: o autor*

Os resultados demonstram que 93% dos estudantes encaram como negativa a retirada do símbolo dos alimentos transgênicos das embalagens. Pudemos perceber ao longo da construção dos roteiros e na execução dos vídeos, que a presença do

símbolo na embalagem dos produtos, é encarada pela maioria como uma forma de identificação da presença de transgênicos ou de componentes transgênicos no alimento. Reiteramos a visão dos autores desse trabalho que a informação deve ser ofertada ao consumidor, como mais uma forma de comunicação e informação para a população em geral. No entanto, 7% não vê problemas na retirada do símbolo das embalagens, pois acredita que a presença deste símbolo não influencia no consumo ou na recusa de alimentos e/ou produtos de origem transgênica. Respeitamos veementemente esse ponto de vista e entendemos que ele é muito importante para a construção de um debate sobre essa temática.

A questão 09 fazia referência aos organismos melhorados geneticamente, conforme demonstra os dados expressos na figura 31:

Figura 31 - Entendimento dos estudantes por Organismos Melhorados Geneticamente. Uma parcela significativa consegue entender o conceito básico de um OMG.



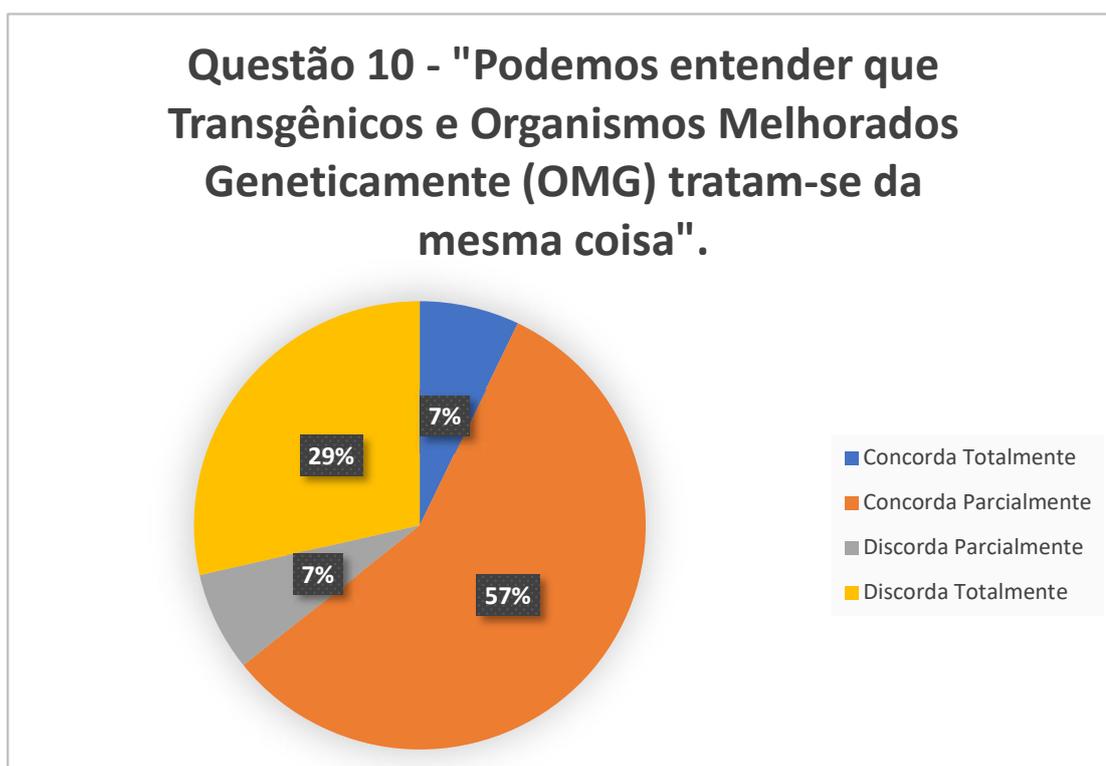
Fonte: o autor

Os dados coletados apontam que 57% dos estudantes conseguiram consolidar o conceito de um OMG. Isso é um dado importante, pois no questionário pré-sequência e intermediário, apenas 12% na aplicação presencial (a) e 29% na aplicação remota (b), haviam conseguido compreender este conceito. Entendemos mais uma vez que esse dado pode ser um resultado obtido devido a aplicação da SD.

Observamos também que, 36% ainda faz alguma confusão e associação com o conceito de transgênico. Analisando o percurso de aplicação da pesquisa, os dados coletados e o diário de bordo do professor mestrando, verificamos que essa situação apontada nos resultados pode estar relacionada à semelhança das siglas: Organismos Geneticamente Modificados (OGM) e Organismos Melhorados Geneticamente (OMG). Tal situação foi percebida na etapa de correção e orientação dos vídeos produzidos pelos estudantes pelos pesquisadores. Portanto, justificamos esse resultado à esta situação. Figura também com 7% no apontamento das respostas, um grupo de estudantes com uma visão exclusiva dos OMG como “produtos de rápido desenvolvimento”, o que entendemos estar ligado a uma das possíveis características que podem ser selecionadas em produtos originados a partir da técnica de melhoramento genético. Percebemos que esses alunos, não consolidaram completamente essa competência referente à temática de melhoramento genético, o que também é um indicador a ser melhor trabalhado e elaborado numa próxima aplicação da SD.

A última questão trazia uma afirmação sobre os transgênicos e OMG. Os resultados são expressos a seguir, através da figura gráfica 32:

*Figura 32 - Associação entre transgênicos e OMG. A maioria dos estudantes ainda confunde os dois termos.*



*Fonte: o autor*

Os dados coletados nessa questão demonstram um avanço em relação a diferença de transgênicos e OMG: 29% discordam da afirmação, o que demonstra terem ciência de que se tratam conceitos distintos. Outros 7% ainda tem fazem alguma confusão em relação aos conceitos, discordando parcialmente da afirmação, o que configura que alguma etapa do processo de construção desses conceitos não foi totalmente efetivada. Mas, por tratarem-se de conceitos comumente associados e também, pela situação identificada ao longo da pesquisa de confusão de siglas dos OMG e OGM, 57% concordam parcialmente e outros 7 % concordam totalmente com a afirmação. No primeiro grupo, entendemos que ocorreu uma sensibilização em relação a temática trabalhada, mas não se conseguiu dar prosseguimento no processo de formação de habilidades e competências capazes de promover nesses estudantes a desassociação destes conceitos. Por sua vez, o grupo de alunos figurantes nos 7% dos apontamentos, não conseguiu compreender a diferença entre estes dois conceitos, o que demonstra um ponto a ser reavaliado em futura aplicação desta SD, de forma a ser melhor trabalhado esse tópico, de maneira a melhorar esse percentual de alunos capazes de realizar a diferença entre os dois conceitos. Esse dado de confusão entre os conceitos de OMG e transgênicos também foi percebido nos questionários de pré-sequência e questionário intermediário.

Finalizada a etapa de análise dos questionários, no próximo tópico realizaremos uma discussão sobre a aplicação da SD junto aos estudantes.

### **5.3 Aplicação da Sequência Didática**

A aplicação da SD ocorreu remotamente, com orientação aos estudantes e execução das etapas por meio do aplicativo WhatsApp, e-mail e ferramentas de comunicação digital como o Google Meet e o Google Formulários. Após a aplicação dos questionários pré-sequência didática e intermediário, o professor pesquisador mestrando agendou uma aula por meio da plataforma Google Meet, com o intuito de realizar discussão com os estudantes sobre o tema, suscitar ideias, conceitos e promover orientações gerais sobre estrutura dos vídeos, conteúdo e eventuais dúvidas que pudessem ocorrer.

Como ocorreu de maneira remota, para garantir acesso aos estudantes de maneira facilitada e atingir o maior número de participantes possíveis, foram criadas

três oportunidades de aulas, ficando de livre escolha o dia e horário de participação por parte dos estudantes. Entendemos que essa adaptação ao projeto se fez necessária, haja vista que com a mudança da rotina de estudos e atividades dos estudantes, novas oportunidades de participação devem ser ofertadas aos mesmos. Avaliamos que esta estratégia teve impacto positivo, uma vez que contamos com a participação significativa dos estudantes nesta etapa (cerca de 50% dos 35 alunos iniciais da pesquisa). E aos estudantes que não puderam participar em nenhum dos três momentos de interação, ocorreu a busca por parte dos alunos e também do professor para esclarecimento das suas dúvidas, auxílio na organização das ideias, e discussão de conceitos.

As aulas tiveram em média duração de 20 minutos, na modalidade dialogada. Entende-se por este tipo de aula, as atividades onde o professor possui uma postura de mediador, fomentando as discussões, realizando algumas intervenções quando necessárias, mas sempre oportunizando a fala dos discentes.

Inicialmente, o professor pesquisador mestrando iniciou a aula com uma rápida apresentação de slides, apresentando o tema do trabalho e colocando a seguinte situação problema: uma embalagem de salgadinho (figura 33) que é um alimento industrializado e que possui em sua composição milho de origem transgênica. Foi solicitado aos estudantes que apontassem o que existia na embalagem. As principais respostas giraram em torno dos “produtos químicos” para conservação (aditivos, estabilizantes, corantes, realçadores de sabor entre outros). Foi apontado também, o símbolo dos transgênicos presente na embalagem. Acreditamos que essa identificação e apontamento tenha ocorrido por dois motivos: primeiro pelo layout do símbolo que se destaca na embalagem, mesmo que estando localizado na parte inferior e de tamanho reduzido, e também ao material de aula trabalhado com os estudantes durante as atividades do PET. O professor mediador sugeriu, que os estudantes fizessem uma “visita” a dispensa de suas casas ou aos armários da cozinha, para identificar outros possíveis alimentos que possuíssem esse símbolo.

Figura 33 - Imagem de salgadinho industrializado com componente transgênico.



Fonte: adaptação realizada pelo autor

A participação dos estudantes foi inicialmente baixa, mas ao longo da aula, foi aumentando de forma significativa. Mesmo com poucas considerações e hipóteses ao início da aula, a discussão baseou-se sobre a constituição do alimento, significado da simbologia dos transgênicos e o consumo ou não do produto. Anotações do diário de bordo do professor mestrando apontam alguns comentários realizados pelos estudantes, como por exemplo, a importância da presença do símbolo nas embalagens e nos produtos. Outro ponto também levantado pelos estudantes foi o de que os transgênicos estariam presentes em alimentos industrializados. Isso vem ao encontro de um dado levantado nos questionários pré-sequência didática e intermediário, em que os estudantes associam os transgênicos a produtos industrializados, mas por vezes não percebem que são participantes também de alguns alimentos in natura, e outros produtos do nosso dia a dia.

Um ponto importante a ser destacado é que, após essa discussão inicial e levantamento de ideias, os estudantes foram orientados sobre o passo a passo do trabalho. Novamente, foi informado aos mesmos tratar-se de pesquisa de mestrado do professor orientador mestrando e que o foco seria avaliar a percepção e entendimento dos estudantes do ensino médio sobre a temática dos transgênicos. O esclarecimento de toda a proposta de trabalho, orientações e procedimentos a serem

seguidos contou com a participação dos estudantes. Inicialmente pudemos observar que, para os estudantes, a ideia de construir o vídeo foi tida como difícil. Mas, ao longo da aula e com a colaboração de outros colegas, esta resistência inicial foi sendo perdida. Esclareceu-se aos estudantes que seria enviado logo após a aula, lista com sugestão de sites de pesquisa sobre a temática e de programas de edição e criação de vídeos (Apêndice III).

Pontuamos também que a proposta dos vídeos a serem produzidos pelos estudantes deveria ser sob uma visão de divulgação científica. Para facilitar a compreensão deles dessa proposta, foi explicado que no material audiovisual produzido por eles, deveriam constar no vídeo informações que esclarecessem a população conceitos sobre os seguintes temas: biotecnologia, OMG e transgênicos. A todo momento foi frisado aos estudantes que ao longo do processo de construção dos vídeos, o professor orientador mestrando estaria à disposição para auxiliá-los.

Além desta lista de sites, periodicamente através do WhatsApp (no grupo da turma pesquisada e de maneira individual) eram colocadas informações sobre o vídeo e de incentivo a participação dos estudantes. Esta é uma postura que surtiu efeito positivo ao longo da aplicação da SD, uma vez que os estudantes se sentiam assistidos e com uma orientação mais próxima, o que fez amenizar um pouco os impactos da impessoalidade do ambiente virtual. Foi acordado também junto a direção da escola onde o professor mestrando é lotado em regência de aulas, a possibilidade de utilização do laboratório de informática por parte de algum aluno, caso fosse necessário. Para isso, seria realizado agendamento com o professor pesquisador mestrando e junto a direção da escola, e seguidos todos os protocolos sanitários devido a pandemia da COVID-19. É importante relatar que não houve necessidade do público participante nesta pesquisa desta alternativa. Mas sugerimos aos professores que queiram replicar essa SD, tomarem esse cuidado de maneira a torná-la uma prática inclusiva, e não de segregação dos estudantes.

Para a construção dos vídeos, foi acordado com os estudantes o período de 2 (duas) semanas, devido ao atraso no cronograma de execução do projeto. Foi acordado também que, após o recebimento do material audiovisual, o professor orientador mestrando realizaria a análise do conteúdo teórico abordado nos vídeos, com o intuito de verificar possíveis inconsistências e informações incorretas. Nos casos detectados, o aluno foi orientado sobre o ponto a ser corrigido, novamente sugerida bibliografia suporte de auxílio a correção, e solicitado o novo envio do vídeo

corrigido. A escolha da forma de envio do vídeo ficou a critério do aluno, desde que o mesmo fosse realizado de maneira digital: e-mail, WhatsApp, *link* de Drive e compartilhamento de pasta foram as formas que os estudantes remeteram os vídeos ao professor.

Realizada as correções, a divulgação dos vídeos ocorreu na rede social Instagram oficial da Escola que sedia o projeto, na 1ª Mostra de Ciências, ocorrida de maneira remota (*link* para consulta e algumas imagens no apêndice VI). A escolha da rede social foi feita devido ao alto poder de comunicação com o público em período de escolarização, alvo desta pesquisa. Os vídeos também foram divulgados na página oficial do Facebook da escola, outra rede social de ampla comunicação com os estudantes e Comunidade Escolar. A intenção dos pesquisadores em dar publicidade ao trabalho dos estudantes é a valorização dos trabalhos, e promover a alfabetização científica através de atividades de divulgação científica junto ao corpo discente, Comunidade Escolar e público externo a escola. Além disso, os estudantes ficaram extremamente satisfeitos de terem os seus trabalhos valorizados e divulgados como material de divulgação científica. Esclarecemos aqui, que estamos considerando a “divulgação científica” em sua versão mais ampla e abrangente, que abarca sites de revistas, jornais, redes sociais, entre outros veículos de comunicação.

Os vídeos produzidos pelos estudantes estão a disposição para eventuais consultas além das redes sociais supramencionadas, em arquivos na nuvem de drive do professor mestrando, como forma de preservar os direitos autorais dos produtores e resguardar os trabalhos de possíveis perdas. Foi criado também um mural no site Padlet, com todos os vídeos produzidos pelos estudantes, que está disponível em: <https://padlet.com/praxedessilva2/8gdh6afsw90ik6de>.

Avaliamos a aplicação da SD como positiva, superando todas as expectativas em relação a modalidade remota. A mesma demonstrou-se aplicável remotamente e presencialmente, o que é de extrema valia. A SD configura-se como uma estratégia que pode ser adotada junto a estudantes do ensino médio, pois é exequível tanto presencialmente como remotamente. As ferramentas utilizadas ao longo da atividade demonstraram-se de baixo custo, e na sua grande maioria já são de acesso dos estudantes. Mas reforçamos a importância de o professor atentar-se às dificuldades que possam surgir e promover adaptações na SD, de acordo com a sua realidade.

No apêndice IV, existe um manual voltado ao professor que busque executar essa sequência didática, com algumas sugestões de práticas e ações que podem ser

efetuadas. Reiteramos novamente que essa SD possui as possibilidades de aplicação em regime presencial, regime remoto ou híbrido (parte das etapas presenciais e parte remota). Outro ponto a se destacar são os produtos obtidos dos estudantes: superaram as expectativas iniciais dos autores deste trabalho positivamente. Como toda atividade, um ponto a ser considerado é que não ocorreu a participação de todo o perfil amostral inicial da pesquisa, o que já era esperado por parte dos autores. Por tratar-se de participação voluntária e que foi bem esclarecido aos participantes através dos TA e TCLE fornecidos aos mesmos, avaliamos que a redução no número de participantes não prejudicou o andamento da pesquisa. O retorno também por parte de alguns estudantes é mais demorado que no presencial, mas nada que interfira na qualidade ou nos resultados obtidos ao longo do projeto. Problemas pontuais de falta de conexão à internet ou acesso à equipamento de celular/computador em determinados períodos por parte de alguns estudantes foram detectados ao longo da aplicação. O contato constante do professor orientador mestrando com os estudantes facilitou a identificação destas situações e a solução foi realizada de maneira individualizada, com o estabelecimento de novos prazos. Tais situações devem ser consideradas pelo professor que se utilizar dessa SD.

Contudo, em uma análise ampla, defendemos que a utilização desta SD é uma ótima estratégia para os professores de biologia no que se refere a temática dos transgênicos, por apresentar resultados concretos de sucesso em sua implementação e possuir muito mais pontos positivos que pontos a serem melhorados.

Finalizada a etapa de aplicação da SD, como já citado, os estudantes foram submetidos ao questionário pós-sequência, agora com o intuito de analisar os efeitos das atividades desenvolvidas nos conceitos, habilidades e competências dos estudantes participantes, instrumento já analisado no tópico anterior.

Dessa maneira, no próximo tópico faremos uma avaliação sobre a pesquisa desenvolvida, sob uma visão geral.

#### **5.4 Avaliação da pesquisa**

Cumpridas todas as etapas previstas no projeto, analisando-se os resultados obtidos e reflexão por parte dos autores, avaliamos a pesquisa sob uma ótica positiva. Os resultados junto aos estudantes foram considerados satisfatórios, e destaca-se a qualidade dos vídeos produzidos pelos mesmos.

Não podemos deixar de lembrar também a pandemia da COVID-19 que ocorreu logo no início da implantação da pesquisa junto aos estudantes. Essa situação obrigou os autores a realizar uma reformulação da SD e das etapas a serem cumpridas pelos estudantes. Alguns problemas enfrentados para a aprovação da pesquisa junto ao COEP-UFMG pelos autores é outro ponto a ser destacado que acarretou atraso no início da pesquisa, mas não prejudicou em nada os resultados obtidos.

É válido aqui destacar a participação dos estudantes durante a pesquisa: mesmo com todas as dificuldades e problemas enfrentados por eles na implantação do regime remoto de atividades escolares, que ocorreu de forma abrupta, os estudantes se empenharam e participaram ativamente da pesquisa, e sob mediação do professor pesquisador mestrando, conseguiram cumprir todas as etapas propostas na pesquisa. Evidente que isso não ocorreu em sua totalidade, mas quase a metade do público inicial da pesquisa (cerca de 49% dos estudantes) participaram das atividades. Consideramos esses dados excelentes, por se tratar de uma escola inserida em uma região de vulnerabilidade social, como já exposto anteriormente pelos autores, e as situações particulares que cada aluno perpassa dentro do seu ambiente familiar, ao longo do regime remoto de atividades escolares.

A divulgação dos trabalhos na 1ª Mostra Virtual de Ciências deu visibilidade aos produtos dos estudantes e, ao mesmo tempo, serviu como uma ferramenta de divulgação do conhecimento científico junto à população em geral e Comunidade Escolar, alcançando assim um dos objetivos específicos da pesquisa, que é o fomento aos trabalhos de divulgação científica baseados na proposta de metodologia ativa e do ensino de ciências por investigação.

Finalizada esta análise da pesquisa, apresentaremos a seguir, propostas e perspectivas futuras em relação a este trabalho.

## **6 PERSPECTIVAS FUTURAS**

Concluída essa etapa de aplicação e verificada a possibilidade real e efetiva de aplicação dessa SD, tanto nos regimes presencial, remoto e híbrido, esperamos realizar os ajustes necessários, afim de que produzir um instrumento que seja útil aos docentes que abordam a temática dos transgênicos no Ensino Médio.

Outro ponto almejado é que, com a divulgação dos vídeos produzidos pelos estudantes, informações referentes aos transgênicos sejam amplamente divulgadas à Comunidade Escolar atendida e a população em geral, como um mecanismo de levar as informações e conceitos científicos com uma linguagem mais acessível e palatável a sociedade.

Oportunamente, realizar nova aplicação da SD, com intuito de estabelecer mais dados comparativos para, sempre, ir melhorando a proposta inicial.

## **7 CONCLUSÕES**

Verificamos que no público pesquisado, através dos questionários pré-sequência didática e intermediário, existiam muitas habilidades e competências não consolidadas, no que se refere ao conteúdo de genética básica, e em especial nas temáticas de biotecnologia, transgênicos e OMG. Isso corrobora a importância da criação de estratégias diversificadas para auxílio e mediação junto aos discentes pelos docentes e na construção do processo de ensino aprendizagem, justificando assim o nosso produto que é essa SD.

Toda proposta de construção da SD foi pautada na concepção de um instrumento que sirva para abordagem junto aos estudantes na temática de biotecnologia e transgênicos.

A mudança de cenário com a entrada da pandemia de COVID-19, forçou adaptações a estrutura e formatos da SD, que saiu de uma concepção presencial, para uma aplicação remota. Adaptações nas etapas, foram realizadas, de forma a atender esse novo formato. Frente a esse desafio, a mesma demonstrou-se uma proposta plenamente exequível, tanto presencialmente, como remotamente e em um possível regime híbrido.

Ao longo do desenvolvimento, percebeu-se que a aula de orientação dos estudantes é eixo estruturante e de extrema importância. Essa etapa foi crucial na orientação e organização de toda SD. O contato dos estudantes junto ao professor orientador mestrando foi essencial para o que fossem executadas as ações da SD. Como a aplicação ocorreu de maneira remota, a utilização dos diversos aplicativos de comunicação favoreceu o contato dos estudantes junto ao docente, e dessa forma, a orientação no processo do trabalho.

Os materiais de suporte como lista de referencial teórico, de aplicativos para construção dos vídeos, e a explicação bem clara e objetiva dos pré-requisitos na produção do material, é outro ponto positivo e que facilita enormemente a aplicação da SD. Problemas como a falta de acesso por parte de alguns estudantes a equipamentos eletrônicos e rede de internet devem ser pensados pelo professor mediador, e a busca por alternativas que consigam mitigar ou minimizar tal situação são importantes de serem apresentadas. A parceria junto a direção escolar nesse sentido é uma alternativa viável e pode auxiliar o professor.

Outro ponto de destaque é o feedback individualizado junto aos estudantes, o que os autores consideram como outro ponto fundamental na execução dessa SD. Isso permitiu, mesmo que de maneira remota, estabelecer uma relação menos distante dos estudantes, permitiu o incentivo e a orientação na execução do passo a passo. Sem essa relação, entendemos que não seria possível a mediação do processo de ensino aprendizagem.

Outro aspecto importante a ser considerado, é que esta SD foi pensada em uma proposta embasada no uso das TDIC e que foi construído a partir da proposta do ensino de ciências por investigação e metodologia ativa. CARVALHO (2013), entende que “a partir da investigação, os estudantes possam, além de enxergar os conteúdos específicos de biologia de maneira mais integrada, relevante e contextualizada, desenvolver habilidades do fazer científico, o que contribui para a alfabetização científica”, o que vai direto de encontro a um dos objetivos específicos, que norteiam este trabalho.

Ao longo da aplicação do trabalho, dificuldades foram enfrentadas como a o acesso por parte de alguns estudantes a equipamentos de comunicação e a falta de motivação para a realização das atividades. Os autores, a todo momento, tentaram motivar os estudantes e participar das atividades. É sempre importante destacar que a participação dos estudantes foi voluntária ao longo da pesquisa. Os autores perceberam que os estudantes que optaram por participar da pesquisa, dedicaram-se e demonstraram envolvimento no processo.

A divulgação do material dos estudantes na 1º Mostra de Ciências, através das redes sociais da escola foi outro ponto positivo na execução da SD. Os estudantes sentem-se valorizados, com esta experiência de divulgação e publicidade. Os autores sugerem que, o processo de divulgação seja acordado com os estudantes e para ampliar a participação e a motivação dos mesmos. Além disso, cumpre um dos

objetivos dessa pesquisa que é promover a alfabetização científica dos estudantes e fomentar práticas através do ensino de ciências por investigação como proposta de trabalho junto aos estudantes do Ensino Médio.

Por fim, avaliamos que conseguimos contribuir na consolidação de algumas competências e habilidades dos estudantes, com incentivo à formação de senso crítico relativo a ciência, de uma visão holística em relação a temática dos transgênicos e OMG e capacidade de, autonomamente, ter discernimento em relação as informações e escolhas relacionadas ao tema, e perceber a presença em seu cotidiano.

Evidentemente, alguns ajustes são necessários serem realizados em futuras aplicações. Alguns já foram realizados e sempre o serão feitos, a partir das demandas que forem surgindo, pois como sabidamente é de conhecimento, o processo educativo é multifacetado e sofre influências de múltiplos fatores.

Em linhas gerais, a SD demonstrou-se efetiva e atende as expectativas iniciais propostas pelo trabalho. Precisa de alguns ajustes pontuais em sua estrutura, diagnosticados ao longo da aplicação desta pesquisa, mas é um instrumento que pode corroborar efetivamente no ensino de ciências, em especial a temática dos transgênicos.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Márcia Rogéria de; BORÉM, Aluízio; FRANCO, Glória Regina; **Biotecnologia e Saúde**. 20º ed.; Viçosa, MG. Ed.Folha de Viçosa, 2004.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70; 1977

BCSC. **BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY**. *Developing Biological Literacy*. Colorado Springs, CO: The Author, 1993.

BATISTA, Inara Carolina da Silva; MORAES, Renan Rangel; **História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais)**.

Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/26/historia-do-ensino-de-ciencias-na-educacao-basica-no-brasil-do-imperio-ate-os-dias-atuais>>, acesso em 29 de novembro de 2020.

BIC. **Biotecnologia**: estudo desenvolvido no âmbito do projeto “promoção e dinamização de clusters tecnológicos emergentes”. Disponível em: <[http://www.cienciaviva.pt/img/upload/biotecnologia\\_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20do%20sector%202013.pdf](http://www.cienciaviva.pt/img/upload/biotecnologia_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20do%20sector%202013.pdf)>, acesso em 20 de julho de 2020.

BORÉM, Aluízio; SANTOS, Fabrício Rodrigues dos; **Biotecnologia Simplificada**. 19º ed. Viçosa, MG. Ed. Folha de Viçosa, 2001.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular Ensino Médio**. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embai\\_xa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embai_xa_site_110518.pdf)>, acesso em 15 de outubro de 2020.

BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Transgênicos**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-transgenicos>>, acesso em 12 de janeiro de 2020.

BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Os benefícios da biotecnologia para a sua qualidade de vida**. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/recursos-geneticos-e-biotecnologia/sala-de-imprensa/se-liga-na-ciencia/a-biotecnologia-e-voce>>, acesso em 28 de novembro de 2020.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais. Brasília, 1997

BRUNO, HORN e LANDGRAF. **Introdução a biotecnologia**. Disponível em: <[http://srvd.grupoa.com.br/uploads/imagensExtra/legado/B/BRUNO\\_Alessandra\\_Nejar/biotecnologia\\_I/Lib/Amostra.pdf](http://srvd.grupoa.com.br/uploads/imagensExtra/legado/B/BRUNO_Alessandra_Nejar/biotecnologia_I/Lib/Amostra.pdf)>, acesso em 02 de março de 2019.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CAVALLI, Suzi Barletto; **Segurança alimentar**: a abordagem dos alimentos transgênicos. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732001000400007](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732001000400007)>, acesso em 20 de setembro de 2020.

CIB. **20 anos de transgênicos**: benefícios ambientais, econômicos e sociais no Brasil. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/publicacoes/20-anos-de-transgenicos-beneficios-ambientais-economicos-e-sociais-no-brasil/>>, acesso em 22 de julho de 2020.

COELHO, Fernando Antonio Santos. **Fármacos e Quiralidade**. Disponível em: <<http://qnesc.sbg.org.br/online/cadernos/03/quiral.pdf>>, acesso em 28 de novembro de 2020.

COSTA, Thadeu Estevam Moreira Maramald; DIAS, Aline Peçanha Muz; SCHEIDEGGE, Érica Miranda Damasio; MARIN, Victor Augustu; **Avaliação de risco dos organismos geneticamente modificados**. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/pdf/csc/2011.v16n1/327-336/pt>>, acesso em 08/08/2020.

CRUZ, José Marcos de Oliveira; **Processo de ensino-aprendizagem na sociedade da informação**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-73302008000400005>>, acesso em 25 de novembro de 2020.

FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M. biotecnologia, **transgênicos e biossegurança**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/916213/1/LivroFaleiro01.pdf>>, acesso em 15 de agosto de 2020.

FERNANDES, Isabel Marília Borges; PIRES, Delmina Maria; IGLESIAS, Jaime Delgado. **Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade**. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132018000400875](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132018000400875)>, acesso em 02 de março de 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. Cap.2 e 3. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1823047/mod\\_folder/content/0/Cap%C3%A9Dtulo%202%20e%203%20Pedagogia%20da%20autonomia%20Paulo%20Freire.pdf?forcedownload=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1823047/mod_folder/content/0/Cap%C3%A9Dtulo%202%20e%203%20Pedagogia%20da%20autonomia%20Paulo%20Freire.pdf?forcedownload=1)>, acesso em 18 de fevereiro de 2020.

FREIRE, Paulo. **A alfabetização de adultos**: crítica de sua visão ingênua; compreensão de sua visão crítica. In: *Ação Cultural para a Liberdade: e outros escritos*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003. Arquivo PDF. Disponível em: [http://comunidades.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/livros/A%C3%A7%C3%A3o\\_Cultural\\_p\\_ara\\_a\\_Liberdade.pdf](http://comunidades.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/livros/A%C3%A7%C3%A3o_Cultural_p_ara_a_Liberdade.pdf). Acesso em: 20 de novembro de 2020.

GOOGLE NOTÍCIAS. **Relatório COVID-19**. IN: Infográfico. Disponível em: <<https://news.google.com/covid19/map?hl=pt-BR&gl=BR&ceid=BR%3Apt-419&mid=%2Fm%2F015fr>>, acesso em 29 de novembro de 2020.

GUIMARÃES, Reinaldo. **Vacinas Anticovid**: um Olhar da Saúde Coletiva. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232020000903579&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232020000903579&tlng=pt)>, acesso em 20 de novembro de 2020.

KUNISAWA, Viviane Yumy M. **Revista de Direito do Consumidor**. São Paulo:RT, v. 37, jan./mar., 2001

KASVI. **Os princípios da clonagem molecular: DNA recombinante**. Disponível em: <<https://kasvi.com.br/clonagem-molecular-dna-recombinante/>>, acesso em 25 de novembro de 2020.

KUBO, Olga; BOTOMÉ, Silvio P. **Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais**. *Interação*, Curitiba, n. 5, p. 123-132, 2001.

KRASILCHICK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/151117/mod\\_folder/content/0/Texto%203%20-%20Krasilchik%2C%20M%20ensino%20pr%C3%A1tico.pdf?forcedownload=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/151117/mod_folder/content/0/Texto%203%20-%20Krasilchik%2C%20M%20ensino%20pr%C3%A1tico.pdf?forcedownload=1)>, acesso em 17 de março de 2020.

LOURENÇO, Anete Pedro; REIS, Lucilene Geralda dos; **Transgênicos na sala de aula: concepções e opiniões de estudantes do Ensino Médio e uma prática pedagógica**. Disponível em: <<http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2011/09/Transg%C3%AAnicos-na-sala-de-aula-concep%C3%A7%C3%B5es-e-opini%C3%B5es-de-estudantes-do-Ensino-M%C3%A9dio-e-uma-pr%C3%A1tica-pedag%C3%B3gica.pdf>>, acesso em 20 de novembro de 2020.

LONDRES, Flávia; **transgênicos no Brasil: as verdadeiras consequências**. Disponível em: <<https://www.unicamp.br/fea/ortega/agenda21/candeia.htm>>, acesso em 28 de novembro de 2020.

LOPES, Drielly Silva Andrade; PESSOA, Mitsuê Hamada Nery; SANTOS, Rodrigo da Silva; BARBOSA, Mônica Santiago. **A produção de insulina artificial através da tecnologia do DNA recombinante para o tratamento de diabetes mellitus**. Disponível em: <<http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/248/pdf>>, acesso em 25/07/2020.

MALAJOVICH, Maria Antônia. **biotecnologia – 2º Edição**. Disponível em: <[https://bteduc.com/livros/biotecnologia\\_2016.pdf](https://bteduc.com/livros/biotecnologia_2016.pdf)>, acesso em 28 de novembro de 2020.

MÉDICOS SEM FRONTEIRAS. **Desafios da Vacina**. Disponível em: <[https://coronavirus.msf.org.br/desafios-da-vacina/?gclid=Cj0KCQiAqo3-BRDoARIsAE5vnaKhXD0wc9voLJvwezF9WCT3uEfqfN2Y4WRoD2DC5XTdE2ePGE7NfJ4aAi-3EALw\\_wcB](https://coronavirus.msf.org.br/desafios-da-vacina/?gclid=Cj0KCQiAqo3-BRDoARIsAE5vnaKhXD0wc9voLJvwezF9WCT3uEfqfN2Y4WRoD2DC5XTdE2ePGE7NfJ4aAi-3EALw_wcB)>, Acesso em 26 de novembro de 2020.

MIRANDA, Avanilde Paes. **Revisão Análise crítico reflexiva na utilização de metodologia ativa**. Disponível em: <<http://portalatlanticaeditora.com.br/index.php/enfermagembrasil/article/view/1153/2276>>, acesso em 19 de fevereiro de 2020.

MORAES, Fernanda P.; e COLLA, Luciane M.; **Alimentos funcionais e nutraceuticos**: definições, legislação e benefícios à saúde. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/REF/article/view/2082/2024>>, acesso em 22 de setembro de 2020.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos**. Modificar a forma de ensinar. A aprendizagem de ser educador. As etapas de aprendizagem a ser docente. Educar o educador. Disponíveis em [www.eca.usp.br/](http://www.eca.usp.br/) Acesso: novembro/2020.

NODARI, Rubens Onofre; GUERRA, Miguel Pedro; **Plantas transgênicas e seus produtos**: impactos, riscos e segurança alimentar (Biossegurança de plantas transgênicas). Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rn/v16n1/a10v16n1.pdf>>, acesso em 18 de setembro de 2020.

NUNES, Tereza. **O que é ensino por investigação**. Disponível em: <<https://pontodidatica.com.br/o-que-e-ensino-por-investigacao/>>, acesso em 10 de janeiro de 2020.

PFARMA - PORTAL FARMACÊUTICO; **Começam os testes em humanos da vacina experimental contra o coronavírus**. Disponível em: <<https://pfarma.com>>

.br/noticia-setor-farmaceutico/estudo-e-pesquisa/5260-teste-vacina-coronavirus.html>, acesso em 15 de setembro de 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM; **Boletim de Informações e Dados Urbanos (BIDU)**. Disponível em: <[http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/downloads/bidu\\_6.1.pdf](http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/downloads/bidu_6.1.pdf)>, acesso em 22 de outubro de 2018.

QUEIROZ, Nina Marí G. P.; MARINHO, Fábio V. *et al.* **Vaccines for COVID-19: perspectives from nucleic acid vaccines to BCGas delivery vector system.** Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S128645792030157X?token=BADBCBECB03DA1E399EFAB0B51867D73BB31C1E69B8C5D1F3DBACBEB72B7420C226BDB938A03996E440254F2D196C1D8>>, acesso em 25 de novembro de 2020.

ROCHA, Daniele Rachidi da; MARIN, Victor Augustus; **transgênicos – Plantas Produtoras de Fármacos (PPF)**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/csc/v16n7/33.pdf>>, acesso em 18 de setembro de 2020.

ROSA, Antonio do Nascimento; MENEZES, Gilberto Romeiro de Oliveira; EGITO, Andréa Alves do; **Recursos genéticos e estratégias de melhoramento**. IN: Melhoramento genético aplicado em gado de corte programa Geneplus. Disponível em: <[https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/5060/Melhoramento-Genetico\\_aplicado%20em%20gado%20de%20corte.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/5060/Melhoramento-Genetico_aplicado%20em%20gado%20de%20corte.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>, acesso em 10 de setembro de 2020.

SANTOS, Alan Costa Sarcineli; FERNANDES, Antonio Alberto Ribeiro; FERNANDES, Patricia Machado Bueno; **Uso da biotecnologia para a melhoria da qualidade nutricional de alimentos**. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/rbps/article/view/5126/3852>>, acesso em 22 de setembro de 2020.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios**. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>>, acesso em 23 de dezembro de 2019.

SASSERON, L. H., CARVALHO, Ana Maria Passos de. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo**. Investigações em Ensino de Ciências (UFRS). v.13, 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Currículo Minas Gerais**. Disponível em: <<https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/>>, acesso em 20 de fevereiro de 2020.

SILVA, Luiz Hidelbrando Pereira da. **Ciências biológicas e biotecnologia: realidades e virtualidades**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/spp/v14n3/9773.pdf>>, acesso em 15 de março de 2020.

SILVEIRA, José Maria Ferreira Jardim da; BORGES, Izaias de Carvalho; BUAINAIN, Antônio Márcio. **biotecnologia E AGRICULTURA da ciência e tecnologia aos impactos da inovação**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/spp/v19n2/v19n2a09.pdf>>, acesso em 25 de novembro de 2020.

SPOHR, Albino. **A diferença entre ensino e educação**. Jornal Zero Hora. Disponível em: <<https://academiadux.wordpress.com/2013/10/04/a-diferenca-entre-ensino-e-educacao-zero-hora-2006/>>, acesso em 26 de janeiro de 2020.

UETANABARO, Ana Paula Travatti; NETO, Aristóteles Neto; **Segurança Alimentar: Transferência Horizontal de Genes e Alimentos transgênicos**. Disponível em: <[http://www2.uefs.br:8081/sitientibus/pdf/35/seguranca\\_alimentar.pdf](http://www2.uefs.br:8081/sitientibus/pdf/35/seguranca_alimentar.pdf)>, acesso em 23 de novembro de 2020.

VALLE, Marcelo Gonçalves do; SANTOS, Mariana dos Santos; **A biotecnologia como instrumento de desenvolvimento econômico e social**. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/11019/1/20632246.pdf>>, acesso em 30 de novembro de 2020.

VIALTA, Ayrton; **O que é biotecnologia?** Conselho de Informações sobre biotecnologia. Disponível em: <<https://cib.org.br/faq/o-que-e-biotecnologia/>>, acesso em 22 de outubro de 2018.

VICTORINO, Valério Igor P.; **A revolução da biotecnologia questões da sociabilidade;** Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20702000000200010](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20702000000200010)>, acesso em 20 de outubro de 2018.

XAVIER, Rodolfo Coutinho Moreira; COSTA, Rubenildo Oliveira da; **Relações mútuas entre informação e conhecimento: o mesmo conceito?.** Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652010000200006>>, acesso em 27 de novembro de 2020.

ZABALA, Antonio. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## ANEXOS

### ANEXO I – PARECER CONSUBSTANCIADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Estratégias de ensino e aprendizagem sobre o conceito de Transgênicos, com alunos do ensino médio do estado de Minas Gerais.

**Pesquisador:** MARIANA TORQUATO QUEZADO DE MAGALHAES

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 33226120.5.0000.5149

**Instituição Proponente:** PRO REITORIA DE PESQUISA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio  
FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.294.333

##### Apresentação do Projeto:

Recebi, para novo parecer, no dia 02/09/2020, o projeto intitulado "Estratégias de ensino e aprendizagem sobre o conceito de transgênicos com alunos do ensino médio do estado de Minas Gerais". Se trata de um projeto de Mestrado Profissional em Biologia – PROFBIO do Instituto de Ciências Biológicas – ICB, orientado pela professora Profa. DRA. MARIANA T. QUEZADO DE MAGALHÃES, do aluno de mestrado e pesquisador TIAGO PRAXEDES SILVA.

Segundo o autor, a biotecnologia é uma área do conhecimento onde a biologia e a tecnologia se encontram, "um conjunto de técnicas que envolvem a manipulação de organismos vivos para modificação de produtos". A utilização e a forma que estes organismos vivos são utilizados, geram grande diversidade de recursos, dentro da Biotecnologia: Organismos Geneticamente Modificados (OGM's), vacinas de DNA, monitoramento de espécies ambientais, desenvolvimento de combustíveis renováveis, desenvolvimento de novos produtos nos

diversos setores industriais, transgênicos, terapia gênica, entre outros. É muito comum, no entanto, confundir dois grandes grupos: OGM's e Transgênicos. Além disso, há uma série de produtos alimentícios transgênicos que não são identificados por parte dos discentes em sua alimentação. Por último, intervenções como essa são importantes para desmistificar informações falsas ("Fake News").

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, 2ª Ad. Sl 2005  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.294.333

O objetivo deste trabalho é, então, propor uma série de atividades no ambiente escolar (3o ano do Ensino Médio), durante as aulas da disciplina de biologia, para "compreender como que os transgênicos, presentes no cotidiano, são definidos, compreendidos e difundidos no ambiente escolar.

Essa proposta de pesquisa-intervenção será realizada na instituição onde o pesquisador também exerce suas atividades profissionais. Neste estudo serão 38 participantes, alunos do 3o ano do Ensino Médio de uma escola pública da Rede Estadual, a escola "JOSÉ DA SILVA COUTO", localizada em Contagem-MG. Após responder a um questionário contendo perguntas abertas e fechadas, o pesquisador fará uma sequência didática para a discussão dos temas de Biotecnologia e Transgênicos: 1. O que é Biotecnologia? 2. Biotecnologia é coisa de cientista? Em laboratórios? 3. Conceitos básicos de biotecnologia. 4. Modificações genéticas: para que servem? 5. Aplicação da Biotecnologia.

Segundo corpo do projeto: "os discentes deverão levantar hipóteses e inferir a respeito das temáticas ao longo da execução do projeto. Os alunos terão que realizar uma pesquisa bibliográfica em websites de Centros de Pesquisa e, buscar até quatro artigos acadêmicos sobre estes temas. Ao longo de duas semanas, deverão realizar um diagnóstico sobre a alimentação de todos os seus componentes, alimentos que são ou apresentam em sua constituição, pelo menos um constituinte transgênico. Os mesmos serão listados em uma planilha, de controle do grupo, para análise e interpretação dos resultados, que será fornecida pelos autores. De posse dos dados, cada grupo deverá se organizar e, ao longo de quatro meses, realizar pesquisas e discussões entre seus componentes do tipo de técnica utilizada para formação do alimento apontado e, quais os impactos positivos e negativos da inserção deste produto na alimentação. Os alunos também deverão produzir um trabalho escrito, no formato de revista, com o intuito de divulgar as informações coletadas para a sociedade e também as futuras turmas da escola. As revistas serão doadas ao acervo da biblioteca". Segundo parecer departamental, "os alunos, como protagonistas, produzirão materiais audiovisuais (vídeos) a respeito das temáticas. Os materiais audiovisuais serão apresentados para a escola e comunidade escolar na Mostra de Ciências da Escola e em canais de redes sociais"

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad S1 2005  
Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.294.333

O parecer departamental, assinado pelo professor Jader dos Santos Cruz observa os méritos do projeto e recomenda sua execução, informando que o projeto foi aprovado em parecer do processo de qualificação de TCM do Colegiado do Programa de Mestrado em Ensino de Biologia, na data de 19 de agosto de 2019. O aluno apresenta a folha de defesa de qualificação oral do projeto assinada por duas pessoas, mas não é possível identificar os nomes.

Está presente a carta de anuência da Escola Estadual datada de 21 de maio de 2019, porém declaração de infra-estrutura, assinada pela mesma pessoa, é de 09 de março de 2020.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Trabalhar os conceitos a cerca de biotecnologia nos alunos do ensino médio, e com isso promover uma autonomia na construção da dieta alimentar dos alunos, com o intuito de se identificar os alimentos de origem transgênica em sua dieta.

Objetivo Secundário:

- Intermediar o aluno no processo de construção do conhecimento em relação ao conceito de transgênicos • Diferenciação por parte do discente entre os conceitos de OGM's e transgênicos • Fomentar a discussão e interesse do discente para o estudo e aplicação da Biotecnologia dentro do contexto cotidiano. • Desmistificar argumentos e conceitos errôneos ou falsos a respeito dos transgênicos e OGM's. • Construção de vídeo-aulas como proposta pedagógica e divulgação de material para a comunidade escolar. • Desenvolver e estimular o pensamento científico nos alunos participantes.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

No parecer original, eu notei que os pesquisadores escreveram que não há risco, no entanto, toda pesquisa envolvendo seres humanos está sujeita a riscos e é necessário que sejam antecipados tanto no corpo do projeto quanto no TCLE e TALE.

Os pesquisadores melhoraram substancialmente a descrição dos riscos da pesquisa para os

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005  
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.294.333

participantes.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A justificativa para o trabalho se encontra bem articuladas na versão completa do projeto.

Dentre o material submetido na Plataforma Brasil, estão:

Projeto Completo  
Folha de Rosto  
Resumo do Projeto submetido na Plataforma Brasil  
TCLE's e TALE  
Parecer Departamental  
Questionário  
Carta de anuência da escola e declaração de infra-estrutura  
Cronograma

No meu parecer anterior (4228048), fiz recomendações e notei pendências no projeto. Neste documento, confiro uma a uma, se as solicitações foram atendidas de forma satisfatória.

Nesta nova versão, ainda foi anexada uma Carta Resposta respondendo às pendências e novos documentos foram anexados, incluindo as correções solicitadas no parecer anterior.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

A Carta-Resposta intitulada "Carta\_Resposta\_Tiago\_Encaminhamento\_Parecer\_COEP22agosto2020" procurou responder aos questionamentos.

Abaixo, listo uma a uma as pendências e respostas dos pesquisadores.

1 - É necessário que o TALE seja reescrito e que contenha as mesmas informações do TCLE, porém em linguagem simples e acessível. Os riscos e desconfortos, por exemplo, não estão adequadamente antecipados no TALE.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005  
Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.294.333

Os autores fizeram a readequação da estrutura textual do TALE e revisão do TCLE dos alunos maiores de 18 anos e do TCLE dirigido aos responsáveis dos alunos menores de 18 anos ou incapazes legalmente.

2 - É necessário acrescentar um termo ao TCLE dos responsáveis autorizando a coleta das imagens dos menores.

Os autores acrescentaram o termo de Uso de Imagem e Vídeo ao documento TCLE dos alunos maiores de 18 anos e do TCLE dirigido aos responsáveis dos alunos menores de 18 anos ou incapazes legalmente;

3 - Esclarecer porque os autores apresentam dois TCLEs. Estão prevendo que terão maiores de idade participando do projeto?

Foram feitas modificações com o objetivo de: melhorar/explicitar no projeto a inserção de dois TCLEs. Existem alunos maiores de 18 anos na turma. Isto foi acrescido ao projeto;

4 - No TCLE, não denominar o menor por "seu filho". É possível que o(a) responsável não seja um genitor.

Conforme sugestão da parecerista, foi alterada a expressão no TCLE por: "A criança/adolescente sob sua responsabilidade legal," e inserido o campo para inclusão do nome do aluno menor.

#### Recomendações:

- 1 - Recomenda-se trocar a sigla SD no TCLE e TALE pelo termo completo.
- 2 - Recomenda-se trocar a palavra "cópia" por "via" nos TCLE e TALE.
- 3 - Recomenda-se que o Termo de Uso de Imagem e Vídeo junto ao TCLE dos pais seja reescrito para que fique claro que a imagem coletada é a do menor. Veja a frase:  
"(...) a fixar, armazenar e exibir a minha imagem por meio de (...). Trocar por: a imagem do(a)

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad S/C 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS**



Continuação do Parecer: 4.294.333

menor sob a minha responsabilidade legal.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Confiante de que os autores farão as mudanças recomendadas neste parecer, sou s.m.j. favorável à aprovação do projeto.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1321484.pdf	02/09/2020 10:44:53		Aceito
Outros	Carta_Resposta_Tiago_Encaminhamento_Parecer_COEP22agosto2020.docx	02/09/2020 10:43:38	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Outros	projeto_TCM_TiagoPraxedes_Correto.docx	21/08/2020 23:28:11	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Outros	TERMO_DE_ASSENTIMENTO_correto_refeito.doc	21/08/2020 23:18:19	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Outros	TCLE_Atualizado__CorretoVersao.doc	21/08/2020 23:17:15	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Atualizado_Responsaveis_Correto.doc	21/08/2020 23:16:59	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Outros	Carta_Resposta_Tiago_Encaminhamento_Parecer_COEP07agosto2020.docx	07/08/2020 11:46:56	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Outros	TERMO_DE_IMAGENS_Correto.docx	07/08/2020 02:11:17	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Cronograma	Cronograma_Revisado.docx	07/08/2020 01:50:17	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.294.333

Outros	parecer_jader_paraprojeto_assinado_Jader.pdf	28/05/2020 12:58:58	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Outros	Parecer_Tiago.pdf	25/05/2020 16:10:06	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Plataforma_Brasil.pdf	24/05/2020 18:33:17	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_TCM_Tiago_Praxedes_final_revisado_pos_comissao.pdf	07/05/2020 20:44:36	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo_de_instituicao.docx	09/03/2020 22:22:49	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_dos_pesquisadores.doc	09/03/2020 22:16:36	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito
Declaração de concordância	termo_anuencia_diretor.pdf	09/03/2020 21:55:24	TIAGO PRAXEDES SILVA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 23 de Setembro de 2020

Assinado por:  
Críssia Carem Paiva Fontainha  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Sl 2005  
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@orpq.ufmg.br

## APENDICES

### APENDICE I

#### ***Sequência Didática: Onde encontramos transgênicos?***

**Objetivo Geral:** Identificação por parte dos discentes de produtos e compostos transgênicos e organismos melhorados geneticamente no cotidiano.

#### **Objetivos Específicos:**

- ✓ Mediação junto aos estudantes dos conceitos de transgênicos e organismos melhorados geneticamente (OMG);
- ✓ Entendimento e apropriação teórica dos processos biotecnológicos envolvidos na produção de produtos, alimentos e compostos de origem transgênica e Organismos Geneticamente Modificados (OGM);
- ✓ Identificação de produtos, alimentos e compostos de origem transgênica no cotidiano;
- ✓ Produção de vídeos didáticos com a temática de transgênicos e OGM.
- ✓ Abordagem através de metodologia investigativa e ativa, com o foco na promoção do educando como agente ativo do processo de ensino aprendizagem.

**Número de aulas sugerido:** 4 aulas (45-50 min) e atividades extraclasse.

**Público Alvo:** estudantes Ensino Médio Regular e Educação de Jovens e Adultos (EJA).

#### **Materiais:**

- ✓ Questionário prévio para levantamento de conceitos prévios (Sugere-se aplicação através da plataforma Google Formulários);
- ✓ Celulares, tablets, ipead's, máquinas fotográficas, notebooks ou outro equipamento de filmagem;
- ✓ Material Bibliográfico de apoio referente aos temas biotecnologia, Organismos Melhorados Geneticamente, transgênicos;

- ✓ Roteiro norteador de aspectos a serem abordados pelos estudantes para produção dos vídeos;
- ✓ Questionário pós-sequência didática;
- ✓ Equipamento multimídia para exibição dos filmes;

**Conteúdos científicos abordados:** biotecnologia; Organismos melhorados geneticamente; transgênicos; biologia Molecular; Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC).

### **ETAPAS:**

**1º Etapa:** Levantamento de conceitos prévios e mediação da discussão sobre o conceito de biotecnologia; Divisão da turma em grupos (1 aula);

O professor incitará um debate sobre os conceitos e ideias dos discentes sobre organismos e produtos de origem biotecnológica, através da técnica de brainstorming (tempestade de ideias). Irá registrando no quadro ou lousa as opiniões e apontamentos realizados pelos estudantes. Com o intuito de direcionar a discussão para algo mais próximo do cotidiano, sugere-se que o docente entregue aos estudantes, embalagens de salgadinhos industrializados (figura I) e realize o seguinte questionamento:

**“O que este produto tem de relação com biotecnologia”?**

*Figura I: Símbolo componente transgênico no alimento*



Sugerimos a embalagem de salgadinho industrializado, uma vez que tal alimento está presente dentro do espaço escolar e do cotidiano dos estudantes e familiares, e diversas vezes, os mesmos não conseguem identificar produtos de origem transgênica. Outra sugestão é que o docente leve uma fruta, por exemplo, melancia sem semente e uma melancia com semente, e discutir, como é possível obter-se este produto, levantando-se assim, a discussão referente aos organismos melhorados geneticamente. Realizada esta etapa, o professor irá realizar a divisão da turma em grupos de até 5 componentes, para produção dos vídeos.

**2º Etapa:** Construção dos roteiros dos vídeos e produção audiovisual (2 aulas + extraclasse)

Os grupos, deverão sob supervisão e orientação do docente, produzir os roteiros dos vídeos que serão construídos, em resposta as questões norteadoras:

- ❖ Biotecnologia: O que é e para que serve?
- ❖ O que são transgênicos?
- ❖ O que são Organismos Melhorados Geneticamente (OMG)?
- ❖ É possível encontrarmos transgênicos e organismos melhorados geneticamente no dia a dia?
- ❖ Transgênicos são vilões ou mocinhos?

Outras perguntas podem acrescentar a discussão e a temática dos vídeos de acordo com a discussão e demandas que possam surgir na etapa 1. O professor incentivará os estudantes na busca pelas respostas, orientando e sugerindo material didático para pesquisa, mas sem limitar aos mesmos apenas estas fontes de pesquisa. No apêndice III, fazemos sugestão de algumas fontes de pesquisa para auxiliar o professor a nortear os estudantes.

Deve ficar claro aos discentes que o enredo dos vídeos e a execução dos mesmos é de livre arbítrio (edição, formato, inserção de gif's, entre outros). Isso é um fator que promove a plasticidade da criatividade dos estudantes, a busca a novidades e contato com a tecnologia, com o intuito de promoção de autonomia e divulgação de conhecimento científico.

Sugerimos o prazo de 2 (duas) semanas além das duas aulas monitoradas pelo docente, para que os estudantes produzam os vídeos.

**3° Etapa:** Apresentação e discussão dos vídeos em sala (1 aula);

Como etapa de fortalecimento do processo de ensino aprendizagem, sugere-se uma aula para a apresentação dos vídeos produzidos em sala de aula para os demais colegas, onde será realizada a discussão da abordagem do vídeo, informações e conteúdos destacados. Em caso de aplicação remota, a divulgação dos vídeos pode ocorrer através de aplicativos de comunicação, como o WhatsApp. Esse processo é de extrema importância, haja vista que fortalece a construção de pontos de vista diferentes em relação ao mesmo conteúdo, permite a troca de experiências e conhecimentos. É importante também nesta etapa o papel do professor, que deve ser o mediador da discussão, e, em caso de necessidade, fazer eventuais considerações e apontamento de correções e melhoras a luz do conteúdo didático/científico.

Em caso de necessidade, o professor poderá dar o prazo de mais 1 semana, para eventuais correções e alterações no conteúdo e edição dos vídeos.

**4° Etapa:** Apresentação Mostra de Ciências – (Extraclasse).

Após a finalização dos vídeos, os mesmos serão disponibilizados pelos estudantes em conta de rede social, a preferência da turma, que será criada para fins de divulgação de vídeos e informes científicos em linguagem popular, para toda a Comunidade Escolar e livre acesso a usuários da rede internet.

Dessa forma, esperamos ampliar o acesso geral da população a informações científicas em caráter didático e que promova a divulgação científica na sociedade em geral.

## APÊNDICE II

### MANUAL ORIENTADOR SEQUÊNCIA DIDÁTICA - PROFESSOR

#### “Os transgênicos do dia a dia: Como os estudantes do ensino médio os identificam e compreendem”

Este manual tem o intuito de facilitar a aplicação da Sequência Didática (SD) junto aos estudantes.

A SD foi dividida em 4 etapas de aplicação junto aos estudantes, com o objetivo de facilitar a sua execução.

Para isso, abordaremos alguns pontos que podem auxiliar o professor que se utilizar desse material em suas aulas. Cada etapa, será comentada e realizados alguns apontamentos.

❖ **Número de aulas sugerido:** Consideramos o número de aulas apontados para a execução da SD como adequado, não tornando o tempo de execução longo. Esse número de aulas foi pensado também de acordo com o número de aulas semanais da disciplina de biologia na rede pública estadual de ensino, e pelo número sugeridos para abordagem da temática em documentos de planejamento. Você colega professor, tem total liberdade para ampliação ou redução, de acordo com a sua realidade de execução.

❖ **Público Alvo:** O público alvo dessa SD são os estudantes matriculados no Ensino Médio, nas modalidades regular e Educação de Jovens e Adultos. Mas, com as devidas adaptações, pode perfeitamente ser executado junto a estudantes do Ensino Fundamental Anos Finais.

❖ **Materiais:** Os materiais pensados para execução da SD são materiais, em sua grande maioria, gratuitos, e que, geralmente, são de acesso aos estudantes em seu dia a dia. As escolas também, em sua grande maioria, possuem equipamentos de informática que podem, desde que acordados junto a equipe pedagógica e gestora, serem utilizados pelos estudantes, sob supervisão e orientação do docente.

Na concepção dessa SD, ocorreram adaptações no projeto para que o mesmo pudesse ser executado de maneira presencial, remota ou em regime híbrido (parte da aplicação presencial e parte realizada remotamente). Acreditamos que essas

adaptações facilitam a prática pedagógica do docente, sendo mais um fator que pode corroborar com a melhoria e ampliação de possibilidades da abordagem da temática dos transgênicos junto aos estudantes.

Entendemos que, para o professor ter dados que lhe permitam fazer um comparativo e uma análise dos impactos da SD junto aos seus estudantes, utilize o instrumento questionário. Disponibilizamos dois: O questionário pré-sequência, a ser utilizado antes da aplicação da SD, com o intuito de se levantar o nível de conhecimentos e inferência dos estudantes relacionados a temática, e o questionário pós-sequência, que sugerimos aplicação após a entrega dos vídeos por parte dos estudantes, e que pode ser utilizado como mais um instrumento de verificação das habilidades e competências desenvolvidas ou consolidadas pelos estudantes.

Os links da versão digital e os modelos dos questionários pré e pós sequência didática estão disponibilizados a seguir, como material componente dessa SD e visualização por parte do docente das possibilidades de captação de dados junto aos estudantes:

**Questionário Pré-Sequência e Intermediário:**  
<https://forms.gle/8SeuLwUtkkyJ5DYY7>

**Questionário Pós-Sequência:** <https://forms.gle/TuEsV5E2Pa4tw5fQ8>

Disponibilizamos também uma lista com sugestão de material bibliográfico para apoio do docente e dos estudantes, referente aos temas biotecnologia, Organismos Melhorados Geneticamente, transgênicos.

Sugerimos ao professor que auxilie os estudantes na construção de um roteiro com aspectos a serem abordados pelos estudantes na produção dos vídeos.

## **APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

**1º Etapa:** O professor em uma aula dialogada, suscita o debate do tema junto aos estudantes, com a situação gatilho de um alimento transgênico ou que possua componentes transgênicos em sua constituição. Deverá mediar as discussões e registrar os principais argumentos e conceitos levantados. Sugerimos, conforme presente na SD a técnica de brainstorm, com duração de 1 aula.

**2º Etapa:** A execução propriamente dita da SD deve sempre ser mediada pelo professor, que tem o papel de orientar os estudantes nessa etapa. Deve apresentar material de suporte bibliográfico aos seus estudantes e atentar-se a eventuais problemas de infraestrutura ou outros que possam ocorrer na execução. Para isso, sugerimos 2 aulas e período extraclasse. O período utilizado na execução da SD pelos autores foi de 2 semanas como prazo extraclasse. Reiteramos que os professores têm total liberdade de adequação desse período de acordo com sua realidade.

Atentamos também as orientações que devem ser claras aos estudantes dos critérios que serão exigidos pelo professor na avaliação do trabalho. A seguir, colocamos proposta de alguns critérios que podem servir de referência para você professor:

1. Formato do trabalho: Vídeos ou animações produzidas em programa da preferência do aluno.
2. Tempo de duração: Mínimo de 1 minuto e máximo de 3 minutos.
3. Fonte das informações: Observar o material utilizado para a construção do roteiro dos vídeos e atentar-se a informações e conceitos errôneos.
4. Criatividade: Quanto mais criativo e interessante o material produzido, maior é o poder de comunicação do vídeo com o público;
5. Proposta dos Vídeos: Como trata-se de material de divulgação científica aos estudantes, Comunidade Escolar e público em geral, atentar a linguagem e informações desenvolvidas nos trabalhos.

**3º Etapa:** Para a apresentação e discussão dos vídeos produzidos pelos estudantes, sugerimos (1 aula). Por serem vídeos curtos, adequa-se o tempo de exibição. Em caso de aplicação remota, a mesma pode ser realizada em plataformas de comunicação ou através de aplicativos.

**4º Etapa:** Apresentação Mostra de Ciências – Sugerimos a divulgação dos vídeos produzidos em redes sociais da Escola ou uma criada para essa finalidade, devido ao alto poder de comunicação que estas exercem junto a sociedade. Como um dos objetivos é dar publicidade a essas informações, é necessário que antes da divulgação, seja oferecido aos estudantes maiores de 18 anos e aos responsáveis dos estudantes menores de idade, termo de cessão de uso de imagem dos trabalhos, para evitar eventuais problemas posteriores a divulgação.

Esperamos que, essa proposta de SD sirva de instrumento eficaz para utilização por você professor, em suas aulas, e que ela consiga fomentar o interesse, a curiosidade, sirva como uma ferramenta de transformação das suas aulas na abordagem da temática dos transgênicos e consiga, através dessa proposta de Ensino de Ciências por investigação ampliar o processo de alfabetização científica junto aos seus estudantes.

Abraços e excelente trabalho.

**Mariana e Tiago.**

## APÊNDICE III

### Lista de Sugestão de Material Bibliográfico

#### Caros estudantes,

Segue lista de sites de pesquisa para auxiliar vocês no trabalho. Fiquem à vontade para buscar outras fontes de pesquisa. Mas atenção a fonte de pesquisa!

#### Biotecnologia

BIOTECHTOWN: <https://biotechtown.com/biotecnologia/o-que-e-biotecnologia/>

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO PARANÁ: <http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=48>

KhAN ACADEMY: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/biotech-dna-technology/intro-to-biotech-tutorial/a/intro-to-biotechnology>

ABC DA ORGANIZAÇÃO: <http://www.abc.org.br/atuacao/nacional/divulgacao-cientifica/ciencia-gera-desenvolvimento/3o-video-marcos-luiz-dos-mares-guia/>

MUNDO MICROBIANO: <https://www.youtube.com/watch?v=sDvhNVZvpgo>

BIOSSEGURAÇA: [https://www.youtube.com/watch?v=MOmI\\_05rz3](https://www.youtube.com/watch?v=MOmI_05rz3)

CHARGES biotecnologia: [https://www.google.com/search?q=biotecnologia+charges&tbm=isch&ved=2ahUKEwiF36Dr\\_sbsAhVRAdQKHbQ3CIMQ2-cCegQIABAA&oq=biotecnologia+charges&gs\\_lcp=CgNpbW\\_cQAzICCAyBggAEAgQHjoECCMQJzoECAAAQZoECAAQHjoECAAQGFDKB1i-EmCLFG\\_gAcAB4AIABhgKIAfoLkgEFMC4zLjSYAQCgAQ\\_GqAQ\\_tnd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=n9iQX8WTINGC0Aa076iYBQ&bih=634&biw=1396](https://www.google.com/search?q=biotecnologia+charges&tbm=isch&ved=2ahUKEwiF36Dr_sbsAhVRAdQKHbQ3CIMQ2-cCegQIABAA&oq=biotecnologia+charges&gs_lcp=CgNpbW_cQAzICCAyBggAEAgQHjoECCMQJzoECAAAQZoECAAQHjoECAAQGFDKB1i-EmCLFG_gAcAB4AIABhgKIAfoLkgEFMC4zLjSYAQCgAQ_GqAQ_tnd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=n9iQX8WTINGC0Aa076iYBQ&bih=634&biw=1396)

#### TRANSGÊNICOS e OGM

KHAN ACADEMY: Vídeo: [https://www.youtube.com/watch?v=a\\_P30ms8-2k](https://www.youtube.com/watch?v=a_P30ms8-2k)

INSTABIOTEC: <https://www.youtube.com/watch?v=3UWeEVMFmUU>

<https://www.youtube.com/watch?v=Re6Bk5Q5Ma4&t=21s>

<https://www.youtube.com/watch?v=bR4ceY0u81o&t=5s>

<https://www.youtube.com/watch?v=bR4ceY0u81o&t=16s>

<https://www.youtube.com/watch?v=shJYZDzf4bg>

EMBRAPA: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos>

REVISTA QUESTÃO CIÊNCIA:

<https://www.revistaquestaodeciencia.com.br/questionador->

[questionado/2018/11/13/como-sabemos-que-transgenicos-sao-seguros](https://www.revistaquestaodeciencia.com.br/questionador-questionado/2018/11/13/como-sabemos-que-transgenicos-sao-seguros)

UFRS: <https://seer.ufrgs.br/ppgdir/article/download/49562/30979>

REVISTA VEJA: <https://saude.abril.com.br/bem-estar/os-transgenicos-dominaram-o-mundo/>

CROPLIFE: [http://croplifebrasil.org/conceitos/transgenicos-conheca-os-produtos-que-revolucionaram-a-agricultura-no-mundo/?gclid=Cj0KcQjwuL\\_8BRCXARIsAGiC51DfL8Cl\\_MvPS0gHdQ1DreGfBNbH9C-jhsl4v61CX3Bttjyzk6e0fHoaAh2rEALw\\_wcB](http://croplifebrasil.org/conceitos/transgenicos-conheca-os-produtos-que-revolucionaram-a-agricultura-no-mundo/?gclid=Cj0KcQjwuL_8BRCXARIsAGiC51DfL8Cl_MvPS0gHdQ1DreGfBNbH9C-jhsl4v61CX3Bttjyzk6e0fHoaAh2rEALw_wcB)

Charges e Tirinhas:

[https://www.google.com/search?q=charge+transg%C3%AAnicos&sxsrf=ALeKk03MumoYQiBPx0iBJMO-eWzpMQDUcQ:1603328003044&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwijdGg\\_sbsAhVEH7kGHedkDPQQ\\_AUoAXoECAMQAw&biw=1396&bih=634](https://www.google.com/search?q=charge+transg%C3%AAnicos&sxsrf=ALeKk03MumoYQiBPx0iBJMO-eWzpMQDUcQ:1603328003044&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwijdGg_sbsAhVEH7kGHedkDPQQ_AUoAXoECAMQAw&biw=1396&bih=634)

CHARGES E TIRINHAS 2:

[https://www.google.com/search?q=OGM+charges&tbm=isch&ved=2ahUKEwjdDjft\\_sbsAhWNFLkGHTq0DKwQ2-cCegQIABAA&oq=OGM+charges&gs\\_lcp=CgNpbWcQA1DzIQNYjqUDYOKmA2gAcAB4AIABvwKIAaEGkgEHMC4xLjEuMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=pNiQX8OrJY2p5OUPuuiy4Ao&bih=634&biw=1396](https://www.google.com/search?q=OGM+charges&tbm=isch&ved=2ahUKEwjdDjft_sbsAhWNFLkGHTq0DKwQ2-cCegQIABAA&oq=OGM+charges&gs_lcp=CgNpbWcQA1DzIQNYjqUDYOKmA2gAcAB4AIABvwKIAaEGkgEHMC4xLjEuMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=pNiQX8OrJY2p5OUPuuiy4Ao&bih=634&biw=1396)

CTNBIO: <http://ctnbio.mctic.gov.br/processo-de-ogm>

## **PROGRAMAS PARA EDIÇÃO DE VÍDEO GRATUITOS:**

Lista de Programas: <https://www.tecmundo.com.br/edicao-de-video/101938-7-melhores-editores-video-gratuitos-windows.htm>

LISTA DE PROGRAMAS 2: <https://canaltech.com.br/software/os-melhores-editores-de-video/>

APLICATIVOS PARA CELULAR: <https://rockcontent.com/br/blog/aplicativos-para-criar-videos/>

MICROSOFT POWER POINT

**ATENÇÃO**

Lembrando que o laboratório de informática da escola está à disposição sob agendamento.

Qualquer dúvida, podem me procurar!

Abraços, Tiago.

*Figura II - Imagem de orientação aos estudantes para execução do trabalho de construção dos vídeos*

**ATENÇÃO: INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE  
O TRABALHO DE BIOLOGIA**

**DATA DE ENVIO DO VÍDEO: ATÉ O DIA 07/11/2020**

**LEMBRANDO QUE O VÍDEO MAIS CRIATIVO SE Á PREMIADO.**

**DURAÇÃO DOS VÍDEOS: MÍNIMO: 1 MINUTO - MÁXIMO 3  
MINUTOS**

**CRIATIVIDADE É IMPORTANTE! ATENÇÃO AO CONTEÚDO DOS  
VÍDEOS (DEVEM SER BASEADOS EM INFORMAÇÕES CIENTÍFICAS.  
O VÍDEO DEVE SER DE LINGUAGEM FÁCIL, QUE ATINJA AO  
PÚBLICO EM GERAL.**



Fonte: o autor.

**APÊNDICE IV****Questionário Atividade pré- sequência didática e intermediário****Link para o Questionário Google Formulários:**<https://forms.gle/8SeuLwUtkkyJ5DYY7>

Mestrando: Tiago Praxedes Silva    Orientadora: Mariana Torquato Quezado de Magalhães

**1 – O que é biotecnologia?**

---

---

---

**2 – Existe alguma influência da biotecnologia em nossa vida?**

SIM

NÃO

**3 – Marque as opções que você julga que se correlacionam com a biotecnologia:**

Agricultura

Meio Ambiente

Sociedade

Transportes

Alimentação

Saúde

Engenharia Genética

Indústria

Medicamentos

**4 - A biotecnologia, na maior parte das vezes, influencia:**

Negativamente     Positivamente     Não Influencia

**5 - Você já ouviu falar sobre transgênicos?**

SIM

Não

**6** – Na sua opinião, o que são os transgênicos?

---

---

---

**7** – Existem transgênicos na Alimentação?

SIM

NÃO

**8** – Em caso afirmativo da questão anterior, responda: Você ingere transgênicos?

SIM

NÃO

**9** – Na sua opinião, qual a função dos transgênicos?

---

---

---

**10** – O que você entende por Melhoramento Genético?

---

---

---

**Obrigado pela participação.**

**APÊNDICE V****Questionário Atividade pós-Sequência Didática****Link para o Questionário Google Formulários:**<https://forms.gle/TuEsV5E2Pa4tw5fQ8>

Mestrando: Tiago Praxedes Silva    Orientadora: Mariana Torquato Quezado de Magalhães

**1 - Como você define o conceito de "biotecnologia"?**

---

---

---

---

**2 – Sobre a afirmação: “Eu consegui identificar, após a produção do vídeo por mim, alguma influência da biotecnologia no cotidiano”:**

- ( ) Concordo Totalmente
- ( ) Concordo Parcialmente
- ( ) Não concordo nem discordo
- ( ) Discordo Parcialmente
- ( ) Discordo Totalmente

**3 – A partir do que você entende como "biotecnologia" marque a(s) opção(ões) que você acredita relacionar-se com essa área:**

- |                         |   |                               |
|-------------------------|---|-------------------------------|
| ( ) Agricultura         | ( ) Meio Ambiente                                       | ( ) Sociedade                 |
| ( ) Transportes         | ( ) Alimentação   | ( ) Saúde                     |
| ( ) Engenharia Genética | ( ) Indústria   | ( ) Medicamentos              |
| ( ) Pesquisa<br>animais | ( ) Manipulação de microrganismos, plantas e<br>animais | ( ) Nenhuma das áreas citadas |
| ( ) Não sei             |   |                               |

**4 - Como você define os transgênicos?**

---

---

---

---

**5 – Analise a afirmação: Os transgênicos são organismos que sofreram modificações gênicas, a partir da inserção de genes de outras espécies.**

Verdadeiro

Falso

**6 – Na sua visão, os transgênicos causam impacto:**

Positivo

Negativo

Podem ter impactos positivos e negativos

Nenhum impacto

Não sei responder

**7 – Para você, os transgênicos podem ser encontrados no dia a dia de forma:**

Muito frequente

Frequente

Pouco Frequente

Não podem ser encontrados

**Em caso de opção por 1 das três primeiras alternativas:**

Identificação dos transgênicos. Nas situações abaixo, em qual(is) você identifica os transgênicos?

Saúde

Alimentos in natura

Alimentos Industrializados

- Agronegócio
- Transportes
- Indústria
- Meio Ambiente
- Laboratórios de pesquisa

8 – Analise a tirinha e marque a opção que melhor expresse sua visão em relação ao símbolo dos produtos transgênicos:



- A retirada é negativa, uma vez que impossibilita a identificação dos produtos transgênicos
- A retirada não influencia, uma vez que isso não é de interesse do consumidor final
- A retirada é positiva, uma vez que não é um detalhe observado pelo consumidor dos produtos
- Não sei opinar

