

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Biológicas

**O ENSINO DA BIOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ORGANISMOS GENETICAMENTE
MODIFICADOS**

ALINE DIAS DE SOUZA

JUIZ DE FORA

2022

ALINE DIAS DE SOUZA

**O ENSINO DA BIOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ORGANISMOS GENETICAMENTE
MODIFICADOS**

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

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Profa. Dra. Michele Munk

JUIZ DE FORA

2022

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

Souza, Aline Dias de .

O ensino da biotecnologia na educação básica : uma sequência didática sobre organismos geneticamente modificados / Aline Dias de Souza. -- 2022.

112 f. : il.

Orientadora: Michele Munk

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

1. Metodologia ativa. 2. Biotecnologia. 3. Ensino investigativo. 4. Senso crítico. I. Munk, Michele, orient. II. Título.

ALINE DIAS DE SOUZA

Título: O ENSINO DA BIOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia.

Aprovada em 05 de maio de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Michele Munck Pereira - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Santos

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Leticia Stephan Tavares

UniAcademia

Juiz de Fora, 25/04/2022.

Documento assinado eletronicamente por **Leticia Stephan Tavares, Usuário Externo**, em 05/05/2022, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do



[Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo de Oliveira Santos, Servidor(a)**, em 05/05/2022, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Michele Munk Pereira, Servidor(a)**, em 05/05/2022, às 15:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj (www2.ufff.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0751960** e o código CRC **8E4B79CC**.

Dedico este trabalho aos meus alunos, motivos pelos quais embarquei nesta aventura do saber.

Relato do Mestrando

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Mestranda: Aline Dias de Souza

Título do TCM: O ensino da biotecnologia na educação básica: uma sequência didática sobre organismos geneticamente modificados

Data da defesa: 05/05/2022

A possibilidade de ingressar no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO surgiu em um momento de inquietação. Na ocasião sentia a necessidade de realizar algo que contribuísse para aprimorar minha prática docente e consequentemente impactar positivamente a vida dos meus alunos. Estar de volta ao mundo acadêmico, especialmente na universidade em que havia me graduado anos atrás, foi bastante estimulante.

Todo o percurso consistiu de um período de grande aprendizado e crescimento profissional. Estivemos em contato próximo com diversas novidades no campo da biologia, graças ao compartilhamento de conhecimento por parte dos professores do curso, aos quais serei sempre grata. Fomos incentivados a estimular nossa criatividade, no preparo de atividades em um formato antes desconhecido por mim, a fim de colocar o aluno como ator central na construção efetiva do seu próprio conhecimento. Também foi possível expandir horizontes e aprender sobremaneira com as experiências e realidades de trabalho compartilhadas pelos colegas de turma. Apenas sinto por, diante da situação de pandemia causada pelo novo coronavírus, que nos obrigou a realizar todo o curso de forma remota, não termos podido estar próximos fisicamente para compartilharmos tantas vivências e aprendizados.

A situação atípica mencionada anteriormente também impossibilitou que compartilhássemos, naquele momento, todo aprendizado e entusiasmo com os alunos, motivos pelos quais ingressei nessa jornada. Entretanto, crescia a vontade de fazer diferença na vida de cada um deles, diante do impacto notoriamente causado em virtude do distanciamento do ambiente escolar. Neste sentido, mais do que nunca, tenho certeza de que os aprendizados adquiridos no mestrado surgiram em minha vida no tempo certo. Neste momento em especial, o papel do professor como mediador do processo de aprendizagem discente se faz fundamental, contribuindo assim para diminuir o abismo educacional que se criou diante da conjuntura da pandemia e da situação social e econômica atuais do Brasil.

Finalizo meu trabalho agradecida por ter tido a oportunidade de estar inserida neste programa de mestrado e certa de que este não é o fim de um período de aprendizado e crescimento, mas o início de um novo ciclo em minha vida profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora Profa. Dra. Michele Munk, por ter estado sempre disponível nos momentos que precisei e por ter contribuído de maneira imprescindível para a realização deste trabalho.

Aos Professores do PROFBIO - Juiz de Fora, que compartilharam seus saberes e contribuíram para que eu me tornasse ainda mais apaixonada pela biologia.

Aos colegas de mestrado, que ao longo desta caminhada compartilharam suas vivências, conhecimentos, alegrias e angústias, contribuindo sobremaneira para meu crescimento profissional e pessoal. Agradeço especialmente à Amanda, Gabriela, Rafael e Yngrit pelo companheirismo e troca e ideias. Formamos juntos um ótimo time.

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

À equipe diretiva da Escola Estadual Duarte de Abreu, por ter me permitido realizar este estudo e por ter fornecido condições para que ele acontecesse.

Aos meus alunos, que foram o motivo pelo qual ingressei nessa viagem em busca de conhecimento. Em especial agradeço à Andreyana, Esther, Iran, Ossimara, Sarah e Wallace, que representaram tão bem a turma e mesmo diante das adversidades do ensino remoto emergencial se fizeram presentes e participativos em cada uma das etapas desta pesquisa.

Aos meus amigos e amigas pela torcida e por terem entendido os momentos de ausência.

À minha família pelo amor, incentivo e cuidado a mim concedidos, por estar sempre presente em todos os momentos, por ser uma base sólida e fundamental em todas as minhas conquistas. Amo vocês!

"Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende."

Guimarães Rosa

Resumo: Nas últimas décadas tem se intensificado os avanços na área da biotecnologia e sua relação com a vida cotidiana dos indivíduos, por meio de produtos disponíveis nas mais diversas áreas, como na indústria alimentícia, farmacêutica, de combustíveis, além de suas interações com o meio ambiente. Nesse cenário, a abordagem desta área de estudo faz - se bastante relevante, a fim de promover nos estudantes o letramento científico com o desenvolvimento de uma consciência crítica, que contribua para que possam se tornar cidadãos capazes de realizar suas escolhas de forma consciente. O objetivo do trabalho foi desenvolver atividades ativas e investigativas, analisar sua contribuição para a construção dos conceitos e a promoção do pensamento crítico-reflexivo do estudante do ensino médio a respeito dos organismos geneticamente modificados (OGMs). As atividades remotas propostas consistiram em análises de textos, imagens e vídeos, aulas com metodologia ativa e investigativa associada a debates guiados, oficina simulando a produção de DNA recombinante, júri simulado e oficina de produção de texto para criação de podcast sobre o tema. Este estudo apresentou uma abordagem qualitativa, cujos instrumentos para coleta de dados constaram da análise de questionários pré e pós-teste, de caderno de campo e da gravação das aulas, a fim de verificar os saberes e crenças assim como avaliar os impactos da sequência didática (SD) nas percepções dos discentes a respeito dos OGMs. Os resultados mostraram que as concepções dos estudantes se baseavam nas do senso comum e que havia dificuldade para argumentação. Ao longo da aplicação das atividades, pôde-se perceber crescente motivação e engajamento, apesar do impacto causado pelo modelo de ensino remoto emergencial adotado. Foi constatado também maior domínio na proposição de argumentos e alterações nas percepções ao final da realização de todas as etapas da SD. Concluiu-se que a utilização de métodos diversificados, que coloquem o aluno em evidência, que levante questões problematizadoras e que aborde questões reais, é de grande importância quando o intuito é formar indivíduos capazes de se posicionarem de forma consciente e esclarecida, aptos a alterarem a realidade que os cerca.

Palavras-chave: Metodologia ativa. Biotecnologia. Ensino investigativo. Senso crítico.

Abstract: In the last decades, the advances in biotechnology and its relationship with the daily life of individuals have intensified, by means of products available in the most diverse areas, such as the food, pharmaceutical, and fuel industries, in addition to their interactions with the environment. In this scenario, the approach of this area of study is quite relevant, in order to promote scientific literacy in students with the development of a critical consciousness, which contributes to them becoming citizens capable of making their choices consciously. The objective of this work was to develop active and investigative activities, to analyze their contribution to the construction of concepts and the promotion of critical-reflexive thinking in high school students about genetically modified organisms (GMOs). The proposed remote activities consisted of text and image analysis, classes with active and investigative methodology associated with guided debates, a workshop simulating the production of recombinant DNA, a simulated jury, and a workshop on text production for the creation of a podcast about the theme. This study presented a qualitative approach, whose data collection instruments consisted of the analysis of pre and post-test questionnaires, field notebooks, and class recordings, in order to verify the knowledge and beliefs, as well as to evaluate the impacts of the didactic sequence (DS) on the students' perceptions about GMOs. The results showed that the students' conceptions were based on those of common sense and that there was difficulty in argumentation. Throughout the application of the activities, increasing motivation and engagement could be seen, despite the impact caused by the emergency remote teaching model adopted. It was also found greater mastery in the preposition of arguments and changes in perceptions at the end of performing all stages of the DS. It was concluded that the use of diversified methods that put the student in evidence, that raise problematizing questions, and that address real issues, is of great importance when the intention is to form individuals capable of positioning themselves in a conscious and enlightened way, able to change the reality that surrounds them.

Keywords: Active methodology. Biotechnology. Investigative teaching. Critical sense.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 O ENSINO DE GENÉTICA E BIOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	17
2.2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	19
2.3 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS E METODOLOGIAS ATIVAS E INVESTIGATIVAS...	22
3. OBJETIVOS	25
3.1 GERAL.....	25
3.2 ESPECÍFICOS.....	25
4. METODOLOGIA	26
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	26
4.2 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA.....	26
4.3 CRONOGRAMA.....	27
4.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	28
4.4.1 Questionário para a verificação da percepção dos discentes a respeito dos OGMs (pré-teste e pós-teste)	28
4.4.2 Observação participante	28
4.5 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	28
4.5.1 Momento 1 - Aplicação do questionário pré-teste	28
4.5.2 Momento 2 (1h 15 minutos) – Exibição de imagens e trechos de textos	29
4.5.3 Momento 3 (1h 15 minutos) – Aula expositiva sobre diabetes mellitus	29
4.5.4 Momento 4 (1hora: 15 minutos) – Discussão sobre produção de insulina por bactéria e apresentação da oficina “Simulando a produção de DNA recombinante”	30
4.5.5 Momento 5 (1 hora: 40 minutos) – Júri simulado	30
4.5.6 Momento 6 – Oficina de produção de textos e Podcast	31
4.5.7 Momento 7 – Avaliação do aprendizado	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE.....	33
5.2 DA EXIBIÇÃO DE IMAGENS E TRECHOS DE TEXTOS.....	36
5.3 DA AULA EXPOSITIVA SOBRE DIABETES MELLITUS.....	43

5.4 DA DISCUSSÃO SOBRE PRODUÇÃO DE INSULINA POR BACTÉRIA E APRESENTAÇÃO DA OFICINA “SIMULANDO A PRODUÇÃO DE DNA RECOMBINANTE”.....	46
5.5 DA REPRESENTAÇÃO DO JÚRI SIMULADO.....	50
5.6 DA OFICINA DE PRODUÇÃO DE TEXTO E PODCAST.....	54
5.7 DA AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO.....	55
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
APÊNDICE A - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	73
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	75
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS QUANTO AOS ORGANISMOS GENETICAMENTE.....	77
APÊNDICE D - AVALIAÇÃO BIMESTRAL.....	78
APÊNDICE E - PRODUTO EDUCACIONAL.....	83
ANEXO A - PARECER CONSUBTANCIADO DO CEP.....	102
ANEXO B - PARECER CONSUBTANCIADO DO CEP.....	106
ANEXO C - DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DA ESCOLA.....	111
ANEXO D - LINKS COM TEXTOS TILIZADOS.....	112

1. INTRODUÇÃO

O ensino médio no Brasil tem sido encarado como um meio para aquisição de conteúdos, que serão úteis unicamente para a realização de exames que objetivem ingresso em cursos superiores (KRAWCZYK, 2009). Ou ainda, não faz outro sentido que não seja a aquisição do certificado de conclusão ao final dos três módulos, uma vez que, especialmente o aluno da escola pública, proveniente das classes populares, anseia pela inserção imediata no mercado de trabalho (FRIGOTTO, 2005). Porém, a importância desse nível de ensino vai muito além dessas duas perspectivas, não devendo o ensino médio se prestar apenas ao acúmulo de conhecimentos, mas objetivar a formação de cidadãos capazes de decodificar informações que recebem, relacionando - as ao meio em que vivem, dessa forma poderão tornar - se capazes de opinar de forma segura e realizar escolhas conscientemente (BRASIL, 2006). De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996) o ensino médio no Brasil tem como finalidades: I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; V - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. A Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCCEM) garante os preceitos supracitados, ao valorizar o protagonismo juvenil, já que contribui para atender à multiplicidade de interesses dos estudantes, ao sugerir às instituições de ensino básico, a adequação de seus currículos e propostas pedagógicas para que atendam as demandas dos estudantes em um contexto local, dada a diversidade social, cultural, política, econômica e tecnológica encontrada no vasto território nacional.

Sendo assim, os alunos demandam de um ensino de qualidade, que os dê uma visão ampla e garanta sua inserção no mundo social e do trabalho, respeitando sua diversidade (MESQUITA; LELIS, 2015). Diversidade esta, que exige o abandono de métodos tradicionais de ensino e de conteúdos descontextualizados e que confirma a necessidade de um ensino realmente inclusivo, que seja capaz de promover o desenvolvimento de uma cidadania democrática. A fim de possibilitar que os estudantes exerçam a leitura do mundo no qual

estão inseridos e permita que tomem consciência de seu papel como agentes de suas próprias transformações (ZIBAS, 2005).

Referindo-nos especificamente ao ensino de biologia na educação básica, devemos inferir que este deva possibilitar ao aluno estabelecer correlações entre as informações biológicas que chegam até ele, através de diversos meios de comunicação, com os conceitos básicos do conhecimento biológico. O que pode contribuir para que o aluno possa ter uma visão de si próprio e de seu papel como agente transformador no mundo. Além de gerar subsídio para que se tornem capazes de emitir julgamento a respeito de informações sobre questões controversas e fazê-los perceber que tais decisões não estarão baseadas exclusivamente no conhecimento científico, já que estas também estão atreladas às questões culturais, sociais, religiosas e políticas, por exemplo, além também de reconhecer que tais tomadas de decisões não são estáticas e imutáveis (BRASIL, 2006).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) consideram para o estudo de biologia, no nível médio de ensino, a compreensão da vida na Terra, as consequências do avanço tecnológico e a intervenção humana como os principais temas biológicos a serem abordados. Como instrumentos para que a aprendizagem tenha significado e para que o professor possa desempenhar sua ação pedagógica, destaca-se o tema 5-Transmissão da vida, ética e manipulação gênica. Assim, salientamos a importância da realização de discussões acerca das novas tecnologias como a manipulação do DNA, com enfoque em questões éticas, morais, econômicas e ecológicas que estão intimamente associadas a esse tema (BRASIL, 2002). O enfoque à manipulação do DNA também é destacado na BNCC/EM, que apresenta as seguintes habilidades: analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza, como as tecnologias do DNA, com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. Estas habilidades estão incluídas na Competência Específica 3-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) (BRASIL, 2018). A partir do referenciado, identificamos a notável relevância da abordagem de temas associados à biotecnologia nas escolas. Notadamente, os vários aspectos associados aos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) como forma de propiciar a formação de indivíduos que tenham a possibilidade de gerir sua própria vida de forma consciente e esclarecida.

Pelo exposto o presente trabalho objetivou desenvolver atividades ativas e investigativas, visando a promoção do pensamento crítico-reflexivo do estudante do ensino médio a respeito dos OGMs.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ENSINO DE GENÉTICA E BIOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Na atualidade tem-se observado crescentes avanços científicos na área da biotecnologia, como o mapeamento genético, a clonagem e os transgênicos, com ampla divulgação pelos mais diversos meios de comunicação e pela escola. Apesar de parecer distante para o senso comum, a biotecnologia permeia o cotidiano de todos. São exemplos, de acordo com Carvalho (1996), a produção de antibióticos, de combustível, de vinho e cerveja, além das sementes híbridas, que são oriundos de técnicas da chamada biotecnologia clássica ou convencional e estão associados ao aprimoramento de seres encontrados na natureza pelas mãos dos homens através de isolamento, seleção e cruzamentos genéticos naturais. Já produtos como a insulina humana, produzida por bactérias *Escherichia coli*, e os anticorpos monoclonais, são exemplos de produtos advindos da denominada biotecnologia moderna, que através de técnicas de seleção não naturais, de transformação genética e otimização fisiológica, origina seres não naturais capazes de gerar inúmeros produtos que contribuem para a saúde e bem-estar humano.

Fazer colocações pertinentes a respeito desse tema é de grande relevância para o crescimento individual do aluno. De acordo com Arbix (2007), a biotecnologia está relacionada à geração de produtos em uma grande variedade de áreas como a de alimentos, a farmacêutica e a de combustíveis e para tanto, gera consequências em diversas áreas do conhecimento como as ciências, a sociologia e a economia. Daí, inferimos a grande significância dos estudantes tomarem conhecimento de forma ampla e consistente dos mais variados assuntos ligados a esse tema, uma vez que, de alguma forma, permeará sua existência.

Porém, apesar disso, a maior parte da população não se mostra preparada para emitir opiniões seguras sobre o tema (PEDRANCINI *et al.*, 2008). Ainda de acordo com os mesmos autores, a forma com que as escolas têm abordado o tema -transgênicos- não tem contribuído para o ideal de cidadão consciente e participativo, o que indica que os alunos não se mostram aptos a responder de forma correta, consistente e clara, questões acerca do tema. Os alunos baseiam suas opiniões, constantemente superficiais, em seus conhecimentos prévios advindos da mídia. Mídia esta que, por vezes, mostra-se sensacionalista e não contribui para a construção do conhecimento sólido do aluno de forma imparcial e consistente. Fato este que corrobora o papel crucial do professor, ao avaliar e contribuir para a análise correta das

informações provenientes dos meios de comunicação de massa (CARVALHO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2018) e da escola na formação de indivíduos aptos a refletir e analisar de forma crítica e consciente as informações que recebem (SILVA; CICILLINI, 2008).

Observa-se, nos alunos em fase de conclusão da educação básica, grande dificuldade de expressão quando são abordados assuntos associados aos temas de genética e biotecnologia. Carvalho *et al.* (2012) e Giacóia *et al.* (2014) perceberam a incapacidade de alunos no processo final de conclusão do Ensino Médio, de conceituar corretamente um ser OGM ou transgênico, assim como estabelecer a relação correta desses aos produtos por eles originados. Já que se utilizaram, para responder aos questionamentos estabelecidos pelos autores, de concepções próprias equivocadas possivelmente associadas ao enfoque dos OGMs dado pela mídia. De acordo com Ventrone *et al.* (2021), os próprios discentes inseridos na educação básica consideram que há pouca informação disponível sobre o tema, o que se torna um impedimento à emissão de opiniões seguras e convictas. Tornam-se, então, claras as necessidades do uso de práticas alternativas referentes ao processo de ensino-aprendizagem de tais temas, que contribuam para favorecer a conceituação, abstração e a extrapolação do conteúdo estudado na escola para a vida cotidiana.

A hegemonia da mídia na emissão de informações a respeito dos organismos transgênicos gera nos alunos conceitos rasos, imprecisos e tendenciosos (SILVA; SILVA, 2015). Além disso, o juízo crítico e avaliativo realizado pelos meios de comunicação sobre temas controversos que envolvam ciência e tecnologia tem grande influência sobre os conhecimentos dos alunos, mas se baseiam unicamente no senso comum, dificultando a problematização entre o senso comum e o conhecimento científico (ROCHA; SLONSKI, 2016). Faz-se clara a importância da realização de uma abordagem que gere um aprendizado consistente e significativo. Contribuindo para a formação ética e crítica do indivíduo, a fim de que este seja capaz de associar o conhecimento científico à suas questões cotidianas. Especialmente ao se considerar o fato de que assuntos relacionados à biotecnologia permeiam nossas vidas, associados a questões de saúde, meio ambiente, desenvolvimento, prosperidade e bem-estar dos indivíduos (ARBIX, 2007). Além disso, a abordagem de temas que permeiam o cotidiano dos alunos e que conjuntamente façam parte de debates midiáticos, contribui para uma participação efetiva do aluno nas atividades propostas em sala de aula (SCARPA; CAMPOS, 2018). Percebemos, assim, que a abordagem adequada de temas associados à biotecnologia na educação básica é de extrema importância. Proporciona ao cidadão a reflexão e a possibilidade de emissão de opinião sobre aspectos ligados a benefícios, riscos e ética, o que torna uma educação científica adequada e eficiente, especialmente nas instituições

de ensino básico, fundamental para uma posição do cidadão diante desta nova realidade (CARVALHO *et al.*, 2012).

Dada a importância do tema, o desafio agora é fazer com que o aluno seja capaz de realizar a associação adequada entre o conhecimento construído ao longo das aulas, com as informações que chegam até ele cotidianamente. De acordo com Trivelato e Tonidandel (2015), a educação científica deve ser capaz de relacionar ciência, tecnologia e sociedade, formando cidadãos capazes de realizar tais relações e aplicá-las em suas tomadas de decisões rotineiras de forma consciente.

2.2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Vivemos em uma sociedade democrática que nos permite emitir opiniões, julgamentos, assim como realizar escolhas individuais que afetam a coletividade. O indivíduo é, portanto, capaz de alterar sua realidade sendo, para tanto, necessário que se aproprie dos conhecimentos baseados na ciência, o que contribuirá para tomadas de decisões autônomas e conscientes. Nesse aspecto, evidencia-se a inquestionável relevância da escola, que constitui o principal elo entre o indivíduo e o conhecimento científico, (DUARTE, 2013). A prática escolar é capaz de possibilitar ao indivíduo desenvolver habilidades que o permitem realizar associações entre as informações que lhes são disponibilizadas cotidianamente e o conhecimento científico, atribuindo assim, significado aos conceitos abordados e possibilitando uma leitura de mundo baseada no saber científico (CESCHIM; OLIVEIRA, 2018).

Sendo a ciência uma atividade influenciada por aspectos sociais, político, econômicos, culturais e ambientais, portanto, não neutra, não pode pertencer e permear apenas o ambiente acadêmico e científico, ao contrário, deve intercalar as discussões dos indivíduos na sociedade, já que a atividade científica é capaz de impactar as condições sociais (SANTOS; MORTIMER, 2001). Sendo assim, torna-se evidente que, para o desenvolvimento de uma sociedade constituída por indivíduos que apresentem uma consciência crítica, é necessária a implementação, no nível básico de educação, de um currículo que contemple a temática ciência, tecnologia e sociedade. De acordo com Santos e Mortimer (2000), este currículo deve abordar não apenas os avanços científicos, mas, sobretudo permitir ao cidadão compreendê-los e interpretá-los de forma ampla. Neste contexto, o ensino das ciências deve distanciar-se da abordagem apenas conceitual, e permitir cada vez mais que as reais questões e anseios sociais sejam contemplados.

O enfoque na temática ciência, tecnologia e sociedade se constitui elemento imprescindível, quando a finalidade é contribuir para a construção de uma escola cidadã. Escola que possibilite a formação de indivíduos capazes de identificar, por exemplo, que o conhecimento científico é responsável por gerar produtos e tecnologias presentes em suas vidas cotidianas. Além de permitir alcançar a percepção de que os conhecimentos produzidos no campo da ciência contribuem para avanços que possibilitem o desenvolvimento econômico, a manutenção da saúde e bem estar do indivíduo. Esta visão ampla da ciência possibilita aos indivíduos a emissão de opinião e a realização de julgamento de forma consciente. Além de não restringir exclusivamente suas fontes de informação aos meios de comunicação de massa que podem se mostrar tendenciosos. De acordo com Pessan (2015) a abordagem adequada de temas sociocientíficos nas escolas, além de tornar as aulas mais atraentes e dinâmicas, contribuem para a formação da cidadania e para Freire (2007), o aprendizado nos permite não apenas a adaptação à realidade, mas nos torna capazes de alterá-la. De acordo com o autor,

Constatando, nos tornamos capazes de intervir na realidade, tarefa incomparavelmente mais complexa e geradora de novos saberes do que simplesmente a de nos adaptar a ela. É por isso também que não me parece possível nem aceitável a posição ingênua ou, pior, astutamente neutra de quem estuda, seja o físico, o biólogo, o sociólogo, o matemático, ou o pensador da educação. Ninguém pode estar no mundo, com o mundo e com os outros de forma neutra. Não posso estar no mundo de luvas nas mãos constatando apenas. A acomodação em mim é apenas caminho para a inserção, que implica decisão, escolha, intervenção na realidade. (FREIRE, 2007 p.77).

Estar consciente da presença e das implicações científicas sobre sua vida é um direito fundamental do indivíduo. De acordo com a UNESCO na Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos de 2005, proporcionar tais conhecimentos, em especial para os jovens, é um dever do Estado, através de ações nas esferas da educação, formação e informação ao público. Ainda de acordo com a UNESCO, na Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos de 1997, os Estados deverão tomar medidas apropriadas para incentivar outras formas de pesquisa, capacitação e divulgação de informações que promovam a conscientização da sociedade e de todos seus membros acerca de sua responsabilidade em questões fundamentais relativas à proteção da dignidade humana que possam ser levantadas por pesquisa nos campos da biologia, genética e medicina, e por

suas aplicações. Os Estados também deverão facilitar a discussão aberta desse assunto, assegurando a liberdade de expressão das diversas opiniões socioculturais, religiosas e filosóficas UNESCO (1997).

Nesse contexto, as aulas de biologia apresentam papel extremamente relevante na formação cidadã do indivíduo, uma vez que possibilita discorrer inúmeros temas que, de acordo com sua execução, podem contribuir para despertar e formar cidadãos questionadores da realidade. Segundo Silva e Maciel (2018) a inserção de temas contraditórios nas aulas de biologia, constitui importante estratégia de ensino capaz de correlacionar conceitos biológicos a temas sociocientíficos, além de possibilitar aos alunos ampliarem suas concepções, promovendo o pensamento crítico-reflexivo destes. Segundo o estudo realizado por Peixe *et al.* (2017), observa-se uma carência na abordagem dos aspectos relacionados à ciência, tecnologia e sociedade nos livros didáticos de biologia, o que pode dificultar a contextualização do conhecimento científico, não contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico no estudante. Essa carência torna a intermediação do professor imprescindível para o desenvolvimento de habilidades que contribuam para o desenvolvimento e emancipação do aluno.

Temas associados à biotecnologia, como os OGMs, constituem-se de discussões contemporâneas que podem ser enquadrados em abordagens associadas à CTS. Esse tipo de tecnologia se faz presente no cotidiano social e desencadeia discussões que geram divergência de opiniões em segmentos distintos da sociedade. Em seu trabalho, Guivant (2006) destaca que diferentes pesquisas de opinião pública, a respeito dos organismos transgênicos, originaram resultados divergentes, o que segundo a pesquisadora, evidencia apenas os interesses dos proponentes dos estudos, não demonstrando a real perspectiva popular. A possibilidade de emissão de opinião pública isenta, associa-se ao acesso à informação completa e não tendenciosa, fruto de uma educação que permita a apresentação e discussão de fatos com teor sociocientíficos de relevância para os estudantes. Reis *et al.* (2019) e Neto e Barolli (2021) realizaram estudos nos quais foram verificadas as opiniões dos estudantes a respeito dos organismos transgênicos, assim como analisadas as reformulações de suas concepções e a construção de conceitos. Para isso, apresentaram o conhecimento científico aos discentes de forma não usual com uma abordagem CTS. Permitindo assim discussões e exposição de pontos de vista, o que possibilitou aos estudantes realizarem a reformulação de ideias e de concepções, além de contribuir para a sensibilização destes sobre a importância da participação em questões sociais. Evidenciando que temas com aspectos sociocientíficos, como os biotecnológicos, abordados na escola de forma consistente e com condutas

diferenciadas, contribuem para a reformulação de conceitos e conseqüentemente para a formação de indivíduos autônomos e conscientes. A carência desse tipo de abordagem pode contribuir para que o estudante não seja capaz de estabelecer associação entre o que é pontuado na escola e as situações que ele vivencia em sua realidade. Nesse contexto, de acordo com Laburú *et al.*(2013),

Caso a aquisição de conhecimentos fique circunstanciada somente a uma representação, isso costuma tornar a aprendizagem frágil, posto que o pensar permanece encapsulado. Frequentemente, a aprendizagem dos conceitos se dá dessa forma na escola, ainda que isso não exclua uma forma de compreensão pelos alunos. Assim, a compreensão limitada à monorrepresentação é um entrave instrucional. A maioria dos alunos, ao sair das fronteiras e do contexto da representação semiótica estudada, entrando em uma situação desconhecida, é incapaz de aplicar os conhecimentos adquiridos. Deixa de realizar, portanto, transferências para novas semióticas, e reconfigurações representacionais do mesmo conteúdo se tornam verdadeiros obstáculos (Laburú, C. E. *et al.*, p 14).

2.3 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS E METODOLOGIAS ATIVAS E INVESTIGATIVAS

Abordagens com o uso de metodologias ativas, com atividades de cunho investigativo, são de grande importância para a consolidação do conteúdo trabalhado com o aluno. Segundo Trivelato e Tonidandel (2015), as metodologias investigativas alteram o foco, tornam o aluno construtor do próprio conhecimento e o aproxima do "fazer científico". Assim, aprendizagem significativa depende de uma aula que convida e desafia, de um docente que estimula e provoca e de um estudante que duvida e problematiza. Além de contribuir para que o estudante construa o conhecimento de forma ativa, o ensino por investigação também torna o aprendizado mais atrativo e interessante de acordo com a visão do aluno, uma vez que, atividades diferenciadas tornam as aulas mais dinâmicas (PERSICH *et al.* 2017). Assim, as metodologias de ensino diferenciadas objetivam contribuir para melhorar o processo de ensino, melhorando a qualidade deste, visto que tal processo engloba o interesse do aluno e sua inclusão no mundo como cidadão consciente (GRASSI, 2018).

Segundo Carvalho (2013), desde meados do século XX, a educação vem sofrendo mudanças. A transmissão de conhecimentos, antes exclusivamente realizada por meio da exposição destes por parte de um detentor do saber, hoje tem sido substituída pela construção do conhecimento pelo estudante guiado pelo professor. Tais mudanças mostram-se

necessárias diante da grande quantidade de conhecimento produzido atualmente, que torna impossível um indivíduo ser detentor de todo o saber. Conjuntamente a esse fato, de acordo com a mesma autora, temos também os trabalhos de epistemólogos e psicólogos, que mostram como os conhecimentos são construídos tanto em nível individual como social. Assim, o professor passa de expositor do conhecimento para orientador e direciona as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento. Nesse contexto, o ensino investigativo mostra-se adequado às novas necessidades da educação. A BNCC/EM preconiza o ensino investigativo como meio de inserção de abordagens próprias das ciências, o que possibilitará aos alunos do ensino básico investigarem causas, elaborarem hipóteses, formularem e desenvolverem problemas e criarem soluções baseadas em seus conhecimentos adquiridos nas mais diversas áreas (BRASIL, 2018). Entretanto, o ensino por investigação não se caracteriza por reproduzir a metodologia científica, mas sim pela utilização de estratégias para a que o estudante construa os próprios conhecimentos e habilidades, que desenvolva o pensamento crítico, argumentativo e assuma uma postura investigativa (SCARPA; CAMPOS, 2018). Neste sentido, o ensino por investigação torna possível ao aluno maior engajamento e participação nos debates levantados nas aulas, além da aproximação do fazer científico, uma vez, que lhes é disponibilizado um conjunto de situações que os torna capazes de perceber o processo realizado na construção do conhecimento científico. O ensino por investigação deve contribuir para que os alunos sejam capazes de solucionar problemas propostos, interagir com os colegas, com materiais e com o conhecimento existente (SASSERON, 2015). De acordo com Carvalho e Sasseron (2012), a organização de aulas investigativas deve apresentar a seguinte estrutura básica: proposição de uma situação problema a ser resolvida pelos alunos, etapa na qual os estudantes realizam a proposição de hipóteses; discussão mediada pelo professor das soluções estabelecidas, etapa em que as ideias e soluções apresentadas são sistematizadas; aplicação dos conhecimentos no cotidiano dos alunos e o registro dos conhecimentos construídos pelos estudantes. A produção de sequências de ensino investigativas em biologia, não está associada obrigatoriamente à experimentação, ao contrário, devem ser elaboradas com proposições variadas, que possuam sempre uma problemática a ser resolvida (SASSERON, 2015).

A utilização de sequências didáticas é um importante meio para a contemplação e concretização da abordagem supracitada. Segundo Nascimento *et al.* (2014), a utilização de sequências didáticas diversificadas tem resultado em interesse maior por parte do aluno, que têm maior possibilidade de compreender melhor o assunto abordado, já que ele próprio teve participação ativa na construção do seu conhecimento. Assim ele se torna capaz de fazer

associação dos novos saberes a sua vivência cotidiana e torna-se um indivíduo crítico e replicador do conhecimento. Para Persich *et al.*(2017), o ensino passa a fazer sentido quando se amplifica a voz do aluno e aborda-se temas que sejam de interesse deste, a fim de que o conteúdo adquirido extrapole a sala de aula e comece a fazer sentido na vida do aluno, possibilitando-o utilizar seus conhecimentos a favor da resolução de questões cotidianas.

A execução de uma sequência didática na qual está inserida uma metodologia ativa, que coloca o aluno no centro do processo de construção de seu próprio conhecimento e que apresente elementos do ensino investigativo, em que o aluno é levado a realizar reflexões, discussões e explicações, contribuirá para a formação do senso crítico dos estudantes. Auxiliará também para despertar maior interesse e envolvimento dos alunos, em comparação à metodologia tradicional de exposição do conteúdo, além de permitir a expansão dos conhecimentos relacionados ao tema OGMs, ao desenvolver nos estudantes a capacidade de relacionar os assuntos estudados na escola à sua vivência cotidiana.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Desenvolver atividades ativas e investigativas e analisar sua contribuição para a construção dos conceitos e a promoção do pensamento crítico-reflexivo do estudante do ensino médio a respeito dos organismos geneticamente modificados (OGMs).

3.2 ESPECÍFICOS

- Descobrir as percepções dos alunos a respeito do tema OGMs.
- Estimular os alunos a fazerem uma análise crítica das informações obtidas através da mídia em geral, encorajando-os a exporem suas ideias, interesses, dúvidas e sugestões.
- Incentivar a reflexão da finalidade dos OGMs para os seres humanos.
- Contribuir com o aprendizado significativo do mecanismo de produção de OGMs.
- Aplicar o modelo da produção da insulina humana pelas bactérias *Escherichia coli* em laboratório, associado a elaboração de questões e hipóteses pelos estudantes visando o entendimento dos métodos de produção de OGM.
- Promover o debate de questões éticas associadas à aplicação dos OGMs e fazer com que o aluno se posicione e discuta o tema.

4. METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Este trabalho apresenta caráter de pesquisa empírica experimental qualitativa que, segundo Rosa (2013), é caracterizada como empírica pelo fato de os dados serem oriundos da análise observável da realidade, experimental por haver uma intervenção controlada do pesquisador na realidade pesquisada, com a intencionalidade de transformá-la e por fim, qualitativa já que a análise dos dados é realizada de forma subjetiva pelo pesquisador.

4.2 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA

O projeto do presente estudo apresentou inicialmente um formato de aplicação presencial e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFJF, em 22 de dezembro de 2020 com o seguinte número de parecer: 4.482.248 (Anexo A). Posteriormente, em virtude da situação de pandemia causada pelo novo coronavírus, SARS-CoV2, foi necessária a realização de uma emenda ao projeto original, adequando a aplicação ao formato de aulas do ensino remoto emergencial, cuja aprovação ocorreu em 28 de maio de 2021, como o seguinte número de parecer: 4.743.444 (Anexo B). As etapas do projeto foram colocadas em prática entre os meses de junho e outubro de 2021. A aplicação das atividades foi realizada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, que se constitui de um total de 33 alunos, da Escola Estadual Duarte de Abreu, localizada no município de Juiz de Fora - MG. O responsável legal pela escola aceitou participar da pesquisa mediante assinatura de declaração, que afirma que a instituição apresenta infraestrutura favorável ao desenvolvimento da pesquisa (Anexo C).

Os estudantes foram devidamente informados sobre a pesquisa por meio de videoconferência via plataforma Google Meet e concordaram em participar preenchendo os formulários online com os termos devidos, assim como os responsáveis daqueles menores de 18 anos (Apêndices A e B).

Em virtude da impossibilidade de aplicação presencial e dos métodos utilizados pelo Estado de Minas na condução do ensino remoto emergencial, nem todos os alunos da turma participaram das atividades propostas no projeto. Dos 33 alunos da turma, apenas 12 deles iniciaram a realização das atividades e esse número flutuou ao longo das diferentes etapas desenvolvidas no projeto.

4.3 CRONOGRAMA

Em virtude da situação de pandemia de Covid-19, a Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais lançou mão da utilização de apostilas (Plano de Estudo Tutorado - PET) como parte das atividades do ensino remoto emergencial oferecido aos estudantes. No ano de 2021, 60% do conteúdo e carga horária dos estudantes referiu-se aos conteúdos presentes nos PETs, os 40% restantes ficaram a cargo de atividade complementares formuladas pelos próprios professores. Então, os bimestres foram divididos da seguinte forma: ao longo de seis semanas foram trabalhadas as atividades dos PETs e nas quatro últimas semanas do bimestre foram trabalhadas as atividades complementares propostas pelos professores, juntamente com as atividades de recuperação bimestral.

As atividades da presente proposta foram programadas para serem aplicadas nas semanas referentes às atividades complementares. Segue o cronograma de realização destas Quadro 1.

Quadro 1– Cronograma de realização das atividades

Atividade	Data da Realização	Limite para Entrega
Momento 1 – Aplicação do questionário pré-teste.	23/06/2021	30/06/2021
Momento 2 – Exibição de imagens e trechos de textos.	30/06/2021	-
Momento 3 – Aula expositiva sobre Diabetes mellitus.	16/09/2021	-
Momento 4 – Discussão sobre produção de insulina por bactéria e apresentação da oficina “Simulando a produção de DNA recombinante”.	23/09/2021	-
Momento 5 – Júri simulado.	01/10/2021	22/10/2021*
Momento 6 – Envio de texto base para produção de Podcast.	01/10/2021	08/10/2021*
Momento 7 – Avaliação do aprendizado (Avaliação bimestral e questionário pós-teste).	08/10/2021	22/10/2021*

*Atividades cujas devolutivas não ocorreram na data estipulada.

4.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

4.4.1 Questionário para a verificação da percepção dos discentes a respeito dos OGMs (pré-teste e pós-teste)

Foi aplicado um questionário estruturado (Apêndice C) com cinco questões discursivas que possibilitou a emissão de opiniões, percepções, saberes e crenças a respeito dos OGMs de forma livre, como também realizado por Vicentin *et al.* (2011). Este objetivou verificar os conhecimentos prévios e percepções dos discentes a respeito dos OGMs, além de tornar possível o estabelecimento de comparações a respeito das concepções dos estudantes com relação a aspectos associados ao tema.

4.4.2 Observação participante

A observação participante iniciou-se durante a atividade número dois, que constou de uma atividade guiada pela professora e prosseguiu ao longo de toda a sequência didática. Para o registro desta etapa foi usado um diário de campo, que constou da transcrição dos fatos e acontecimentos ocorridos durante o transcorrer da pesquisa e da gravação das aulas para posterior análise.

4.5 Descrição da sequência didática

A sequência didática proposta constou da realização de atividades que foram distribuídas ao longo de sete momentos, descritos abaixo. Na descrição de cada um deles, constará sua tendência principal, que poderá estar relacionada à verificação das concepções dos estudantes, à formação e reformulação de conceitos ou ainda à contribuição na promoção do pensamento crítico-reflexivo dos discentes a respeito do tema OGM.

4.5.1 Momento 1 - Aplicação do questionário pré-teste

O questionário pré-teste teve como finalidade principal identificar as concepções discentes a respeito do tema em questão. Foi enviado aos alunos por meio de Formulário online e respondido em horário extraclasse. A disponibilização deste ocorreu por meio do grupo de whatsapp da turma e por meio da plataforma Google Classroom. O questionário foi

reaplicado ao final da execução de toda a sequência didática, a fim de se estabelecer comparação entre as percepções dos estudantes anteriormente e posteriormente ao desenvolvimento da sequência didática.

4.5.2 Momento 2 (1h 15 minutos) – Exibição de imagens e trechos de textos

Esta etapa da sequência didática (SD) teve como caráter principal a sensibilização dos estudantes ao tema, assim como a contribuição para o aprimoramento da análise e decodificação de informações recebidas. Contribuindo assim para o desenvolvimento de uma visão crítica-reflexiva sobre as informações que chegam até eles mediante os mais diversos meios.

Neste segundo momento da SD foi realizada uma atividade síncrona, de forma remota por videoconferência, utilizando-se a plataforma Google Meet, no horário regular das aulas de Biologia. A atividade guiada pela professora constou da exibição de imagens, manchetes e trechos de textos retirados da internet, que exibiam informações falsas e verdadeiras acerca dos OGMs. Simultaneamente a cada exibição, os discentes foram orientados a opinarem sobre a veracidade ou não dos elementos apresentados pela professora. O grupo de alunos que considerou o dado como inverdade defendeu seu ponto de vista, em seguida os alunos que acreditaram na veracidade do fato realizaram o mesmo procedimento. Os links utilizados na atividade estão presentes no anexo D.

4.5.3 Momento 3 (1h 15 minutos) – Aula expositiva sobre diabetes mellitus

O momento em questão fundamentou-se na revisão de conteúdos e conceitos estudados em anos anteriores pelos alunos, que serviram de embasamento para as atividades subsequentes da SD a serem realizadas pelos estudantes.

Foi ministrada uma aula síncrona expositiva no horário regular das aulas de biologia, por meio da plataforma Google Meet, sobre o tema diabetes mellitus e seus aspectos associados.

Ao final desta aula, foi sugerida à turma a seguinte questão problematizadora: "*Como as bactérias conseguem produzir insulina humana?*".

Em seguida os estudantes foram divididos em grupos e orientados a realizarem pesquisa sobre a insulina humana produzida por bactérias, cuja discussão se daria na aula seguinte. Os discentes foram informados que deveriam buscar aspectos relacionados ao

processo de produção, os organismos envolvidos e importância da técnica utilizada no processo de produção da insulina.

Além do trabalho de pesquisa, os estudantes foram orientados a realizarem uma simulação dos métodos utilizados por pesquisadores na produção da insulina por bactérias geneticamente modificadas, a partir da técnica do DNA recombinante, cujos resultados seriam socializados com a classe em aula posterior. A simulação constou da reprodução dos processos e representação das estruturas e organismos envolvidos na realização da técnica do DNA recombinante. Para tanto, os grupos foram instruídos a utilizarem materiais alternativos como papel cartão colorido, tesouras, cola, lã, entre outros que possuíssem casa.

As pesquisas e as simulações foram realizadas pelos grupos de alunos ao longo da semana em momento extraclasse.

4.5.4 Momento 4 (1hora: 15 minutos) – Discussão sobre produção de insulina por bactéria e apresentação da oficina “Simulando a produção de DNA recombinante”

Este momento da SD caracterizou-se essencialmente pela apresentação de atividades realizadas em momento extraclasse, que contribuíram para a formação e reformulação de conceitos acerca dos OGMs pelos discentes.

Nesta aula síncrona realizada por meio de videoconferência utilizando-se a plataforma Google Meet, no horário regular das aulas de biologia, foram apresentadas as pesquisas sobre a insulina realizadas pelos alunos. Após as apresentações a professora mediu uma discussão com a inserção das seguintes perguntas incentivadoras do processo investigativo:

1. *Onde está contida a informação para que o organismo humano produza insulina?*
2. *A bactéria Escherichia coli contém a mesma informação genética que os seres humanos para produzir insulina?*
3. *Como a bactéria E. coli se relaciona com a produção de insulina?*
4. *Qual a importância do processo relatado na questão anterior?*

Ainda nesta aula, cada grupo socializou com a turma o conteúdo do material produzido na oficina de simulação do DNA recombinante, seguida de discussão guiada pela professora.

4.5.5 Momento 5 (1 hora: 40 minutos) – Júri simulado

As atividades realizadas neste momento da SD caracterizaram-se por priorizar a formação crítica-reflexiva dos discentes, uma vez que permitiram aos estudantes analisar, argumentar e se posicionar a respeito de uma situação real relacionada ao tema OGM.

Este momento da sequência didática foi realizado por meio de videoconferência, iniciando-se com uma aula expositiva, ministrada de forma síncrona, via plataforma Google Meet, no horário regular das aulas de biologia. O enfoque da aula dialogada foi a questão da soja transgênica produzida no Brasil e aspectos da lei de biossegurança, que tratam sobre a regulamentação dos alimentos de origens transgênica. Em seguida, foi realizado um júri simulado, baseado na seguinte problematização: "A soja transgênica produzida no Brasil traz benefícios ou prejuízos para a saúde e o meio ambiente?". A situação problema, o papel de cada aluno na simulação, além da distribuição de material para o embasamento teórico de cada componente foi definido previamente.

Os artigos utilizados como embasamento teórico para o desenvolvimento da atividade foram escolhidos por serem considerados acessíveis aos alunos do Ensino Médio e por apresentarem tanto informações favoráveis quanto contrárias à utilização dos OGMs. Os textos foram enviados aos discentes utilizando-se o grupo de WhatsApp da turma anteriormente à realização da atividade e se encontram disponíveis nos links abaixo:

- <https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/314>
- <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/viewFile/16312/13340>

Após o Júri Simulado os alunos foram instruídos a atuarem como jurados redigindo, de forma individual, um texto com sua decisão final e a justificativa para sua a tomada de decisão. O veredito final dos jurados (alunos) a respeito da situação problema foi dado em outro momento aula pela juíza (professora), após a leitura dos textos.

4.5.6 Momento 6 – Oficina de produção de textos e Podcast

A oficina de produção de podcast caracterizou-se por contribuir para a consolidação dos conceitos formados pelos alunos nas etapas anteriores da SD, por meio da análise de textos de divulgação científica contendo utilidades diversas dos OGMs.

Neste momento da sequência didática, foram distribuídos aos alunos, por meio do grupo do WhatsApp, textos com aplicações dos OGMs associados a produtos de interesse comercial, médico, agrônômico, entre outros, que foram analisados pelos grupos de alunos em horário extraclasse. Baseados nas leituras, cada grupo foi orientado a identificar o organismo doador e o receptor de genes e o benefício gerado pela associação estabelecida entre os

organismos. Também foram orientados a redigirem um texto que seria usado como base para criação de um podcast. Todos os alunos foram orientados a escutarem os podcasts produzidos pelos demais grupos e identificarem o que havia em comum entre eles e os benefícios produzidos em cada uma das situações.

Os textos e os podcasts foram produzidos em momento extraclasse e foram gravados utilizando - se o gravador de voz do Smartphone de pelo menos um dos integrantes do grupo e em seguida os áudios foram organizados e postados no aplicativo Anchor, baixado no Smartphone da professora.

4.5.7 Momento 7 – Avaliação do aprendizado

A avaliação do aprendizado constituiu-se de meio para análise da contribuição da SD na formação do senso crítico, assim como na construção e reorganização de conceitos pelos estudantes.

A avaliação dos discentes foi realizada pela professora ao longo de todos os momentos do desenvolvimento e aplicação da sequência didática. Foram consideradas para a avaliação as discussões realizadas durante as aulas, a análise da participação e engajamento dos alunos nas atividades propostas, a forma com que realizam as atividades e o empenho em realizá-las.

A avaliação também constou da análise do resultado comparativo entre a aplicação dos questionários pré e pós-teste. Esta teve como finalidade estabelecer comparação entre as concepções e percepções dos discentes anteriormente e posteriormente à aplicação da sequência didática. Foram avaliados também os textos produzidos após a realização do júri simulado e os utilizados como base para a produção dos podcasts. Foi realizada também análise dos resultados obtidos na aplicação de avaliação bimestral convencional, que neste caso ocorreu por meio de formulário Google, sendo enviada aos alunos via grupo de Whatsapp da turma e postada na plataforma Google Classroom, ao final de todas as atividades.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O viés metodológico que orientou a pesquisa foi o de uma abordagem qualitativa, uma vez que a natureza dos dados e sua análise apresentam natureza textual, descritiva e reflexiva. Sant Ana e Lemos (2020) destacam a crescente importância das pesquisas com abordagem qualitativa no campo educacional, enfatizando a possibilidade do estabelecimento de contato

direto entre o pesquisador e o objeto de estudo. Configurando a abordagem qualitativa um meio para transformação da realidade nos âmbitos do conhecimento e histórico-social.

A análise e discussão dos dados obtidos nesta pesquisa serão realizadas para cada etapa individualmente, cuja descrição encontra-se entre os itens 5.1 e 5.7 a seguir.

5.1 DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

Foi realizada a aplicação de um questionário estruturado (questionário pré-teste) para a verificação das percepções e conhecimentos dos discentes a respeito dos OGMs, que constou de cinco questões discursivas. Anteriormente ao envio deste, enfatizou-se aos discentes ser desnecessária a realização de consulta a qualquer fonte para o preenchimento do questionário contido no formulário online, uma vez que o intuito deste seria perceber o seu posicionamento diante dos aspectos associados ao tema em questão.

No primeiro questionamento realizado, os alunos foram induzidos a relatarem seus conhecimentos sobre os organismos transgênicos. Pôde-se verificar que a maioria deles possui algum tipo de conhecimento a respeito do tema. Porém, os estudantes não souberam opinar de forma clara e precisa, havendo em suas respostas erros conceituais, respostas vagas e confusas, como podem ser observados abaixo na transcrição das respostas de alguns alunos.

"Os organismos transgênicos são organismos que são modificados geneticamente, por exemplo a cebola que geralmente faz chorar quando você corta ela, uma cebola transgênica não faz você chorar, é mais resistente a pragas. Resumindo os organismos transgênicos são vegetais, legumes, plantas que tem os genes modificados a fim de melhorar esse organismo, deixar seu cheiro melhor, sua cor mais vibrante, sua aparência melhor, aumentar a resistência e etc."

"Organismos com mais de um DNA."

"São organismos que podem ser modificados em laboratório, em pro algum interesse."

Andrade *et al.* (2016) descreveram impressões semelhantes ao analisarem o conteúdo proveniente de questionamentos acerca do conceito de organismo transgênico, à alunos recém ingressos em cursos da área da saúde, o que refletiu as concepções existentes imediatamente após a conclusão da educação básica. Carvalho *et al.* (2012) também obtiveram constatações similares, ao realizarem pesquisa com alunos do terceiro ano do ensino médio de escola pública do estado do Piauí.

Ao serem indagados sobre sua opinião a respeito dos organismos transgênicos, foi possível verificar a falta de subsídio para emitirem e justificarem sua opinião. Foram

observadas posições estritamente favoráveis ou estritamente contrárias, o que pode ser justificado pela carência de conhecimento que pudesse ser utilizado como embasamento para respostas mais consistentes e elaboradas. Fato este que corrobora a opinião de Guivant (2006), segundo a qual, pessoas mais bem informadas tendem a evitar posições exclusivamente favoráveis ou contrárias. A emissão de opiniões exclusivamente favoráveis por parte de alguns alunos, também pode ter sido devido ao fato de que alguns deles responderam ao questionário pré-teste após terem participado do segundo momento da sequência didática, portanto, podem ter utilizado os conhecimentos adquiridos na ocasião.

Quanto à percepção da presença de algum produto de origem transgênica em seu cotidiano, poucos alunos souberam identificar e exemplificar. Os que conseguiram estabelecer essa relação, apenas o fizeram associando os transgênicos a produtos alimentícios de origem vegetal destinados ao consumo humano, o que provavelmente se justifica porque entre os produtos de origem transgênica, serem os alimentos os que mais têm destaque na mídia. Situação semelhante foi observada por Carvalho *et al.* (2012) e Andrade *et al.* (2016).

Quando o questionamento conduziu os alunos a opinarem sobre possíveis benefícios e/ou prejuízos provenientes dos organismos transgênicos, pôde-se perceber que, entre aqueles que identificaram benefícios, o fizeram a partir do estabelecimento de associação com vantagens para a atividade agrícola, citando a diminuição de insumos, maior adaptação a variações climáticas, resistência à pragas e ainda à presença de maiores quantidades de nutrientes nos organismos transgênicos, como pode ser observado na transcrição das respostas de alguns alunos.

"Se eu não me engano os alimentos transgênicos tem uma vida útil maior e maior concentração de vitaminas então isso é um benefício que ajuda a população a desperdiçar menos e por consequência gastar menos com esses produtos."

"Sim, podemos ver vários benefícios nos organismos transgênicos. Os mesmo nos alimentos ajuda aumenta a produção de alimentos, maior resistência e durabilidade."

Tal posicionamento contribuiu para confirmar que os alunos não percebem as relações existentes entre os organismos transgênicos e outras áreas, que não sejam a agrária e alimentícia. De acordo com Pedrancini, *et al.* (2007 e 2008), estas concepções justificam-se, já que tais associação são aquelas habitualmente estabelecidas pela mídia, que é a principal formadora de opinião de senso comum. Entre os argumentos desfavoráveis houve a citação de que trariam prejuízos à saúde e estariam relacionados a interferências na biodiversidade, sem, no entanto, tecerem justificativas razoáveis para subsidiar seus pontos de vista. Ficou claro que os alunos que responderam ao questionário após a aplicação da segunda etapa da

sequência didática, relataram apenas benefícios associados aos organismos transgênicos. Analisando a resposta de um desses alunos, percebeu-se que ele conseguiu estabelecer a relação entre diferentes organismos transgênicos originarem diferentes produtos, de acordo com o interesse que se tem.

Quando foi solicitado aos alunos que opinassem sobre utilizar ou não produtos de origem transgênica, observou-se que a maioria deles apresentou opinião favorável, entretanto apresentaram dificuldades para se justificarem. Além de, mais uma vez, ter sido observada a estrita associação com a indústria alimentícia. Os poucos alunos com opinião contrária à sua utilização, o fizeram baseados no fato de que os produtos de origem transgênica estariam associados a doenças humanas como o câncer. Novamente constata-se a que a compreensão sobre o tema em questão não ultrapassa o senso comum e apresenta erros conceituais. De acordo com Souza e Farias (2011) a falta de embasamento científico impossibilita que o estudante estabeleça argumentos plausíveis para embasar seus pontos de vista, o que o mantém restrito à suas concepções.

Devido à aplicação remota dos questionários pré-teste, não houve possibilidade de controle sobre sua realização e data de entrega. Por esse motivo, alguns alunos usaram respostas prontas, visivelmente retiradas de algum material consultado. Mesmo tendo havido orientação prévia, que versava sobre a não necessidade de identificação e da importância da emissão de opinião própria, sem que houvesse nenhum prejuízo ao aluno. Esse tipo de atitude evidenciou a carência de informação a respeito do tema, o que impossibilitou a emissão de opinião própria e que, mesmo pesquisando, nenhum deles estabeleceu outras relações, que não aquelas realizadas pelos que não fizeram consultas a alguma fonte. De acordo com Rangel (2001) entre as razões que levam o estudante a procurarem por respostas prontas estão as intenções de não reprovarem, não adquirirem nota baixa e não errarem a resposta. Esse tipo de atitude se relaciona às representações psicossociais dos estudantes que agem desta forma na tentativa de evitar julgamentos, discriminação e colocação em posições inferiores. Apesar de terem sido informados sobre as intenções do questionário, sendo explicitado não haver necessidade de identificação, não configurando meio para a aquisição de nota, não caracterizando instrumento que contribuísse para a reprovação ao não do estudante, tal atitude levou a crer que esse tipo de concepção é intrínseco do estudante, quando este não possui conhecimento para embasar suas respostas. O que demonstra que o método de ensino tradicional, pautado na emissão de saberes prontos pelo professor, que é o detentor do conhecimento, não contribui para formação de indivíduos seguros e capazes de emitir opinião própria. Segundo Ochoa Cervantes (2019), uma escola que possibilita a participação dos

educandos favorece liberdade e segurança para a emissão de opinião, o respeito entre os pares, promovendo assim a formação de cidadãos autônomos.

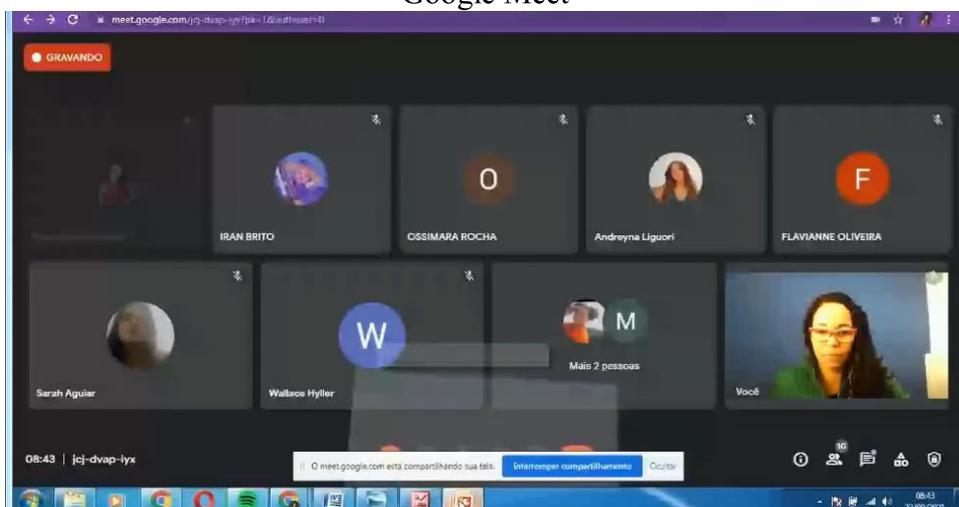
A análise geral do questionário pré-teste pôde evidenciar a dificuldade apresentada pelos alunos em se posicionarem de forma clara e consistente. Observa-se que suas concepções a respeito dos organismos transgênicos, não se distanciaram das ideias do senso comum e, provavelmente têm origem nas informações veiculadas pela mídia, além da carência de informações baseadas no conhecimento científico.

5.2 DA EXIBIÇÃO DE IMAGENS E TRECHOS DE TEXTOS

Este momento da sequência didática teve como objetivo apresentar o assunto a ser estudo aos discentes, de forma que eles pudessem elaborar as próprias análises e interpretações a respeito do que lhes era apresentado. Tal sensibilização ao tema OGM proporcionou aos estudantes realizarem as primeiras representações mentais a respeito da temática em questão. A etapa de sensibilização configura-se de suma importância no processo de construção do conhecimento, instigando e motivando os alunos a se empenharem nas etapas posteriores (VASCONCELLOS, 1992).

A aula síncrona, realizada por meio de videoconferência, como representada na Figura 1, teve a duração de 1h e 15 minutos e no decorrer dela foram fornecidas informações entre imagens, manchetes e trechos de textos que remetessem aos OGMs, para que os discentes pudessem opinar sobre a veracidade ou não destas.

Figura 1 – Aula síncrona realizada por meio de videoconferência utilizando a plataforma Google Meet



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora.

A aula em questão constituiu-se do primeiro momento da SD em que houve contato direto e simultâneo entre a professora e a classe. Nos primeiros momentos desta, os discentes foram informados sobre como ela se daria e que a participação ativa deles seria primordial para seu andamento.

Para descrição, análise e discussão dos resultados desta etapa, cada uma das informações fornecidas aos estudantes será abordada de forma independente, como colocadas nos pontos em destaque abaixo. Ao final dos relatos desta seção será feita análise e discussão geral dos resultados da aula. Todas as imagens exibidas estão inseridas após os relatos da aula e links contendo textos de onde foram retiradas as informações apresentadas aos discentes e utilizadas neste momento da SD encontram-se no Anexo B.

- **Exibição de imagem de planta revelando fluorescência (Figura 2):** Diante da apresentação da imagem de planta exibindo fluorescência, os discentes foram questionados sobre a veracidade ou não da imagem exibida. Alguns estudantes julgaram se tratar de uma imagem editada graficamente, pelo fato de que, segundo eles, naturalmente plantas não brilham no escuro. Outros alunos supuseram que se tratava de um fato verídico. Porém, ao serem instigados a justificarem tal opinião, nenhum deles conseguiu emitir justificativa para o questionamento.

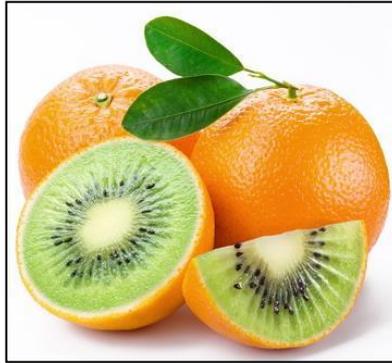
Figura 2– Planta exibindo fluorescência



Fonte: Site medioambientum, 2014

- **Exibição da imagem de fruta cujo exterior assemelhava-se a uma laranja e o interior a um kiwi (Figura 3):** Frente à apresentação da imagem de fruta cujo exterior assemelhava-se a uma laranja e o interior a um kiwi, toda a turma concordou não se tratar de uma imagem fruta real. A justificativa para tal posicionamento baseou-se no aspecto da imagem, que de acordo com a opinião dos estudantes, sugeria ser editada graficamente e não se tratar de um organismo real.

Figura 3 – Imagem de fruta cujo exterior assemelhava-se a uma laranja e o interior a um kiwi



Fonte: Vanessa Santos, 2014

- **Exibição de imagem de tomates com coloração arroxeadada** (Figura 4): Ao serem apresentados à imagem de tomates com coloração arroxeadada e ao serem questionados a respeito da veracidade ou não daquela imagem, observou-se na turma que não houve unanimidade quanto à opinião sobre a veracidade ou não daquela imagem. Ao serem estimulados a justificarem seus pontos de vista, o grupo de alunos que não acreditou na veracidade da imagem, justificou sua opinião revelando terem conhecimento apenas de tomates com coloração avermelhada quando estão maduros, se tratando então, de acordo com a opinião deles, de uma imagem editada graficamente. Já aqueles alunos que acreditaram na possibilidade da existência de tomates roxos, justificaram-se embasados na diversidade observada entre os seres vivos, apresentando como exemplo a existência de uma variedade de cebolas roxas. De acordo com a opinião de um dos estudantes, assim como existem bananas que são modificadas em função de algum interesse humano, os tomates também poderiam ter passado por esse processo. Houve então, a aproximação da explicação para a possibilidade de existência de tomates roxos modificados geneticamente, entretanto a justificativa não foi formulada com outros detalhes sobre os processos que levariam a tal modificação.

Figura 4 – Imagem de tomates com coloração arroxeadada



Fonte: Site aao.org, 2014

- **Exibição da imagem de espigas de milho** (Figura 5): Seguindo a exibição da imagem de espigas de milho, foi feita a seguinte afirmação: "*Nesta imagem não poderia haver OGMs*", sendo os alunos orientados a confirmarem ou não a veracidade da afirmativa colocada. A maior parte dos alunos concordou com a afirmativa, porém, estes não conseguiram justificar o seu posicionamento. Outros estudantes discordaram da afirmativa feita pela professora, justificando ter informações de que o milho seria um dos principais alimentos transgênicos consumidos no mundo. Houve também referência a um desenho animado que citou a existência do milho transgênico, o que confirma o papel da mídia como importante fonte de informação a respeito de OGMs, como observaram Cunha *et al.* (2015) e Vicentin *et al.* (2011) em estudos com alunos matriculados no terceiro ano do ensino médio de escolas da rede pública de ensino, que apontaram a mídia como principal fonte de informação sobre o tema.

Figura 5 – Imagem de espigas de milho



Fonte: Marina Dantas, 2021

- **Exibição da manchete "*Mosquito transgênico e estéril combaterá dengue*"**: Ao serem apresentados à manchete "*Mosquito transgênico e estéril combaterá dengue*" e ao serem questionados sobre a veracidade ou não desta, a maioria dos alunos discordou da informação. A justificativa proposta para tal opinião foi a de que não poderia ser possível, já que mosquitos transgênicos poderiam se transformar em super mosquitos. Deixando transparecer a ideia de que todos os OGMs são perigosos ou trazem prejuízos. Os discentes, que defenderam a veracidade da manchete, se justificaram expondo que em algum momento teriam adquirido a informação de que mosquitos transgênicos combateriam a dengue. Mais uma vez destacado a influência da mídia na emissão de opinião por parte dos estudantes que têm algum tipo de informação a respeito dos OGMs.
- **Exibição de trecho de matéria de divulgação científica "*Ovos de galinha produzem medicamento que combate doença rara*"**: Ao serem colocados diante da informação de que

"Ovos de galinha produzem medicamento que combate doença rara" e ao serem estimulados a opinarem se eram favoráveis ou não à afirmativa, a maioria da turma se mostrou favorável a ela, justificando ser o ovo um alimento nutricionalmente completo e por isso poderia estar associado à cura de doenças.

- **Exibição de imagem de salmões com tamanhos diferenciados** (Figura 6): Juntamente com a exibição da imagem de salmões com tamanhos diferenciados, foi feita a seguinte afirmativa: "*Não há possibilidade de haver OGMs na imagem*". Neste caso, os alunos manifestaram opinião contrária a afirmativa proposta. Entre as justificativas, destaca-se a de que, de acordo com a linguagem dos estudantes, um dos peixes da imagem poderia ser o original e o outro poderia ter sido melhorado por meio de experimentos, já que havia diferença entre o tamanho dos exemplares. Entretanto, não conseguiram explicar os mecanismos para tal "melhoramento". Outras justificativas para a possibilidade de haver algum OGM na imagem exibida basearam-se em argumentos controversos, já que concordaram que um dos peixes poderia ser geneticamente modificado, porém usaram como argumento para a diferença de tamanho entre eles, a possibilidade de apresentarem idades diferentes ou pela espécie apresentar dimorfismo sexual. Este último argumento foi embasado em um documentário que, segundo o estudante, trazia a informação de sapos com dimorfismo sexual devido à transgenia. Fato este que demonstra a falta de conhecimento científico dos estudantes, que têm dificuldade em absorver e transmitir informações midiáticas de forma correta. Confirmando assim a necessidade de uma intervenção adequada no nível básico de educação, para que os estudantes tenham a possibilidade de receber, processar e transmitir informações que recebem dos diferentes meios de comunicação com embasamento científico. Os estudantes que concordaram com a afirmativa, justificaram sua posição, embasados na possibilidade dos animais apresentados possuírem idades diferentes ou por apresentarem dimorfismo sexual.

Figura 6 – Imagem de salmões com tamanhos diferenciados



Fonte: Site semagro, 2015

- Exibição de imagens de suínos com aspecto convencional e exibindo fluorescência** (Figura 7): Juntamente com a exibição das imagens de suínos com aspecto convencional e exibindo fluorescência a seguinte afirmação foi realizada: *"Só existe a possibilidade de haver OGMs em uma das imagens exibidas"*. Houve opiniões variadas quanto à veracidade ou não da afirmativa. Uma parte dos discentes concordou com a afirmativa, e diferente do que se imaginava, sugeriram que a imagem com porcos que apresentavam aparência convencional poderia apresentar OGMs e que aqueles com a aparência fluorescente assim se mostraram devido, provavelmente, ao reflexo de luzes refletidas por eles ou a câmeras noturnas. Porém, não houve justificativa para a hipótese de que os animais com aspecto convencional se tratariam de OGMs. Outro grupo de estudantes também considerou verdadeira a afirmação, porém acreditou que apenas na imagem contendo animais fluorescentes poderia haver OGMs, se embasando no fato de que porcos naturalmente não brilham no escuro. Houve ainda estudantes que não concordaram com a afirmativa feita pela professora, supondo não haver animais modificados geneticamente em nenhuma das figuras sem, no entanto, encontrarem justificativa para tal posicionamento.

Figura 7 – Imagens de suínos com aspecto convencional e exibindo fluorescência



Fonte: Site Estadão, 2013

Fonte: Marina Dantas, 2021

Pôde-se observar bastante inibição dos discentes logo nos momentos iniciais da aula. O que pode ser justificado pelo formato, para eles inédito de aula, tanto pelo fato de estarmos em contato por meio de uma videoconferência, quanto pelo fato de que, mesmo sem explicação e apresentação de conceitos previamente sobre o tema da aula, lhes eram feitos questionamentos e lhes era solicitado que se justificassem. Porém no decorrer da apresentação das informações e das questões delas decorrentes, os discentes foram, aos poucos, participando de forma mais efetiva e conseguiram, inclusive, estabelecer correlação entre o que lhes era apresentado ao tema OGM e forma espontânea.

Neste momento da SD foi possível observar que entre os discentes participantes, havia aqueles com conhecimentos prévios a respeito dos OGMs. Apesar disso, ficou evidente que não dispunham de conhecimento suficiente que os possibilitasse embasar suas justificativas diante dos fatos observado e dos questionamentos realizados. Concordando com o exposto anteriormente, Cunha *et al.* (2015) também constataram em seus estudos que apesar da maioria dos estudantes ter algum conhecimento sobre os OGMs este ainda é raso e pouco fundamentado, o que explicita a necessidade de intervenções que contribuam para a mudança desse quadro.

Na segunda etapa da aula, a veracidade ou não do conteúdo apresentado anteriormente, assim como os detalhes relevantes de cada uma delas foi revelada aos discentes pela professora. Ao longo deste momento da aula foi possível observar, por meio dos comentários tecidos pelos estudantes, que eles puderam perceber e apontar criticamente seu posicionamento inicial, sendo capazes de identificarem, em algumas situações, seus erros e acertos cometidos anteriormente.

O momento de esclarecimento sobre a veracidade ou não das informações anteriormente apresentadas contribuiu para que os estudantes pudessem se posicionar criticamente diante do que lhes foi exposto. O que pode ser claramente demonstrado na fala de um dos alunos. De acordo com ele, nas situações apresentadas, não seria possível identificar um OGM cuja aparência não tivesse sofrido alterações sem que eles apresentassem conhecimento prévio sobre as características do organismo original. Segundo ele, nos casos em que o organismo apresentava um aspecto diferente do convencional, pareceu mais lógico defini-lo como OGM. Sem que o conhecimento tivesse sido entregue de forma pronta aos estudantes, percebeu-se que eles puderam reconhecer de forma autônoma, que nem sempre um OGM apresenta características facilmente visualizáveis e que os definam como tal. O comentário demonstrou o impacto positivo da aula no desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo assim como na formação dos conceitos pelos estudantes.

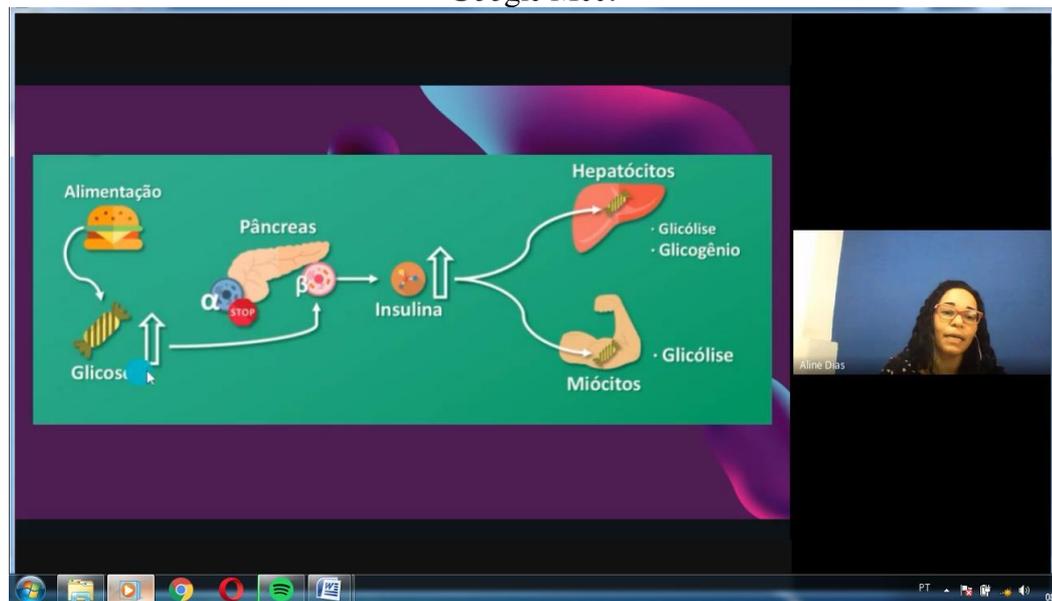
A participação dos estudantes na segunda parte da aula, também nos fez perceber que o objetivo de sensibilizar os estudantes para os OGMs foi alcançado, já que ao longo da aula eles puderam reconhecer aspectos importantes associados a esse tipo de organismo. Como, por exemplo, a possibilidade de haver organismos com características diferentes daquelas naturalmente existentes e que estas características são adquiridas por meio da intervenção humana para suprir algum interesse definido. Além de terem também percebido o fato de que nem sempre a característica adquirida após a modificação genética pode ser detectável visualmente. Corroborando essas impressões, Silva *et al.* (2018) relataram que seis meses

após a apresentação de conteúdos associados aos OGMs a alunos do Ensino Médio, uma porcentagem significativa destes demonstraram conhecimento fundamentado sobre o tema. Intervenção pedagógica realizado por Oliveira e Silva (2019), por meio da aplicação de uma SD, também demonstrou resultados satisfatórios contribuindo para a construção de conhecimento por parte dos discentes participantes.

5.3 DA AULA EXPOSITIVA SOBRE DIABETES MELLITUS

A aula expositiva realizada de forma síncrona por meio de videoconferência na plataforma Google Meet (Figura 8) teve a duração de 1h e 15 minutos e objetivou fornecer subsídio para as atividades posteriores, além de apresentar a questão problematizadora de incentivo ao processo investigativo aos discentes.

Figura 8 – Aula síncrona realizada por meio de videoconferência utilizando a plataforma Google Meet



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora.

A aula se iniciou com a exposição sobre aspectos associados ao diabetes mellitus - do que se trata a doença, suas causas, sintomas, tratamento e o papel da insulina no organismo. Ao longo da exposição realizada pela professora, os alunos foram deixados à vontade para participarem, emitirem opinião, esclarecerem dúvidas ou comentarem sobre o assunto. Porém, a participação espontânea não foi constante, provavelmente devido ao formato remoto da aula. Em alguns momentos sua participação foi solicitada pela professora durante o estabelecimento de questionamentos à classe.

Ao final do momento expositivo da aula foi estabelecida a questão problematizadora, a fim de incentivar e guiar o processo investigativo. De acordo com Barbosa *et al.* (2019) a realização de perguntas, em um processo de ensino por investigação, torna o processo dinâmico e induz à superação do problema proposto, gerando descobertas e possibilitando a construção de conceitos e significados. De acordo com Machado e Sasseron (2012), a problematização é um meio que possibilita que os discentes busquem por soluções para elucidar a questão problematizadora, por meio do incentivo à exploração, ao desenvolvimento do raciocínio, da criatividade.

O primeiro questionamento realizado, que teve como intenção inserir na aula elementos que levassem à questão problematizadora, foi "*Qual a origem da insulina utilizada atualmente no tratamento do diabetes?*". A resposta dos estudantes para esta pergunta foi que a insulina utilizada atualmente seria produzida por porcos, o que demonstrou falta de conhecimento atualizado sobre o assunto. Foi então esclarecido pela professora que este método caiu em desuso e foi substituído por outro. Nenhum aluno soube informar qual seria a outra fonte de insulina para o tratamento de indivíduos com diabetes mellitus. Então, os estudantes foram informados de que bactérias *E. coli* são as atuais responsáveis pela produção de insulina humana para o tratamento da doença em questão.

Posteriormente foi inserido no contexto da aula e direcionado aos estudantes o seguinte questionamento problematizador: "*Como as bactérias conseguem produzir insulina humana?*". A partir daí os alunos foram divididos em dois grupos de maneira aleatória, que de forma independente iniciaram videoconferências. Cada grupo pôde interagir entre si e definir hipóteses que tentassem responder à questão.

Foi possível constatar a partir da discussão realizada entre os componentes dos grupos, que em um deles todos acataram a opinião de uma das integrantes. De acordo com ela, provavelmente as bactérias produtoras de insulina seriam geneticamente modificadas. Neste caso, o grupo não realizou maiores discussões a fim de que outras hipóteses fossem formuladas ou de que o argumento sugerido ganhasse maior embasamento. Entre os integrantes do outro grupo houve uma discussão entre dois dos participantes, cujo diálogo será transcrito no Quadro 2.

Quadro 2– Transcrição do diálogo estabelecido entre alunos.

Aluno 6: *Alguém quer começar com as hipóteses? Isso acontece através de células né?*

Aluno 3: *Sim.*

Aluno 6: *Você pensa como é feito? Já que é partir da célula. Tipo o processo pra ocorrer essa produção.*

Aluno 3: *Será que ocorre tipo com o DNA da bactéria?*

Aluno 6: *Eu acho que tem alguma coisa em relação ao plasmídio já ouvi falar algo do tipo. Será que posso pesquisar o que é plasmídio?*

Aluno 3: *Sim tipo a bactéria produz muita proteína. Acho que pode (risos) eu não sei quase nada.*

Aluno 6: *Eu também não, mais o plasmídio são moléculas que circula no DNA das bactérias. Ela pode se duplicar independente do DNA cromossomal. Vamos voltar pra outra sala, vou tirar print e a gente vê com ela.*

Aluno 3: *Ok*

Fonte: Produzido pela autora

Ao retornarem para a videoconferência inicial, em que todos os discentes e a professora estavam em uma mesma sala virtual, as hipóteses sugeridas pelos grupos foram socializadas com a turma.

De acordo com as hipóteses de um dos grupos, as bactérias conseguiriam produzir a insulina pelo fato de apresentarem células semelhantes às dos seres humanos, o mesmo grupo sugeriu que *E. coli* seria capaz de produzir insulina porque seu plasmídeo multiplicaria o DNA de forma independente do DNA cromossomal. As hipóteses sugerem desconhecimento com relação às características de células procarióticas e eucarióticas, além de indicarem que houve consulta à alguma fonte, já que relacionaram o plasmídeo bacteriano com a produção de insulina sem, no entanto, conseguirem elaborar argumentos consistentes para justificar tal relação. Segundo a hipótese dos estudantes do outro grupo, bactérias transgênicas, que teriam recebido gene humano, seriam capazes de produzir insulina. O grupo justificou sua hipótese citando aspectos da aula anterior. De acordo com eles, foram apresentados exemplos de organismos que, ao receberem genes de outros, passaram a ser capazes de originar características naturalmente inexistentes neles. O argumento indica a relevância da aula em que houve a sensibilização dos estudantes para os OGMs e também demonstrou a capacidade dos alunos em realizar associação e extrapolação do conteúdo e conceitos discutidos anteriormente. Silva *et al.* (2018) também constataram, entre os discentes participantes de sua

pesquisa, a capacidade de relacionar e trazer para a discussão informações e conteúdos anteriormente mencionados.

Ao final desta aula os grupos de alunos foram orientados a realizarem, em momento extraclasse, pesquisa a fim de verificarem as hipóteses por eles sugeridas. Também foi proposto que realizassem uma oficina de simulação da produção de insulina por bactérias, representando assim a técnica do DNA recombinante.

5.4 DA DISCUSSÃO SOBRE PRODUÇÃO DE INSULINA POR BACTÉRIA E APRESENTAÇÃO DA OFICINA “SIMULANDO A PRODUÇÃO DE DNA RECOMBINANTE”

A aula em questão ocorreu por videoconferência mediante a plataforma Google Meet e teve duração de 1h e 15 minutos. Entre os objetivos da aula estão estimular nos discentes a percepção da finalidade dos OGMs, levá-los a compreender quais são as etapas, os processos, as funções e as estruturas que participam do processo de produção de um OGM, além de contribuir para que sejam capazes assimilar informações, estabelecer associações, criar conceitos e transmiti-los de forma criativa.

Nos momentos iniciais da aula os estudantes compartilharam com a turma os resultados de suas pesquisas sobre a produção de insulina por bactérias *E. coli*, assim como o material produzido na oficina de simulação da técnica do DNA recombinante. Durante a apresentação dos trabalhos, pôde-se observar que as pesquisas realizadas contribuíram para que os estudantes compreendessem aspectos referentes ao processo de produção, quais são os organismos envolvidos e a importância da técnica utilizada no processo de produção do hormônio por bactérias geneticamente modificadas e que este exemplo poderia ser extrapolado para outros contextos.

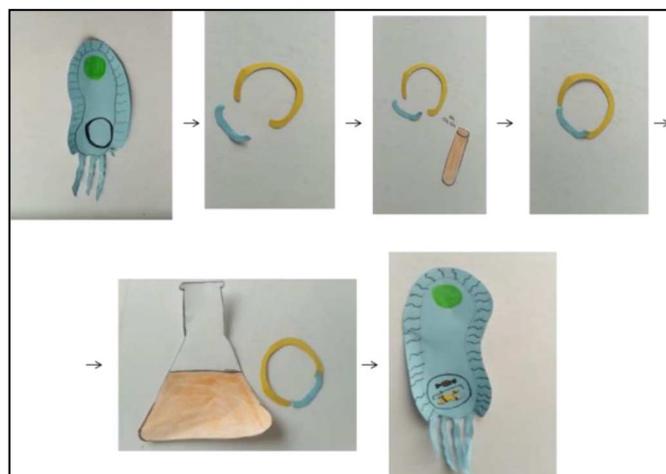
A seguir destacamos a transcrição da fala de um dos estudantes, que nos fez supor que a partir desta etapa da SD os discentes puderam encontrar meios para desvendar e compreender o processo analisado, identificar e definir conceitos anteriormente não verificados e transmiti-los ao grupo.

"Eles pegam uma bactéria, que é uma E. coli, pegam o plasmídeo dela e colocam o gene humano nele. Eles vão e colocam o promotor para conseguir fazer esse gene se expressar. Ai, pegam a bactéria e cultivam ela, para que lá na frente quando tiver uma quantidade boa ela produza insulina."

Outro aluno complementou a fala citada com informações mais detalhadas do processo, dizendo que o gene humano responsável pela produção da insulina é isolado a partir de células pancreáticas, em seguida um DNA plasmidial é extraído de uma bactéria e cortado com enzimas de restrição formando um plasmídeo vetor, que após receber um segmento do gene humano responsável pela produção da insulina, forma um DNA recombinante. Este é introduzido nas células bacterianas formando bactérias recombinantes. Em seguida, as bactérias se multiplicam, produzem a insulina que é purificada e assim está pronta para o uso.

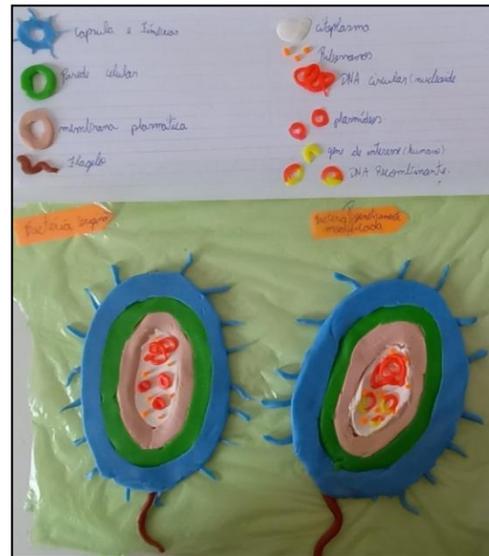
Nesta aula ainda foi feita a apresentação do material produzido na oficina de simulação do DNA recombinante. Especialmente neste momento, ficou claro que o objetivo da aula foi atingido. Os alunos conseguiram desenvolver bem o que lhes foi proposto e foram além nas pesquisas e simulações. O que pode ser comprovado pelo material por eles produzido como representado nas Figuras 9, 10 e 11. Um dos grupos, ao simular a técnica do DNA recombinante, indicou não apenas a inserção do gene humano responsável pela síntese de insulina, mas também de outros como os promotores e aqueles que garantem resistência a antibióticos. Demonstrando que realizaram pesquisas e adquiriram conhecimentos que foram além dos objetivos traçados pela professora. Foi possível detectar também a introdução de novos conceitos e um vocabulário com um repertório típico do meio científico. Vicentin *et al.* (2011) obtiveram resultados satisfatórios ao abordar o tema organismos transgênicos (OT) com alunos da educação básica, ao empregar a utilização de modelos na abordagem do tema. Destacando a relevância da utilização de métodos diferenciados que se afastam do modelo convencional para a contribuição da formação de cidadãos informados, conscientes e preparados para fazer escolhas e tomar decisões de forma consciente.

Figura 9 – Esquema produzido pelos discentes para representar a técnica do DNA recombinante



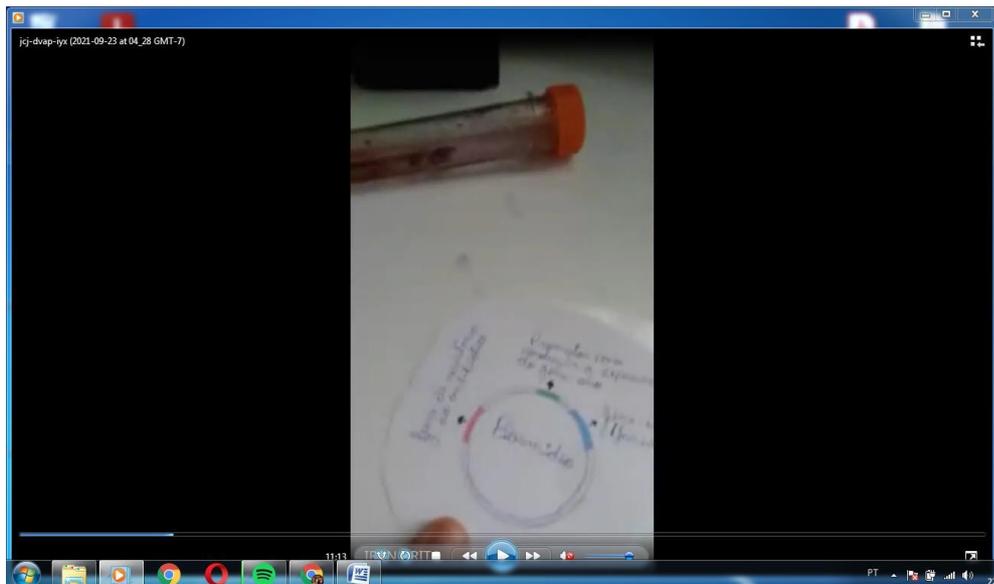
Fonte: Arquivo da pesquisadora.

Figura 10 – Esquema produzido pelos discentes para representar a técnica do DNA recombinante



Fonte: Arquivo da pesquisadora.

Figura 11 – Esquema produzido pelos discentes para representar a técnica do DNA recombinante



Fonte: Arquivo da pesquisadora

Ao longo da apresentação do material produzido, a professora realizou alguns questionamentos (Quadro 3), a fim de verificar as percepções dos discentes e contribuir para consolidar a construção do conhecimento. A inserção de perguntas realizadas pelo professor contribui para estabelecer efetivamente a comunicação em sala de aula, e favorece captar as concepções dos estudantes (BARBOSA *et al.*, 2019).

Quadro 3– Diálogo estabelecido entre professora e discentes.

<p>Professora: <i>Como poderia ser chamada a bactéria cujo DNA contenha um gene humano? Os</i></p> <p>Alunos: <i>Seria uma bactéria transgênica, por ter sido geneticamente modificada.</i></p> <p>Professora: <i>O que seria um ser geneticamente modificado?</i></p> <p>Alunos: <i>São organismos que apresentam um segmento de DNA de outro organismo.</i></p> <p>Professora: <i>Onde está contida a informação para a produção de insulina humana?</i></p> <p>Alunos: <i>No pâncreas.</i></p> <p>Professora: <i>Mas onde está a informação genética para a produção da insulina?</i></p> <p>Alunos: <i>No DNA.</i></p> <p>Professora: <i>No DNA das células de que organismo?</i></p> <p>Alunos: <i>Células humanas.</i></p> <p>Professora: <i>Então onde está originalmente a informação para produzir a insulina?</i></p> <p>Alunos: <i>No DNA humano.</i></p> <p>Professora: <i>Uma bactéria não modificada geneticamente possui a informação para a síntese de insulina?</i></p> <p>Alunos: <i>Não</i></p> <p>Professora: <i>Como elas se relacionam com a produção da insulina?</i></p> <p>Alunos: <i>Ao se tornar transgênica.</i></p> <p>Professora: <i>Por que a técnica utilizada na situação simulada por vocês é chamada técnica do DNA recombinante?</i></p> <p>Alunos: <i>Porque ocorre a combinação entre dois DNAs.</i></p> <p>Professora: <i>Essa tecnologia é usada apenas para a produção de insulina?</i></p> <p>Alunos: <i>Não, na aula anterior vimos o milho transgênico, os porcos que brilham no escuro.</i></p>
--

Fonte: Produzido pela pesquisadora.

Ficou demonstrada, pela argumentação dos discentes aos questionamentos realizados pela professora, a compreensão global a respeito do conceito de OGM e da técnica utilizada para sua produção. Conclui-se também que a proposição de atividades práticas contribuiu para maior engajamento e facilitou a elaboração de conceitos e a construção do conhecimento por parte dos estudantes, garantindo que os objetivos da aula fossem alcançados.

Ao serem apresentados a uma figura que representava as etapas básicas do processo de produção do DNA recombinante, os discentes conseguiram estabelecer a correta associação das imagens indicadas com suas respectivas denominações, demonstrando que a simulação

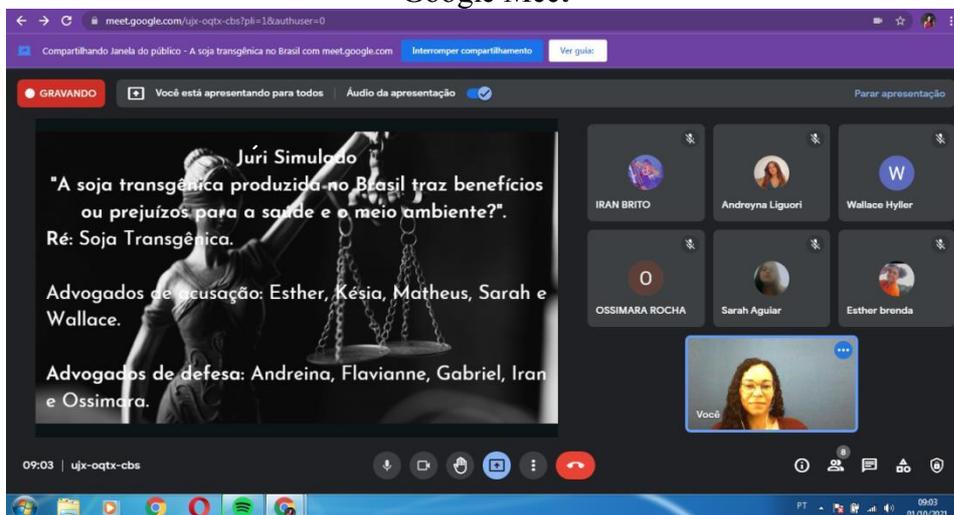
contribuiu para o entendimento da técnica e da memorização dos nomes das estruturas e substâncias participantes do processo.

As atividades desenvolvidas pelos discentes, tanto no momento assíncrono quanto no síncrono desta etapa da SD, possibilitaram a experimentação vivências e realização atividades, que se distanciaram daquelas presentes no modelo tradicional de ensino. Segundo Rocha (2021), permitir a interação entre os estudantes com o próprio objeto de estudo, os possibilita definir explicações sobre o mundo que os rodeia, fundamentados na reorganização de ideias e aquisição de conceitos, embasados nos princípios inerentes à ciência.

5.5 DA REPRESENTAÇÃO DO JÚRI SIMULADO

Este momento da SD ocorreu por meio de videoconferência via plataforma Google Meet, como demonstrado na Figura 12 e teve duração de 1 hora e 50 minutos. Entre os objetivos desta aula destacamos o incentivo desenvolvimento de uma visão crítica, a busca por informações em meios confiáveis, à capacidade de argumentar, discutir e se posicionar diante de temas controversos e o estímulo ao respeito a perspectivas divergentes.

Figura 12 – Aula síncrona realizada por meio de videoconferência utilizando a plataforma Google Meet



Fonte: Arquivo da pesquisadora.

Previamente à representação do júri simulado pelos discentes, a professora iniciou a aula com uma exposição dialogada a respeito da questão da soja transgênica produzida no Brasil, além de realizar colocações sobre aspectos da lei de biossegurança que tratam sobre a regulamentação dos alimentos de origens transgênicas.

Dado início à representação do Júri, constatou-se bastante engajamento dos discentes participantes. Os estudantes, de forma geral, conseguiram desempenhar de forma primorosa seu papel nesta etapa da SD. Os discentes demonstraram a capacidade de captar, destacar, aprimorar e trazer para a discussão os argumentos presentes nos textos base e até mesmo buscar outras fontes de informação para tornar seus argumentos mais consistentes.

A simulação se deu em formato da apresentação de argumentos rebatidos com contra-argumentos, formato inclusive sugerido pelos discentes. Foi possível observar que os grupos de estudantes conseguiram estabelecer uma discussão cujas alegações propostas, tanto por aqueles que representaram os advogados de defesa, quanto pelos que representaram os de acusação, mostraram-se bastante pertinentes. Foram colocadas questões relativas à possibilidade ou não da soja geneticamente modificada estar relacionada ou surgimento de doenças, questões econômicas e ambientais associada ao seu plantio, legislação e controle, além de questões éticas na sua manipulação. O conteúdo de parte do debate estabelecido entre os grupos de discentes está inserido de forma sucinta no Quadro 4.

Quadro 4 – Conteúdo da argumentação proposta pelos grupos de estudantes representando os advogados de acusação e os de defesa da soja geneticamente modificada.

Advogados de Acusação	Advogados de Defesa
A soja geneticamente modificada causa impactos negativos no ambiente.	Pelo contrário, uma vez que haverá diminuição do uso de agrotóxicos, diminuindo a contaminação do ambiente e também diminuição do maquinário utilizado para a sua dispersão, o que minimiza a emissão de gases para o ambiente. Além de usar menos espaço para a produção, não invadindo áreas de proteção. Os inseticidas são mais usados nas plantações não transgênicas, que poluem mais o ambiente.
A soja geneticamente modificada está relacionada ao uso de inseticidas, que causam maior incidência de doenças com o câncer, doença celíaca, agravamento de Alzheimer e autismo, entre outras.	A soja foi geneticamente modificada para diminuir o uso de inseticidas, não podendo estar associada á doenças relacionadas a estes produtos. Diferente da soja não modificada, que vai demandar utilização de maior quantidade de inseticidas e poderá doenças tanto no consumidor quanto no produtor.
Os alimentos transgênicos estão associados ao surgimento de alergias em parcela significativa da população.	A probabilidade do surgimento de alergia é independente do organismo ser ou não um OGM. Além disso, para esse controle

	existem fiscalização e leis que garantem que esses alimentos sejam próprios para o consumo. Se trouxessem malefícios à saúde, sua comercialização não seria liberada. Inclusive os alimentos geneticamente modificados podem trazer benefícios para a saúde dos consumidores, por apresentarem mais nutrientes.
E se as leis forem burladas?	Quanto maior a disponibilidade desse tipo de produto no mercado, mais intensa será a regulamentação e a fiscalização dos órgãos oficiais.
Pesquisas indicam maior utilização de herbicidas em plantações transgênicas.	Provavelmente trata-se de especulação ou de alguma pesquisa não concluída, pois as plantações de soja transgênicas utilizam menos herbicidas, que no caso é o glifosato, usado em dosagens únicas em com longos períodos de pausa, o que favorece a recuperação do ambiente.
A inserção de genes de resistência a agrotóxicos gera nas pragas e ervas daninhas o desenvolvimento de resistência aos agrotóxicos, tornando-se super pragas e super ervas.	Como o agrotóxico é aplicado em dosagem única com grande espaçamento de tempo entre uma aplicação e outra, o argumento não se sustenta.
—	A soja geneticamente modificada é favorável do ponto de vista econômico, há redução no custo de insumos e de maquinários.

Fonte: Produzido pela pesquisadora

Pôde-se perceber, por meio do diálogo desenvolvido pelos estudantes, o desenvolvimento da capacidade de argumentação, tanto dos alunos que defendiam o uso da soja geneticamente modificada, quando daqueles que atuaram na acusação desta. Tornou-se visível, no decorrer da atividade, que os estudantes de ambos os grupos estavam providos de argumentos que embasaram suas colocações. Verificou-se também que o formato da apresentação, contribuiu para que os discentes pudessem raciocinar de forma rápida e crítica ao se colocarem diante do grupo antagônico. A possibilidade de analisar as contribuições e posicionamentos opostos pode ter auxiliado na formação das concepções individuais de cada aluno, possibilitado uma visão mais fundamentada, crítica e reflexiva do tema.

Cada grupo defendeu seu ponto de vista com grande entusiasmo, o que foi bastante surpreendente considerando-se a inibição observada em momentos anteriores da SD. O fato

pode ser justificado pelo formato da aula, que trouxe uma situação real para a discussão do tema, aproximando assim dos discentes do conteúdo estudado e estimulando-os a participar de forma efetiva. O que está em consonância com o que é exposto por Leite (2012), segundo a qual é de grande relevância que os currículos escolares possam abranger situações próximas à realidade, tornando o ensino mais significativo para os discentes e favorecendo o processo de construção do conhecimento. Para Vicentin *et al.* (2011) abordar temas polêmicos, como os OGMs, desperta nos discentes interesse e desejo de descobrir os aspectos científicos relacionados ao tema, tornando evidente a relevância de abordagens instigantes e que não requeiram apenas a memorização.

A aula foi uma ótima oportunidade para estimular nos discentes o processo de apropriação do conhecimento além de ter configurado momento importante para vivenciar e discutir situações que extrapolam o conteúdo escolar e contribuem para a formação ética e crítica do indivíduo. Destaca-se que ao final da apresentação realizada pelos estudantes e diante de tamanha empolgação e afincos destes nas defesas de suas colocações, a professora deixou claro aos discentes que estavam em lados opostos apenas naquela situação simulada e que é sempre muito importante saber ouvir e tentar compreender pontos de vista que divergem daqueles que possuímos. Pontua-se também que independente do posicionamento que se tenha, se colocar e debater é sempre saudável, desde que de forma pacífica e respeitosa.

Ao final da simulação foi solicitado que cada aluno, individualmente, redigisse um texto no qual deveria emitir sua opinião sobre ser ou não favorável à utilização da soja geneticamente modificada, incluindo os argumentos que utilizou como embasamento. Este método tornaria possível, segundo Vasconcellos (1992), que após o momento grupal da atividade cada estudante pudesse, com base no que foi apreendido anteriormente, reformular e sintetizar de forma pessoal a abordagem realizada, expondo assim sua opinião com mais propriedade. Entretanto, a devolutiva dos textos foi muito baixa, apenas duas alunas a fizeram. Ambas as alunas eram componentes do grupo que defendeu a utilização da soja geneticamente modificada. Os textos redigidos por cada uma delas evidenciaram a manutenção do posicionamento favorável à utilização da soja geneticamente modificada e os argumentos expostos não fugiram aqueles citados durante a realização do júri simulado. A situação de ensino remoto emergencial impediu que os textos fossem produzidos no momento da aula, sendo marcada data posterior para a entrega. Um dos possíveis motivos que podem ter contribuído para a baixa na devolutiva desta atividade, foi a presença de uma semana de recesso escolar que aconteceu logo após a realização deste momento da SD. Tornando a data

definida para a entrega dos textos distante da realização da simulação, o que pode ter desestimulado os estudantes. A não realização desta atividade pela maior parte dos participantes comprometeu o fechamento desta etapa da SD, impedido a verificação do posicionamento dos estudantes após a argumentação realizada na aula.

5.6 DA OFICINA DE PRODUÇÃO DE TEXTO E PODCAST

Esta etapa da SD aconteceu em sua totalidade de forma assíncrona e contou com o envio prévio, por meio do grupo de WhatsApp da turma, de textos de divulgação científica cujo conteúdo discorria sobre utilidades dos OGMs. Os estudantes foram orientados a realizarem leitura individual dos textos e caso tivessem interesse, poderiam realizar pesquisas em outras fontes. Após as leituras os grupos redigiram texto enviado para a professora e em seguida realizaram a gravação dos áudios para o podcast.

Nas orientações dadas aos discentes constava que deveriam redigir textos fundamentados naqueles enviados como base, que utilizassem linguagem acessível ao público adolescente e que identificassem os organismos envolvidos como doadores e receptores de genes, assim como o interesse humano na produção do OGM em questão. A leitura dos textos recebidos demonstrou que os estudantes foram capazes estabelecer as relações preestabelecidas. Entretanto, os textos continham majoritariamente cópias de trechos daqueles em que deveriam se embasar. O que indica que esta etapa da atividade deveria ter sido orientada de forma mais efetiva ou até mesmo que ela fosse realizada de forma interdisciplinar como conteúdo de língua portuguesa. De acordo com Nunes e Lacerda (2021), a mediação do professor durante a criação de um podcast pelos alunos é fundamental para que se consiga atingir todo seu potencial.

Apesar da escrita dos textos não terem sido feitas da forma que se esperava, esta atividade possibilitou o emprego dos conceitos abordados em atividades anteriores, o contato com informações científicas provenientes de fontes confiáveis, além de permitir aos discentes nova forma de utilização dos dispositivos digitais e aplicativos. Instrumentos que, na atualidade, mostram-se cada vez mais presentes na realidade estudantil e aqui foram utilizados como meio para produzir e disponibilizar conteúdo científico. De acordo com Soares (2016), esses recursos configuram ferramentas incentivadoras ao processo de construção do conhecimento de forma significativa. Contribuindo assim para, de maneira inovadora, favorecer as relações de ensino e aprendizagem, possibilitando a construção e o compartilhamento dos saberes de forma conjunta. Segundo Junquer e Cortez (2011), o uso do

celular em sala de aula, de forma que se enquadre nas diretrizes do plano político pedagógico da escola, integra a realidade escolar ao cotidiano do aluno, aumentando a motivação e o interesse pelo conteúdo estudado. O uso do smartphone, especialmente no contexto do ensino remoto emergencial, configura instrumento multifuncional e quando utilizado de forma a ser incorporado à prática pedagógica, se torna fundamental na contribuição para o processo de construção do conhecimento discente (MELO, *et al.*; 2021).

Devido ao atraso dos estudantes no envio dos textos e áudios, a edição e postagem desses na plataforma específica foram realizadas pela professora e ocorreu posteriormente ao término do ano letivo. Entretanto os links dos podcasts foram enviados aos alunos via WhatsApp para que pudessem tomar conhecimento do trabalho finalizado.

5.7 DA AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO

A avaliação das etapas desta SD se deu ao longo de cada uma delas e ocorreu por meio da observação da participação, das atividades realizadas, dos conteúdos enviados, da análise das reações e falas dos discentes ao longo de todo o processo, como foram apresentadas até o momento.

Nesta sessão denominamos avaliação as respostas dos alunos ao questionário pós-teste e os resultados da avaliação bimestral convencional, etapas realizadas após a aplicação de toda a SD. Contudo, não deixamos de considerar as formas supracitadas como avaliativas. Concordando com Gatti (2003), segundo a qual a avaliação do aprendizado do aluno deve ser diversificada e não apenas se dar ao final do processo, o que permite o favorecimento da construção do conhecimento por parte dos discentes, permitindo ao docente analisar os métodos utilizados no intuito de contribuir para promover o aprendizado.

O questionário pós-teste foi encaminhado à classe via grupo de WhatsApp da turma em momento posterior à finalização das etapas do processo de aplicação da SD, sendo este respondido de forma assíncrona em momento extraclasse. Seu objetivo foi verificar a presença ou não de mudanças de concepções dos estudantes a respeito dos OGMs ao fim das atividades desempenhadas por eles.

A primeira questão colocada apresentava como intencionalidade que os alunos discorressem sobre qualquer informação que dispusessem a respeito dos OGM. Foi possível constatar mudança nas percepções dos estudantes, como relatado nas falas presentes no Quadro 5, onde foi feita uma comparação das respostas entre os pré e pós-testes.

Quadro 5 – Comparação entre respostas à questão número 1, obtidas no pré e pós-testes

Aluno	Questionário pré-teste	Questionário pós-teste
3	<i>"Sei que eles fazem mal a saúde."</i>	<i>"Sei que são produtos que tiveram seu DNA modificado."</i>
4	<i>"São organismos geneticamente modificados."</i>	<i>"São organismos geneticamente modificados, onde cada modificação vai depender do que o "criador" deseja como resultado, alguns são resistentes a insetos, outros podem auxiliar na melhora do organismo do consumidor."</i>
5	<i>"Acho algo necessário a ser estudado."</i>	<i>"É um organismo que recebeu gene de outro organismo doador."</i>

Fonte: Produzida pela pesquisadora.

As respostas indicam claro amadurecimento na perspectiva e elaboração de conceitos acerca dos OGM. O fato de não realizarem a definição exata do que se trata um OGM, pode ser justificado pelo caráter da pergunta presente no questionário, que não se ateu ao conceito de OGM, mas sim à emissão de informações a respeito destes. Ou ainda a dificuldade de expressar seu conhecimento, uma vez que toda sua vida escolar foi alicerçada no modelo tradicional de ensino, em que o professor detém o saber e o transmite aos educandos, sem estímulo efetivo ao diálogo. Assim como colocado por Leão (1999), no método tradicional de ensino, cabe ao educando apenas a passividade. As dificuldades observadas pelos estudantes participantes desta pesquisa podem ser de origem profunda, remetendo ao tipo de abordagem mais difundida nas escolas do nível básico de educação, indicando a necessidade de uma abordagem cada vez mais baseada nos preceitos construtivistas de construção do conhecimento.

Apesar da constatação de aprimoramento nas concepções, representadas pelo comparativo presente no Quadro 6, notamos ainda que alguns estudantes não transmitiram suas impressões pessoais. Estes consultaram alguma fonte de pesquisa, de onde retiraram suas respostas, atitude também detectada no questionário pré-teste. O que foi facilmente

identificado pela forma de produção do texto presente nas respostas, como se observa no Quadro 6.

Quadro 6 – Respostas retiradas de fonte de pesquisa

Aluno	Resposta ao questionário pós-teste
2	<i>"Organismos geneticamente modificados (OMG), ou simplesmente transgênicos, são aqueles produzidos pela engenharia genética, a partir da incorporação de genes de espécies que não se reproduziram em condições naturais; como entre indivíduos do reino animal e vegetal."</i>
10	<i>"Organismos Geneticamente Modificados, organismos manipulados geneticamente de modo a favorecer características desejadas."</i>

Fonte: Produzido pela pesquisadora.

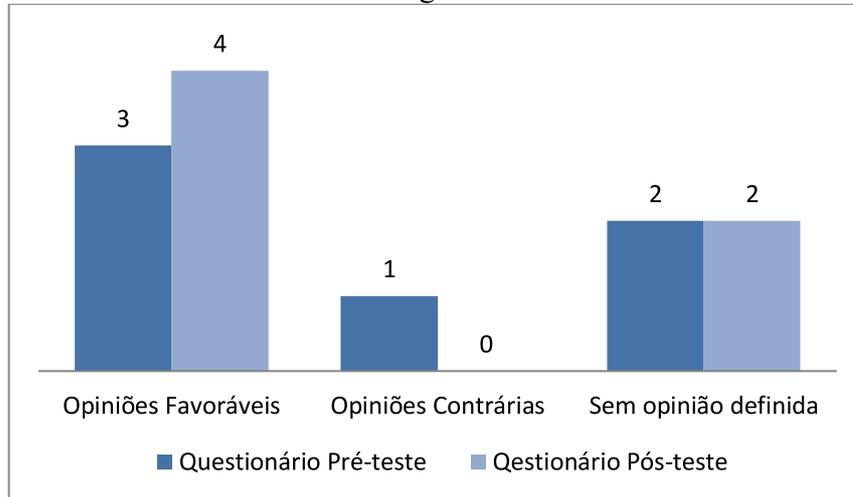
Pondera-se que a cópia das respostas pode não significar que o estudante não compreenda o assunto, mas que não tem confiança necessária para expor seu posicionamento, o que foi favorecido pela realização deste fora do ambiente escolar. A insegurança associada ao medo de errar pode tê-los levado a buscar respostas prontas, segundo Gatti (2003), os alunos tendem a "colar", entre outros motivos, por não se sentirem adaptados ao modelo de funcionamento acadêmico da escola. Apesar de ter sido deixado claro aos estudantes que não seriam atribuídas notas às questões presentes nos questionários, talvez a cópia tenha sido uma forma de adequar-se a um padrão pretendido dentro do seu ideal de sucesso escolar.

Para análise das respostas do item número 2, que propunha a exposição de opinião sobre os OGM, foram excluídos aqueles alunos que realizaram apenas a devolutiva de um dos questionários, a fim de permitir a comparação entre as concepções prévias e posteriores à aplicação da SD. Observa-se que nos dois momentos houve maior prevalência nas opiniões favoráveis aos transgênicos, sendo que no segundo momento constatou-se maior número de alunos com opinião favorável a respeito dos OGM, como indicado na Figura 13.

A pequena alteração observada entre as concepções anteriores e posteriores à aplicação da SD refere-se à mudança e percepção de uma aluna, que anteriormente mostrou-

se desfavorável posteriormente favorável aos OGM. Tal mudança de opinião poderia estar relacionada às informações adquiridas ao longo das aulas e atividades realizadas.

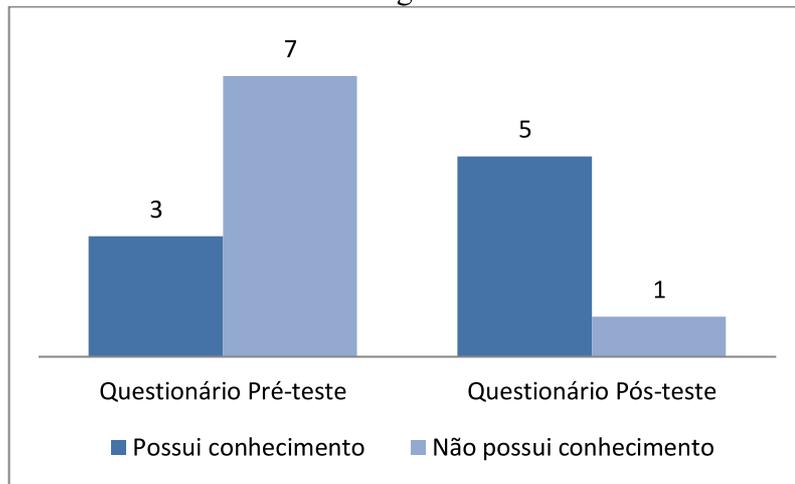
Figura 13– Relação entre o número de discentes e a opinião referente aos organismos transgênicos



Fonte: Produzido pela pesquisadora.

No item número 3 do questionário, que solicitava aos discentes identificarem e citarem produtos de origem transgênica em seu cotidiano, foram verificados basicamente os mesmos exemplos anteriormente descritos no item em que se apresentaram os resultados e análises do pré-teste, destacando apenas alimentos de origem transgênica. Apesar de terem sido abordados outros exemplos em vários momentos da SD e de, especialmente terem se envolvido na simulação da produção de insulina pela técnica do DNA recombinante, nenhum aluno citou a insulina, provavelmente porque, apesar de ser um produto de origem transgênica amplamente popular, este não faz parte da realidade pessoal dos discentes participantes da pesquisa. O mesmo se aplica a outros exemplos destacados ao longo das aulas e atividades realizadas. Resultado semelhante foi observado por Allain e Nascimento-Schulze (2009) que, mesmo após intervenção, detectaram predominância na associação de OGM à alimentos. Entretanto, no presente estudo, foi constatado um número maior de alunos que conseguiu identificar a presença de produtos de origem transgênica após a aplicação da SD, como indicado na Figura 14. Este resultado pode indicar que as atividades realizadas contribuíram para que os estudantes tomassem conhecimento desse aspecto associado aos OGM.

Figura 14 – Relação entre o número de discentes e o conhecimento sobre produtos de origem transgênica



Fonte: Produzido pela pesquisadora.

O quarto questionamento levou os estudantes a se posicionarem quanto aos OGM estarem associados benefícios e/ou prejuízos. As análises referentes a este item do questionário mostram que as opiniões da maioria dos alunos sofreram alterações. Como consta nas transcrições presentes no Quadro 7, percebeu-se maior capacidade de argumentação como demonstrado nas transcrições das respostas do aluno número 1, mudança de posicionamento como descrito na fala dos alunos número 3 e 5 e ainda a definição de posicionamento como identificado nas falas dos alunos número 2 e 6. Alterações nas concepções de estudantes após o fornecimento de informações científicas a respeito dos OGM também foram relatadas por Allain e Nascimento-Schulze (2009). As mudanças de posicionamento aqui constatadas indicam que os conhecimentos adquiridos ao longo da SD, podem ter contribuído para promover mudanças nas concepções dos estudantes, deixando evidente a importância de se ter acesso à informação para que as decisões sejam tomadas de forma consciente e esclarecida. O que ratifica os estudos de Santos e Mortimer (2001), que explicitam a importância da discussão de temas associados à ciência e tecnologia e a realização de abordagem e discussão de questões reais com exposição de diferentes pontos de vista, na contribuição para a formação de atitudes e valores imprescindíveis para a formação de estudantes cidadãos capazes de opinar e buscar solucionar questões pessoais e sociais.

Quadro 7 – Comparação entre transcrição de respostas de discentes quanto à opinião sobre organismos transgênicos

Aluno	Questionário pré-teste	Questionário pós-teste
Aluno 1	<i>"Se eu não me engano os alimentos transgênicos tem uma vida útil maior e maior concentração de vitaminas então isso é um benefício que ajuda a população a desperdiçar menos e por consequência gastar menos com esses produtos."</i>	<i>Tudo na vida tem o lado bom e o lado ruim, o lado bom dos transgênicos são a melhoria de durabilidade, a maior resistência a pragas, melhoria nutricional, aumento de tamanho, resistência em áreas diferentes da sua original e por ai vai, o lado ruim é a criação de super pragas cujas as plantas normais não conseguem sobreviver e o uso de alguns agrotóxicos."</i>
Aluno 2	<i>"Benefícios: se refere à uma maior produtividade, por conta de produtos mais adaptados a variações climáticas e resistência a pragas. Prejuízos: envolvem questões bioéticas, uma vez que podem causar efeitos colaterais no organismo dos seres humanos."</i>	<i>"Os alimentos transgênicos são produzidos no Brasil e no mundo há mais de 20 anos. Eles já trouxeram muitos benefícios para a agricultura e para os indivíduos, inclusive auxiliando no combate à fome. Ao contrário do que muitos acreditam, os transgênicos não fazem mal à saúde humana, animal ou ao meio ambiente."</i>
Aluno 3	<i>"Os transgênicos trazem prejuízo para a saúde e para a biodiversidade"</i>	<i>"Tem muitos benéficos em áreas para medicamentos."</i>
Aluno 5	<i>"Também não sei."</i>	<i>"O prejuízo seria aumento de alergia."</i>
Aluno 6	<i>"O benefício depende do intuito que a modificação foi feita o mesmo ocorre com o prejuízo."</i>	<i>"Um benefício é a diminuição dos agrotóxicos. Cientificamente não tem malefícios prós humanos nem animais e também não fazem mal ao meio ambiente."</i>

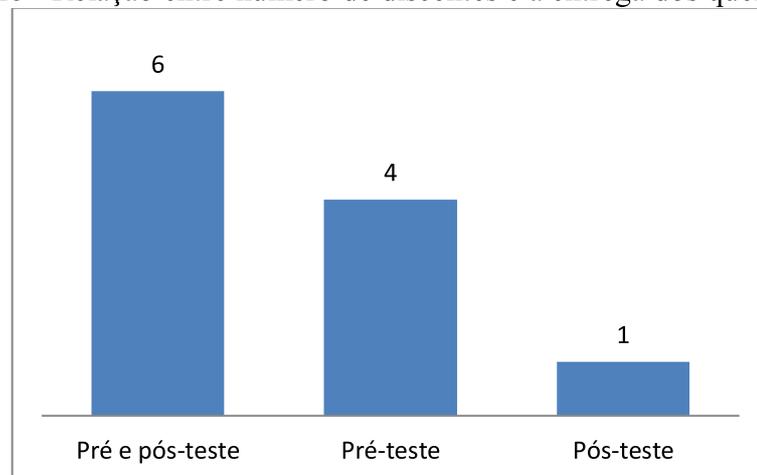
Fonte: Produzido pela pesquisadora

Finalmente, no quinto item do questionário, ao serem questionados sobre a possibilidade ou não de utilizarem produtos de origem transgênica, observou-se pouca alteração no conteúdo das respostas. A maioria dos estudantes se manteve consciente de que

os produtos de origem transgênica fazem parte do nosso cotidiano e indicaram que continuariam utilizando-os. Mais uma vez os produtos lembrados foram aqueles de origem alimentícia. Apenas dois alunos demonstraram mudança de opinião, um alterou sua opinião tornando-se favorável ao consumo e outro que antes era favorável, agora se mostrou em dúvida sobre consumi-los, porém, sem apresentar justificativas.

Argumenta-se que o questionário pós-teste se consistiu em ferramenta eficaz para o estabelecimento de comparação entre as percepções dos discentes e que foi possível notar alterações quando estas foram estabelecidas. Entretanto os resultados foram afetados pelo formato remoto de realização deste, que impossibilitou o controle da professora durante sua aplicação favorecendo a consulta, além de também ter impactado sua devolutiva. Dentre os discentes que participaram da pesquisa 6 deles fizeram a devolutiva dos questionários pré e pós-teste, 4 apenas do questionário pré-teste e 1 apenas do questionário pós-teste, como consta na Figura 15. A não devolutiva impossibilitou o estabelecimento de comparações e análises referentes às percepções desses alunos.

Figura 15– Relação entre número de discentes e a entrega dos questionários



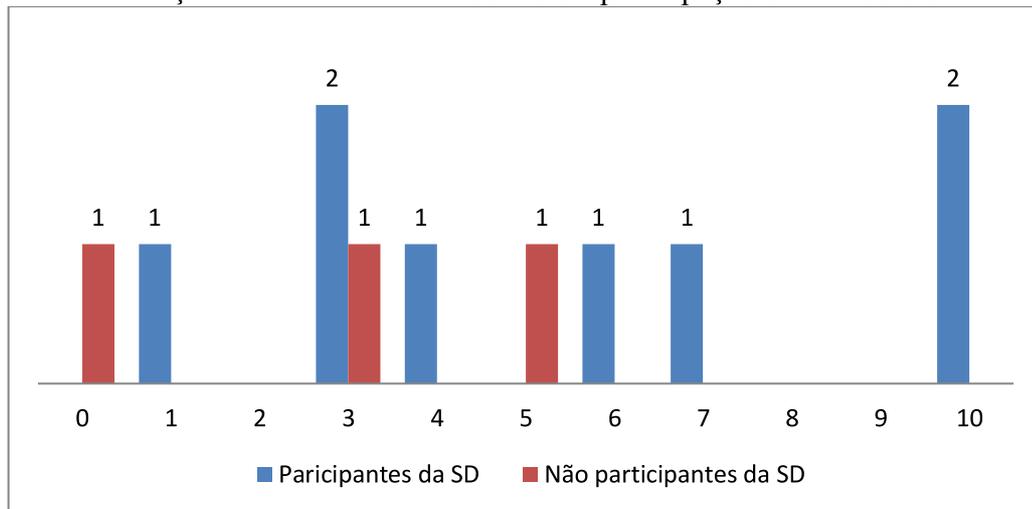
Fonte: Produzido pela pesquisadora.

Outro meio utilizado com intuito de avaliar os conhecimentos dos discentes após a aplicação da SD foi a realização de avaliação bimestral convencional. Esta constou com dez questões de múltipla escolha (Apêndice D) e foi realizada de forma remota, por meio do envio de formulário Google para o grupo de Whatsapp dos estudantes, assim como postagem da na plataforma Google Classroom. Em virtude de se tratar de uma avaliação bimestral, todos os alunos da turma, inclusive aqueles que não estavam participando da pesquisa, receberam e foram orientados realizarem a mesma. Previamente ao envio desta, os alunos participantes da

pesquisa foram instruídos a utilizarem seu próprio conhecimento e a não realizarem pesquisas para sua resolução.

Um total de onze alunos realizaram a devolutiva da atividade, destes 8 participaram de alguma etapa da SD e 3 deles não participaram. A Figura 16 indica o número de questões corretas comparando-se aqueles que participaram e aqueles que não participaram das atividades propostas neste estudo.

Figura 16 – Relação ente o número de acertos e a participação ou não do discente na SD



Fonte: Produzido pela pesquisadora.

Constata-se que o número de acertos entre os não participantes variou entre 0 e 5 e entre aqueles alunos que participaram da SD variou entre 1 e dez. O número maior de acertos entre aqueles que participaram da SD dá indícios que esta pode ter contribuído para isso.

Os resultados gerais apresentados demonstram que aplicação da SD proposta, nos moldes do ensino remoto emergencial, mostrou limitações. Observou-se baixa participação dos discentes, uma vez que este formato de ensino não é abrangente e impossibilita a participação de todos os estudantes, gerando a exclusão digital. De acordo com Stevanim (2020) a falta de acesso à internet e de equipamentos digitais são fatores limitantes para a participação dos estudantes nas aulas do ensino remoto emergencial. Fato bastante relevante quando é levado em consideração o nível socioeconômico da clientela atendida pela escola em que o estudo foi proposto. O reduzido número de discentes participantes pode também estar relacionado ao modelo de ensino remoto emergencial implantado pelo Estado de Minas Gerais. De acordo com este, bastava ao estudante realizar as devolutivas dos Planos de Estudos Tutorados para que atingissem os 60% de carga horária mínima necessária a aprovação. O que contribuiu como elemento desestimulante à participação dos estudantes.

Segundo Rosa *et al.* (2021), o modelo de ensino remoto emergencial empregado no Estado de MG não contribuiu para promover o desenvolvimento de uma educação científica que favorece a formação cidadã, na medida em que priorizou apenas na produção de dados interessantes apenas à Secretaria de Educação, identificando os percentuais de participação ou não do discente em detrimento à análise qualitativa e avaliação da relação ensino-aprendizagem.

As aulas remotas e o consequente distanciamento físico entre professora e alunos e mesmo entre os próprios alunos também foram fatores dificultadores. O distanciamento impossibilitou o controle da realização das atividades feitas pelos alunos, o que os possibilitou realizar consultas quando elas não eram recomendadas e favoreceu o atraso na entrega de atividades. As interações realizadas de forma remota também dificultaram a interação entre os próprios alunos durante o desenvolvimento de atividades em momentos que estas eram assíncronas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação científica é meio pelo qual além de se apresentar os avanços da ciência, permite ao indivíduo compreender a si mesmo e sua relação com o mundo que o cerca. Contribui assim para que a ciência transponha muros e se aproxime do cotidiano social dos discentes, colaborando para a formação cidadã dos estudantes, que se tornam capazes de realizar transformação em si e no mundo.

Para tanto se considerou que a escola, meio para difusão do conhecimento, deve se utilizar de recursos que entrelacem o acesso ao conhecimento científico e a formação cidadã, de forma que os discentes desempenhem papel central na construção do próprio conhecimento. Sendo a escola pública, ambiente que abriga tamanha diversidade, levou-se aqui em consideração a produção e aplicação de uma SD que favorecesse a participação, a interação e emissão de opinião por parte de todos. Oferecendo oportunidades para que se expressassem, mediante realização de um conjunto de atividades diversificadas e métodos ativos e investigativos, que se distanciaram do modelo de educação convencional e favoreceram a construção do conhecimento e o protagonismo discente.

Foi possível, por meio dos resultados e análises realizadas, identificar que a utilização de mecanismos que atraíam o interesse, melhorarem o engajamento e que favoreçam a participação efetiva dos estudantes, contribuem para alterar a realidade. Confirmando a máxima de que uma escola que ofereça uma educação de qualidade pode ser entendida como um meio de transformação social. Percebeu-se que a abordagem dos OGMs por meio desta SD contribuiu para que os estudantes pudessem dar significado a conceitos, elaborar argumentos, alterar concepções e emitir opiniões com mais propriedade. Indicando que a abordagem realizada pode ter alicerçado o crescente embasamento teórico demonstrado pelos estudantes ao longo do desenvolvimento das atividades. Confirmando a necessidade de que mais temas biológicos que possuam aspectos controversos sejam apresentados aos estudantes e abordados de maneira a fazer significado, trazendo a ciência para mais próximo das vivências cotidianas discentes.

Entendemos, no entanto, que a realidade educacional no Brasil, especialmente no âmbito da educação pública, apresenta limitações como extensos programas curriculares associados à reduzida carga horária disponível para ministrar aulas. Entretanto confirmamos a importância da abordagem problematizadora de temas reais que favoreçam a motivação dos estudantes e contribuam para que o tempo que se tenha seja otimizado, favorecendo a construção do conhecimento discente. Uma vez que a partir da tentativa de solucionar

problemas pode-se estabelecer a relação entre conceitos e significados, por meio da proposição de hipóteses, análises e discussões. Promovendo, dessa forma, a elaboração de construções mentais elaboradas, que podem contribuir para que a biologia extrapole os limites da sala e aula favoreça a elucidação de questões cotidianas, sem a priorizar a memorização como tem sido o habitual.

Enfatizamos aqui a impossibilidade de aplicação do estudo nos moldes presenciais, em virtude da pandemia de Covid-19, as dificuldades advindas do ensino remoto emergencial e os seus impactos nos resultados deste estudo. Entretanto, apesar dessa conjuntura, destacamos também pontos positivos decorrentes de situação tão adversa e delicada que impactou as relações no âmbito das diferentes esferas que constituem os relacionamentos humanos. Fizemos parte de situação inédita, o que nos possibilitou novas vivências e um ponto de vista diferenciado, nos tornando mais preparados para o futuro da educação. Já que diante da atual realidade e dos meios utilizados para a tentativa de se enquadrar a ela, pode-se imaginar que o futuro da educação apresente elementos das ações que foram aqui desenvolvidas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBIX, G. Biotecnologia sem fronteiras. **Novos Estudos**, v.78, p 5-10, julho 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/nec/n78/01.pdf> . Acesso em 27 jul. 2020.

ANDRADE, J. A. P.; BECKER, M. L. R.; PAULA, R. J.; BURNHAM, T. F.; VAINSTEIN, M. H. A tomada de consciência da relação entre Organismos Transgênicos e Organismos Geneticamente Modificados: aprendizagem significativa entre estudantes de uma universidade pública no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, p. 187 - 214, 2016. Disponível em: <https://doaj.org/article/2ccbba23fbd465084cf025e97fe04d2>. Acesso em: 7 jul 2021.

BARBOSA, D. F. S.; ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. As perguntas do professor monitor na experimentação investigativa em um Clube de Ciências: Classificações e organização. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 4, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662195024/560662195024.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2022.

BRASIL, MINSITÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei Federal nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Diário Oficial da União**, 34p. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 29 maio 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares – Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 5 Abr. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>. Acesso em: 18 out. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, v. 2, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 5 Abr. 2020.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2670273/mod_resource/content/1/Texto%20Carvalho_2012_O%20ensino%20de%20ci%C3%A7ncias%20e%20a%20proposi%C3%A7%C3%A3o%20de%20sequ%C3%A7%C3%A3o%20de%20ensino%20investigativas.pdf. Acesso em: 17 Out. 2020.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Sequências de Ensino Investigativas – SEI: o que os alunos aprendem? In: TAUCHEN, G.; SILVA, J. A. (Org.). **Educação em Ciências: epistemologias, princípios e ações educativas**. Curitiba: CRV, 2012. p 151- 174. Disponível

em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4556865/mod_resource/content/1/texto11A_apcarvalho.pdf. Acesso em: 18 out. 2020.

CARVALHO, A. P. “Biotecnologia”. In: Schwartzman, S. **Ciência e Tecnologia no Brasil: a capacitação brasileira para a pesquisa tecnológica e científica**. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1996. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/pdf/krieger.pdf>. Acesso em: 29 Jul. 2020.

CARVALHO, J. S.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. P. Transgênicos: diagnóstico do conhecimento científico discente da última série do ensino médio das escolas públicas do município de Picos, estado do Piauí. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 288-292, jul./set. 2012. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2206>. Acesso em: 7 Abr. 2020.

CESCHIM, B.; OLIVEIRA, T. B. Transgênicos, letramento científico e cidadania. **Revista brasileira Ensino Ciências Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 131-154, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/5411>. Acesso em: 11 Jul. 2021.

DUARTE; E. F. A construção do conhecimento em sala de aula. **Site pedagogia ao pé da letra**, 2013. Disponível em: <https://pedagogiaaopedaletra.com/a-construcao-do-conhecimento-em-sala-de-aula/>. Acesso em: 11 Jul. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

FRIGOTTO, G. Concepções e mudanças no mundo do trabalho e o ensino médio. In: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. (Org.). **Ensino médio integrado: concepção e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005. p.57-82. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2008-2/Educacao-MII/2SF/2-Frigotto2008.pdf>. Acesso em 16 Nov. 2020.

GATTI, B. A. O professor e a avaliação em sala de aula. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, n. 27, p. 97–114, 2003. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br/index.php/eae/article/view/2179>. Acesso em: 30 jan. 2022.

GIACÓIA, L. R. D.; BORTOLOZZI, J.; CALDEIRA, A. M. A. Concluintes do ensino médio e o conhecimento de genética. **Revista Cereus**, v. 6, n. 1, p. 157-174, jan.-abr./2014. Disponível em: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/577>. Acesso em: 10 Abr. 2020.

GUIVANT, J. S. Transgênicos e percepção pública da ciência no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 9, n. 1, jan.-jun./ 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2006000100005>. Acesso em: 08 jul. 2021.

GRASSI, D. **A utilização de metodologias diferenciadas na avaliação e as contribuições para o processo de ensino e aprendizagem dos tecidos do corpo humano**. Curitiba, 2018. Monografia de Especialização - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2018.

Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15912>. Acesso em: 15 Abr. 2020.

JUNQUER, A. C. L.; CORTEZ, S. E. D. As diversas mídias e o uso do celular na sala de aula. **Leitura: Teoria & Prática**, v. 29, n. 56, p. 60–66, 2011. Disponível em: <https://ltp.emnuvens.com.br/ltp/article/viewFile/58/57>. Acesso em: 29 Jan. 2022.

KRAWCZYK, N. **O Ensino médio no Brasil**. São Paulo: Ação Educativa, 2009. Disponível em: <http://bdae.org.br/jspui/handle/123456789/2342>. Acesso em: 16 Nov. 2020.

LABURÚ, C. E ZOMPERO, A. F.; BARROS, M. A. Vgotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 7-24, abr. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n1p7>. Acesso em: Jul. 2021.

LEÃO, D. M. M. Paradigmas contemporâneos de educação: Escola tradicional e Escola construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 107, p. 187-206, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/PwJJHWcxknGGMghXdGRXZbB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 29 Jan. 2022.

LEITE, C. A articulação curricular como sentido orientador dos projetos curriculares. **Educação Unisinos**, v. 16, n. 1, p. 87-92, jan./abr. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277821242_A_articulacao_curricular_como_sentido_orientador_dos_projetos_curriculares. Acesso em: 25 jan 2022.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 29–44, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4229>. Acesso em: 20 jan. 2022.

MELO, D. G.; MELO, I. D. R. G.; ARANHA, M. B. R.; COSTA, R. S. Leitura e tecnologia: ensino emergencial nos tempos de pandemia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 11, p. 101709-101723, nov. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n11-001>. Acesso em: 14 Jul. 2022.

MESQUITA, S. S. A.; LELIS, I. A. O. M. Cenários do Ensino Médio no Brasil. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 89, p. 821-842, out./dez. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40362015000400821&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 03 Abr. 2020.

NASCIMENTO, A.; CIRINO, D. W.; GHILARDI-LOPES, N. P. Ensino por investigação e alfabetização científica: relato de experiência e análise das atividades do PIBID biologia UFABC (2011 - 2014). **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 234-243, outubro de 2014. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35839863/Nascimento_et_al_2014.pdf?1417805590=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEnsino_por_investigacao_e_alfabetizacao.pdf&Expires. Acesso em: 01 Ago. 2020.

NETO, A. L. M.; BAROLLI, E. Efeitos de sentido sobre transgênicos produzidos a partir da transformação nas condições de produção de leitura. **ReBECCEM**, Cascavel, v. 5, n. 1, p. 176-193, abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33238/ReBECCEM.2021.v.5.n.1.26317>. Acesso em: Fev. 2022.

NUNES, A. E.; LACERDA, F. K. D. O uso de podcasts no ensino-aprendizagem de biologia: um estudo com estudantes de ensino médio. **Revista Interdisciplinar Parcerias Digitais**, v. 4, n.4, p. 30-42, set. 2021. Disponível em: <http://www.cp2.g12.br/ojs/index.php/parceriasdigitais/article/view/3265/2075#>. Acesso em 07 Jul. 2022.

OCHOA CERVANTES, A. El tipo de participación que promueve la escuela, una limitante para la inclusión. **Alteridad**, Cuenca, v. 14, n. 2, p. 184-194, 2019. Disponível em: <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/alteridad/article/view/2.2019.03>. Acesso em 20 Jan. 2022.

OLIVEIRA, F. M.; CRUZ, R. R. S.; NASCIMENTO, T. A. Uso das tecnologias digitais e estratégias de aprendizagem individuais e colaborativas no contexto da sessão de abertura de um problema. *In: INTEGRA EAD*, 2020, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: UFMS, 2020. p. 1-21. Disponível em: https://integraead.ufms.br/edicoes-antiores/integraead_2019/anais/. Acesso em: 29 Jan. 2022.

OLIVEIRA, F. T. M.; SILVA, H. M. Teste de evidência como atividade investigativa sobre "transgenia e técnica de DNA recombinante" para alunos do ensino médio. **Revista Conexão Ciência**, v. 14, n. 3, p. 75-88, Set. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/336178978>. Acesso em 13 Jul. 2022.

PEDRACINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf. Acesso em: 10 Jul. 2021.

PEDRANCINI, V. D. *et al.* Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 1, p. 135-146, 2008. Disponível em <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132008000100009&script=sci_arttext&tlng=pt > Acesso em 24 Abr. 2020.

PEIXE, P. D.; ARAÚJO, M. F. F.; PINHEIRO, L. G.; MOREIRA S. A. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. **Acta Scientiae**, v.19, n.1, p.177-191, 2017. Disponível em: <http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/2726>. Acesso em: 12 Jul. 2021.

PERSICH, G. D. O.; NETO, L., C. B. T.; MARQUES, K. C. D.; SCHEI, N. M. J. Ensino por investigação no Ensino Médio: potencialidades do projeto Conexão Delta. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS 11.*, 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 01-12. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0430-1.pdf>. Acesso em: 15 Abr. 2020.

- PESSAN, A. S. **Transgênicos: explorando a controvérsia em aulas de ciências**. 2015. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. Disponível em: http://labec.ufes.br/sites/labec.ufes.br/files/field/anexo/tcc_final.pdf . Acesso em: 2 maio 2020.
- REIS, R. A. S; CRUZ, L. P.; SILVA, R. S. Alimentos Transgênicos: mediando a aprendizagem de alunos do ensino médio sob o enfoque CTS. **Indagatio Didactica**, v. 11, n. 2, agosto 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34624/id.v11i2.6355>. Acesso em: 12 Jul. 2021
- RANGEL, M. O “problema” da “cola” sob a ótica das representações. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 82, n. 200-01-02, 2001. Disponível em: <http://www.rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/1351>. Acesso em: 20 Jan. 2022.
- ROCHA, C. J. T. Desenvolvimento profissional docente e formação do sujeito criativo investigativo de acordo com a Base nacional comum curricular para o ensino de ciências. **Revista Brasileira de Educação**, v. 26, p.1-19 , 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-24782021260063>. Acesso em: 19 Jan. 2022.
- ROCHA, A. L. F.; SLONSKI, G. T. Um olhar para os transgênicos nas áreas de pesquisa em ensino de ciências e educação ambiental: contribuições para a formação de professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.21, n.3, p.74-91, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/150>. Acesso em 13 Set. 2020.
- ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino de ciências**. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande. 2013. 172p.
- SANTANA, W. P.; LEMOS, G. C. Metodologia Científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4, n. 12, maio 2020. Disponível em: <http://natal.uern.br/periodicos/index.php/RECEI/article/view/1710>. Acesso em: 21 Jan. 2022.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER , E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia– Sociedade) no contexto da educação brasileira **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 133-162. 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER , E. F. Tomada de Decisão para Ação Social responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p. 95-111, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- SASSERON L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17 n. especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf> . Acesso em: 17 out. 2020.
- SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.32, n. 94, Set/ Dez. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142018000300025&script=sci_arttext. Acesso em: 15 Out. 2020.

SILVA M. O.; CICILLINI. G. A. O potencial das discussões polêmicas nas aulas de biologia. *In: SEMANA ACADÊMICA*, 5., 2008, Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2008. p. 1-7. Disponível em: <http://www.ic-ufu.org/anaisufu2008/PDF/SA08-20377.PDF>. Acesso em: 21 Abr. 2020.

SILVA, R. G.; ZINGARETTI, S. M.; LISONI, F. C. R. Percepções de alunos do ensino médio público sobre a temática biotecnologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 288-305. 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/238/216>. Acesso em: 13 Jul. 2022.

SILVA, V. B.; SILVA, A. C. G. O que pensam os alunos do Ensino Médio a respeito de Organismos Transgênicos? *In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – X ENPEC*, 5., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia - São Paulo. 2015. p. 1-8. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1444-1.PDF>. Acesso em: 21 Abr. 2020.

SOARES, L. C. S. Dispositivos móveis na educação: Desafios ao uso do smartphone como ferramenta pedagógica. *In: 11º ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E 12º FÓRUM PERMANENTE DE INOVAÇÃO EDUCACIONAL*. 2016. **Anais [...]**. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/enfope/article/view/2531>. Acesso em: 29 Jan. 2022.

SOUZA, A. F.; FARIAS, G. B. Percepção do conhecimento dos alunos do ensino médio sobre Transgênicos: concepções que influenciam na tomada de decisões. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 6, n. 1, p. 21-32, 2011. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=27>. Acesso em: 10 Jul. 2021.

SILVA, K. A.; MACIEL, J. C. S. Aspectos sociocientíficos no ensino de Biologia: uma sequência didática sobre alimentos transgênicos, convencionais e orgânicos. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 11, n. 1, p. 5-24, 2018. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/57>. Acesso em: 11 Jul. 2021.

STEVANIM, L. F. Exclusão nada remota: desigualdades sociais e digitais dificultam a garantia do direito à educação na pandemia. **RADIS: Comunicação e Saúde**, n. 215, p. 10-15, ago. 2020. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/43180>. Acesso em: 09 nov. 2021.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n. especial, p. 97-114, nov. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/VcyLdKDwhT4t6WdWJ8kV9Px/abstract/?lang=pt>. Acesso em jan. 2021.

UNESCO. **Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos**, 1997. Disponível em: http://portal.unesco.org/en/ev.php-url_id=13177&url_do=do_topic&url_section=201.html. Acesso em: 10 Set. 2020.

UNESCO. **Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos**, 19 de outubro de 2005. Disponível em: http://portal.unesco.org/en/ev.php-url_id=31058&url_do=do_topic&url_section=201.html. Acesso em: Set. 2020.

VENTORIM, D. P.; ALVES, L. N. R.; FURTADO, C. F. B.; BATITUCCI, M. D. C. P. Concepções e opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Revista Ifes Ciência**, v. 7, n. 1, p. 01-10. abr. 2021. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/1203>. Acesso em jul. 2022.

VASCONCELLOS, C. S. Metodologia Dialética em Sala de Aula. **Revista de Educação AEC**, Brasília, n. 21, n. 83, abr. 1992. Disponível em: <http://www.celsovasconcellos.com.br/Textos/MDSA-AEC.pdf>. Acesso em: 19 Jan. 2022.

VICENTIN, A.; CASTRO, B. J.; COSTA, F. G.; SILVA, D. C. G.. COSTA, P. C. F. Um novo significado ao ensino de “organismos transgênicos” através de um kit didático-pedagógico numa perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade. *In*: 3º CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO. Ponta Grossa 2011, **Anais** [...]. Ponta Grossa-Universidade estadual de Ponta Grossa, 2011. Disponível em: <https://ufmg.academia.edu/Departments/Didatica/Documents>. Acesso em: jan. 2022.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZIBAS, D. M. L. A reforma do Ensino Médio nos anos de 1990: o parto da montanha e as novas perspectivas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 28, p. 24-36, Jan /Fev /Mar /Abr 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782005000100003&script=sci_arttext. Acesso em: 08 Abr. 2020.

APÊNDICE A - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa **"O ensino da biotecnologia na educação básica e a formação do senso crítico: uma sequência didática sobre organismos geneticamente modificados"**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é o fato de que nas últimas décadas tem se intensificado os avanços na área da biotecnologia e sua relação com a vida cotidiana dos indivíduos, por meio de produtos disponíveis nas mais diversas áreas, além de suas interações com o meio ambiente. Nesse cenário, a abordagem desta área de estudo faz - se bastante relevante, a fim de promover nos estudantes o letramento científico com o desenvolvimento de uma consciência crítica, que contribua para que possam se tornar cidadãos capazes de realizar suas escolhas de forma consciente. Nesta pesquisa pretendemos desenvolver uma sequência didática que possibilite o aprendizado significativo do mecanismo da produção de organismos geneticamente modificados (OGMs) de forma a colaborar com a promoção do pensamento crítico-reflexivo do estudante.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: participação em aulas remotas que utilizarão as plataformas Google Meet, Google Classroom, Google Forms, aplicativo Whatsapp e e-mail. As aulas envolverão a realização de um questionário diagnóstico, análises de textos, imagens e vídeos, aulas com metodologia ativa e investigativa associada a debates guiados, oficina simulando a produção de DNA recombinante, júri simulado e oficina de produção de texto para criação de podcast sobre o tema. Os riscos envolvidos nesta pesquisa são classificados como mínimos, assemelhando-se aos de uma aula convencional presencial, visto que as plataformas online a serem utilizadas, permitem acesso apenas mediante utilização de e-mail institucional, tanto pela professora quanto pelos alunos. Os e-mails institucionais foram fornecidos pela Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, a professora mediadora estará vigilante e proporcionará ambiente cortês para a exposição de opiniões e liberdade caso o aluno prefira não emitir opinião. A pesquisa pode ajudar na melhora da compreensão do mecanismo da produção de organismos geneticamente modificados (OGMs), assim possibilitar o desenvolvimento da formação cidadã e do senso crítico nos estudantes, além de contribuir para que os estudantes possam agir como protagonistas na relação ensino - aprendizagem, assim como agentes protagonistas em suas próprias vidas.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar ao clicar na opção concordo no Termo de Consentimento, que será disponibilizado em formulário online. Tanto o formulário quanto a cópia deste preenchido, serão enviados via e-mail do responsável. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizemos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você.

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

Este termo de assentimento será disponibilizado de forma online, arquivado pelo pesquisador responsável em forma de print em dispositivo eletrônico próprio e uma cópia será enviada para seu e-mail, sendo importante que você o archive. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

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

Ao clicar na opção abaixo, você declara que leu e compreendeu as informações acima e que concorda em participar da pesquisa. Se você não quiser participar, basta fechar essa página.

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

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

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
Campus Universitário da UFJF
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
CEP: 36036-900

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



Juiz de Fora, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Dra. Michele Munk Pereira
Endereço: Instituto de Ciências Biológicas
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário
Bairro São Pedro
CEP: 36036900 / Juiz de Fora – MG
Fone: (32) 32 2102 6300 [1] Ramal 24
E-mail: michele.munk@ufjf.edu.br

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

O menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **"O ensino da biotecnologia na educação básica e a formação do senso crítico: uma sequência didática sobre organismos geneticamente modificados"**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é o fato de que nas últimas décadas tem se intensificado os avanços na área da biotecnologia e sua relação com a vida cotidiana dos indivíduos, por meio de produtos disponíveis nas mais diversas áreas, além de suas interações com o meio ambiente. Nesse cenário, a abordagem desta área de estudo faz - se bastante relevante, a fim de promover nos estudantes o letramento científico com o desenvolvimento de uma consciência crítica, que contribua para que possam se tornar cidadãos capazes de realizar suas escolhas de forma consciente. Nesta pesquisa pretendemos desenvolver uma sequência didática que possibilite o aprendizado significativo do mecanismo da produção de organismos geneticamente modificados (OGMs) de forma a colaborar com a promoção do pensamento crítico-reflexivo do estudante.

Caso você concorde na participação do menor vamos fazer as seguintes atividades com ele: participação em aulas remotas que utilizarão as plataformas Google Meet, Google Classroom, Google Forms, aplicativo Whatsapp e e-mail. As aulas envolverão a realização de um questionário diagnóstico, análises textos, imagens e vídeos, aulas com metodologia ativa e investigativa associada a debates guiados, oficina simulando a produção de DNA recombinante, júri simulado e oficina de produção de texto para criação de podcast sobre o tema. Os riscos envolvidos nesta pesquisa são classificados como mínimos, assemelhando-se aos de uma aula convencional presencial, visto que as plataformas online a serem utilizadas, permitem acesso apenas mediante utilização de e-mail institucional, tanto pela professora quanto pelos alunos. Os e-mails institucionais foram fornecidos pela Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, a professora mediadora estará vigilante o proporcionará ambiente cortês para a exposição de opiniões e liberdade caso o aluno prefira não emitir opinião. A pesquisa pode ajudar na melhora da compreensão do mecanismo da produção de organismos geneticamente modificados (OGMs), assim possibilitar o desenvolvimento da formação cidadã e do senso crítico nos estudantes, além de contribuir para que os estudantes possam agir como protagonistas na relação ensino - aprendizagem, assim como agentes protagonistas em suas próprias vidas.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não irão ter nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se o menor tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com ele nesta pesquisa, ele tem direito a buscar indenização.

Ele terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato em não deixá-lo participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação.

Este termo de consentimento será disponibilizado de forma online, arquivado pela pesquisadora responsável em forma de print em dispositivo eletrônico próprio e uma cópia será enviada para seu e-mail, sendo importante que você o archive. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

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

Ao clicar na opção abaixo, você declara que leu e compreendeu as informações acima e que concorda em participar da pesquisa. Se você não quiser participar, basta fechar essa página.

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20 ____.

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

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

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

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

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



Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Dra. Michele Munk Pereira
Endereço: Instituto de Ciências Biológicas
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário
Bairro São Pedro
CEP: 36036900/ Juiz de Fora – MG
Fone: (32)32 2102 6300 [1] Ramal 24
E-mail: michele.munk@ufjf.edu.br

**APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS
QUANTO AOS ORGANISMOS GENETICAMENTE**

Universidade Federal de Juiz de Fora

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Questionário avaliativo da percepção dos alunos quanto aos Organismos Geneticamente
Modificados (OGMs)

Orientadora: Michele Munk Pereira

Professora aplicadora: Aline Dias de Souza

Instituição de Ensino: EE Duarte de Abreu

Turma: 3º ano

Turno: () Matutino

() Noturno

IMPORTANTE: Caro aluno, sua identificação não é necessária.

Considerando seus conhecimentos e sua experiência pessoal, responda as questões propostas:

1. O que você sabe sobre os organismos transgênicos?
- 2 - Qual sua opinião sobre os organismos transgênicos?
- 3- Você identifica algum organismo transgênico ou produto por ele originado no seu cotidiano? Se sim, dê exemplos.
- 4- Você identifica algum benefício e/ou algum prejuízo trazido por um organismo transgênico?
- 5- Você usaria algum produto transgênico? Justifique.

APÊNDICE D - AVALIAÇÃO BIMESTRAL



ESCOLA ESTADUAL DUARTE DE ABREU
2ª ATIVIDADE AVALIATIVA DE BIOLOGIA
4º BIMESTRE

PROFESSORA: ALINE DIAS DE SOUZA

ALUNO (A): _____ TURMA: 301

1. Os genes contêm um código com informações que são responsáveis por determinar as características de um organismo, como a cor dos olhos em humanos ou a cor de uma flor. Com relação aos genes, marque a resposta **correta**.

- a) Não fazem parte do material genético dos organismos.
- b) Bactérias podem produzir insulina humana por possuírem naturalmente os genes responsáveis por codificar a produção desse hormônio.
- c) Todos os seres vivos possuem material genético e por isso, todos eles possuem os mesmo genes.
- d) As enzimas de restrição podem cortar o DNA em locais específicos, o que possibilita a retirada de um ou mais genes.

2. Com os avanços biotecnologia e da engenharia genética, foi desenvolvida a técnica do DNA recombinante. Esta é uma técnica de grande importância por:

- a) possibilitar exclusivamente o desenvolvimento de vegetais como a soja e o milho resistentes a pragas e herbicidas.
- b) permitir a mudança de posicionamento de genes presentes no DNA de uma determinada espécie.
- c) tornar possível inserir genes de uma determinada espécie em outra, que se torna capaz de expressar características de organismos de outras espécies.
- d) impossibilitar a ligação de genes de seres de espécies diferentes, contribuindo para que não sejam formadas espécies híbridas.

3. O hormônio do crescimento (GH) é produzido pela glândula hipófise, situada na base do crânio. Ele é indispensável durante o período de crescimento e sem ele a estatura adulta normal não pode ser alcançada, podendo ocasionar o nanismo. A deficiência de hormônio do

crescimento atinge uma em cada 15 mil crianças e o único tratamento é a reposição hormonal. Atualmente, esse hormônio humano pode ser produzido por bactérias, graças à:

- a) técnica do DNA recombinante.
- b) terapia com células-tronco.
- c) clonagem.
- d) técnica de PCR.

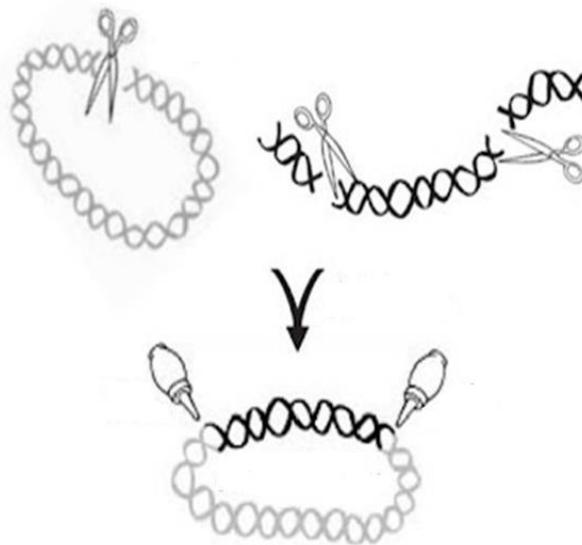
4. Sobre os organismos transgênicos, marque a opção correta:

- a) Organismos transgênicos e os produtos por eles produzidos, não fazem parte do nosso cotidiano, estando estes organismos restritos ao ambiente laboratorial.
- b) Os organismos transgênicos possuem, naturalmente, genes que os conferem a capacidade de originar produtos de interesse humano.
- c) No Brasil existem leis que regulamentem o processo de pesquisa, produção e comercialização de transgênicos e seus derivados.
- d) Os organismos transgênicos são comprovadamente prejudiciais à saúde humana.

5. A insulina, hormônio produzido no pâncreas e utilizado no tratamento de diabetes, pode ser produzida por bactérias modificadas. Sobre o tema, marque a opção correta:

- a) É possível que bactérias produzam insulina humana graças à semelhança observada entre suas células e as células humanas.
- b) A produção de insulina humana em bactérias *Escherichia coli* é possível graças às células humanas transgênicas possuírem no seu interior plasmídeos bacterianos.
- c) As bactérias *Escherichia coli* são capazes de produzir insulina humana, por desenvolverem um plasmídeo contendo o gene responsável por codificar a produção deste hormônio.
- d) As bactérias *Escherichia coli* transgênicas receberam genes humanos responsáveis por codificar a produção da insulina.

6. Observe a imagem a seguir e marque a opção que se refere corretamente ao processo que ela representa.



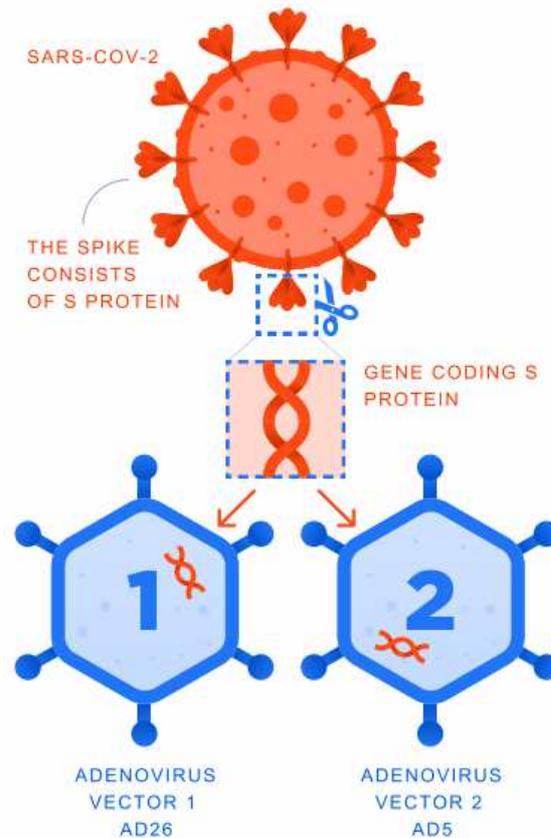
- a) Técnica de enxerto de tecido.
- b) Técnica de esfregaço sanguíneo.
- c) Técnica do DNA recombinante.
- d) Técnica de clonagem.

7. Observe novamente a imagem da questão número 6, nela estão representadas tesouras e tubos de cola. O que esses objetos representam no processo real e quais suas funções?

- a) As tesouras representam as enzimas de restrição, que são capazes de cortar a molécula de DNA.
- b) Os tubos de cola representam as enzimas de restrição que têm a capacidade de cortar a molécula de DNA.
- c) As tesouras representam os plasmídios que serão inseridos no interior de bactéria por meio do processo de transformação.
- d) Os tubos de cola representam o fragmento de DNA que será inserido no plasmídio bacteriano.

8. A pandemia de Covid-19 gerou uma corrida dos laboratórios farmacêuticos pelo desenvolvimento de vacinas contra o coronavírus (SARS-CoV-2). Na figura abaixo está representada uma das técnicas utilizadas na produção das vacinas. Em laranja está representado o coronavírus (SARS-CoV-2), envolvidos por suas proteínas Spike (S) e em azul estão os adenovírus (vírus causador do resfriado). A proteína Spike do SARS-CoV-2 está associada à capacidade de entrada do vírus nas células humanas e sua presença no nosso

organismo induz a produção de anticorpos, que iniciam nossa resposta imunológica e o consequente o combate ao coronavírus. O que podemos concluir ao analisar a figura?



Fonte: <https://www.frontliner.com.br/>

- Que os adenovírus possuem naturalmente o gene que codifica a produção da proteína Spike, induzindo a resposta imune do nosso organismo e por isso podem ser utilizados nas vacinas para a prevenção da Covid-19.
- De acordo com a figura os adenovírus, receberam o gene que codifica a proteína Spike e passarão a produzi-la, por isso poderão ser utilizados nas vacinas contra o coronavírus, já que poderão induzir nossa resposta imunológica.
- Não há possibilidade de os adenovírus serem utilizados na composição das vacinas contra o coronavírus, pois eles não possuem a proteína Spike.
- Ambos os vírus são geneticamente iguais, por isso os adenovírus podem ser utilizados na vacina contra a Covid - 19 sem nenhum tipo de manipulação.

9. Leia atentamente a explicação resumida do mecanismo de ação de algumas vacinas contra a Covid-19.

ASTRAZENECA: é composta por um adenovírus (vírus causador do resfriado) de Chimpanzé, sem capacidade de se multiplicar e que contem pequeno segmento do material genético do vírus da Covid-19 (SARS-CoV-2), responsável pela produção da proteína Spike, que é a mais importante para a indução de proteção ao vírus.

CORONAVAC: é composta pelo vírus SARS-CoV-2 inativado (morto), com sua estrutura completa. Este vírus é incapaz de se multiplicar, mas estimula o nosso sistema de defesa a produzir anticorpos.

JANSSEN: para produzir a vacina, o material genético da proteína Spike é colocado dentro do adenovírus humano. Quando a pessoa recebe a vacina composta do adenovírus não replicante que carrega a informação genética do novo coronavírus, o corpo inicia um processo de defesa e produz anticorpos contra aquele invasor.

Sputnik V: um pedaço do SARS-CoV-2, responsável pela produção da proteína Spike, é inserido em um vetor viral (um adenovírus humano inofensivo), que é então injetado no corpo. Assim, o sistema imune reconhece essa parte do coronavírus produzindo defesa contra ele.

Qual das vacinas citadas anteriormente não utiliza a transgenia como base para induzi a resposta imune do nosso organismo?

- a) Astrazeneca
- b) Coronavac
- c) Janssen
- d) Sputnik V

10. Os transgênicos são um grupo de organismos geneticamente modificados (OGM) que:

- a) Tiveram alterações nas posições de seus genes por meio da técnica do DNA recombinante.
- b) Receberam genes de outra espécie de seres vivos por meio da técnica de clonagem.
- c) Receberam parte do material genético de outra espécie, por meio da técnica do DNA recombinante.
- d) Receberam parte do material genético de outro indivíduo da mesma espécie por meio da técnica do DNA recombinante.

APÊNDICE E - PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

O ENSINO DA BIOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA SOBRE ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

Produto Educacional

Aline Dias de Souza

Profa. Dra. Michele Munk Pereira

Orientadora

APRESENTAÇÃO

Caro (a) professor (a)

Esta sequência didática (SD), sobre os organismos geneticamente modificados (OGMs), foi desenvolvida objetivando trazer para a discussão da sala de aula diversos aspectos associados ao tema de forma a contribuir para uma formação cidadã dos estudantes.

A percepção de que os docentes, de forma geral, não conseguem estabelecer o paralelo entre o estudo da biologia e a realidade cotidiana, associando-a a uma perspectiva de memorização e não significativa, sempre me causou inquietação. Diante da percepção de tal conjuntura, esta SD se constitui de uma sugestão, aberta a adaptações de acordo com as diversas realidades vivenciadas por professores e professoras, a fim de contribuir para que o aluno perceba a presença da biologia no eu cotidiano.

Espera-se que a aplicação desta SD, seja um dos meios utilizados para contribuir para a aproximação da biologia a realidade discente, contribuindo para que os conteúdos abordados nesta disciplina façam sentido para os estudantes. Dessa maneira contribuindo para que tenhamos alunos mais motivados, engajados e participativos e que atuem como replicadores do conhecimento científico.

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

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	86
2. OBJETIVOS.....	88
2.1 GERAL.....	88
2.2 ESPECÍFICOS.....	88
3. DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	89
3.1 MOMENTO 1 – QUESTIONÁRIO PARA A VERIFICAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS DISCENTES A RESPEITO DOS OGMS.....	89
3.1.1 Sugestão de aplicação no formato presencial.....	89
3.1.2 Sugestão de aplicação no formato remoto.....	90
3.2 MOMENTO 2 – EXIBIÇÃO DE IMAGENS E TRECHOS DE TEXTOS.....	90
3.2.1 Sugestão de aplicação no formato presencial.....	90
3.2.2 Sugestão de aplicação no formato remoto.....	91
3.3 MOMENTO 3 – AULA EXPOSITIVA SOBRE DIABETES MELLITUS.....	92
3.3.1 Sugestão de aplicação no formato presencial.....	92
3.3.2 Sugestão de aplicação no formato remoto.....	93
3.4 MOMENTO 4 – OFICINA DE SUMULAÇÃO DA PRODUÇÃO DA INSULINA PELA TÉCNICA DO DNA RECOMBINANTE.....	93
3.4.1 Sugestão de aplicação no formato presencial.....	94
3.4.2 Sugestão de aplicação no formato remoto.....	94
3.5 MOMENTO 5 – JÚRI SIMULADO.....	95
3.5.1 Sugestão de aplicação no formato presencial.....	95
3.5.2 Sugestão de aplicação no formato remoto.....	96
3.6 MOMENTO 6 – OFICINA DE PRODUÇÃO DE TEXTOS E PODCAST.....	96
3.6.1 Sugestão de aplicação no formato presencial.....	97
3.6.2 Sugestão de aplicação no formato remoto.....	97
3.7 MOMENTO 7 – AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO.....	98
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXO A - SUGESTÕES DE TEXTOS E IMAGENS.....	100

1. INTRODUÇÃO

O ensino médio no Brasil tem sido encarado como um meio para aquisição de conteúdos, que serão úteis unicamente para a realização de exames que objetivem ingresso em cursos superiores (KRAWCZYK, 2009). Ou ainda, não faz outro sentido que não seja a aquisição do certificado de conclusão ao final dos três módulos, uma vez que, especialmente o aluno da escola pública, proveniente das classes populares, anseia pela inserção imediata no mercado de trabalho (FRIGOTTO, 2005). Porém, a importância desse nível de ensino vai muito além dessas duas perspectivas, não devendo o ensino médio se prestar apenas ao acúmulo de conhecimentos, mas objetivar para a formação de cidadãos capazes de decodificar informações que recebem, relacionando-as ao meio em que vivem, dessa forma poderão tornar-se capazes de opinar de forma segura e realizar escolhas conscientemente (BRASIL, 2006).

Sendo assim, os alunos demandam de um ensino de qualidade, que os dê uma visão ampla e garanta sua inserção no mundo social e do trabalho, respeitando sua diversidade (MESQUITA; LELIS, 2015). Diversidade esta, que exige o abandono de métodos tradicionais de ensino e de conteúdos descontextualizados e que confirma a necessidade de um ensino realmente inclusivo, que seja capaz de promover o desenvolvimento de uma cidadania democrática. A fim de possibilitar que os estudantes exerçam a leitura do mundo no qual estão inseridos e permita que tomem consciência de seu papel como agentes de suas próprias transformações (ZIBAS, 2005).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais consideram para o estudo de biologia, no nível médio de ensino, a compreensão da vida na Terra, as consequências do avanço tecnológico e a intervenção humana como os principais temas biológicos a serem abordados. Como instrumentos para que a aprendizagem tenha significado e para que o professor possa desempenhar sua ação pedagógica, destaca-se o tema 5-Transmissão da vida, ética e manipulação gênica. Assim, salientamos a importância da realização de discussões acerca das novas tecnologias como a manipulação do DNA, com enfoque em questões éticas, morais, econômicas e ecológicas que estão intimamente associadas a esse tema (BRASIL, 2006). O enfoque à manipulação do DNA também é destacado na BNCC/EM, que apresenta as seguintes habilidades: analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza, como as tecnologias do DNA, com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. Estas habilidades estão incluídas na Competência Específica 3-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) (BRASIL, 2018). A partir do referenciado, identificamos a notável relevância da abordagem de temas associados à biotecnologia nas escolas. Notadamente, os vários aspectos associados aos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) como forma de propiciar a formação de indivíduos que tenham a possibilidade de gerir sua própria vida de forma consciente e esclarecida.

Pelo exposto a presente proposta tem como objetivo desenvolver atividades ativas e investigativas, visando a promoção do pensamento crítico-reflexivo do estudante do ensino médio a respeito dos OGMs.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Desenvolver atividades ativas e investigativas, visando a construção dos conceitos e promoção do pensamento crítico-reflexivo do estudante do ensino médio a respeito dos organismos geneticamente modificados (OGMs).

2.2 ESPECÍFICOS

- Descobrir as percepções dos alunos a respeito do tema OGMs.
- Estimular os alunos a fazerem uma análise crítica das informações obtidas através da mídia em geral, encorajando-os a exporem suas ideias, interesses, dúvidas e sugestões.
- Incentivar a reflexão da finalidade dos OGMs para os seres humanos.
- Contribuir com o aprendizado significativo do mecanismo de produção de OGMs.
- Aplicar o modelo da produção da insulina humana pelas bactérias *Escherichia coli* em laboratório, associado a elaboração de questões e hipóteses pelos estudantes visando o entendimento dos métodos de produção de OGM.
- Promover o debate de questões éticas associadas à aplicação dos OGMs e fazer com que o aluno se posicione e discuta o tema.

3. DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Diante da realidade vivenciada em função da pandemia de Covid-19, que nos limitou a circulação, nos vimos abruptamente obrigados a abandonar nosso modo de vida habitual e a nos adaptar à realidade vigente. Neste contexto, o formato convencional das aulas presenciais foi substituído pelo ensino remoto emergencial. Entretanto, apesar dessa conjuntura, destacamos também pontos positivos decorrentes de situação tão adversa e delicada que impactou as relações no âmbito das diferentes esferas que constituem os relacionamentos humanos. Fizemos parte de situação inédita, o que nos possibilitou novas vivências e um ponto de vista diferenciado, nos tornando mais preparados para o futuro da educação. Já que diante da atual realidade e dos meios utilizados para a tentativa de se enquadrar a ela, pode-se imaginar que o futuro da educação apresente elementos das ações que foram aqui desenvolvidas.

Diante da realidade supracitada, esta sugestão de sequência didática propõe tanto os formatos de aplicação de forma presencial, quanto de forma remota, cabendo ao (à) professor (a), adequá-lo à sua realidade.

A sequência didática proposta consta da realização de atividades que serão distribuídas ao longo de sete momentos, descritos abaixo. Na descrição de cada um deles, constará sua tendência principal, que poderá estar relacionada à verificação das concepções dos estudantes, à formação e reformulação de conceitos, ou ainda à contribuição para a promoção do pensamento crítico-reflexivo dos discentes a respeito do tema OGM.

3.1 MOMENTO 1 – QUESTIONÁRIO PARA A VERIFICAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS DISCENTES A RESPEITO DOS OGMS

Caráter da atividade: Detecção das percepções dos discentes a respeito do tema OGM.

Objetivos: Identificar os conhecimentos prévios, opiniões e percepções dos discentes a respeito dos OGMS, além de tornar possível o estabelecimento de comparações a respeito das concepções dos estudantes com relação a aspectos associados ao tema.

3.1.1 Sugestão de aplicação no formato presencial

Duração: 30 minutos.

Aplicação de questionário individual contendo questões dissertativas abordando a temática OGM. As questões sugeridas consideram os conhecimentos, percepções e experiência pessoal dos estudantes a respeito do tema e estão enunciadas no quadro ao final do tópico 3.1.2.

3.1.2 Sugestão de aplicação no formato remoto

Aplicação de questionário individual contendo questões dissertativas abordando a temática OGM. As questões sugeridas consideram os conhecimentos, percepções e experiência pessoal dos estudantes a respeito do tema e estão enunciadas abaixo.

1. O que você sabe sobre os organismos transgênicos?
- 2 - Qual sua opinião sobre os organismos transgênicos?
- 3- Você identifica algum organismo transgênico ou produto por ele originado no seu cotidiano? Se sim, dê exemplos.
- 4- Você identifica algum benefício e/ou algum prejuízo trazido por um organismo transgênico?
- 5- Você usaria algum produto transgênico? Justifique.

As questões devem ser montadas em formato Google Formulário e enviadas aos estudantes por meio digital, como grupo de Whatsapp da turma ou postadas em plataforma online como o Google Classroom e respondidas de forma assíncrona.

3.2 MOMENTO 2 – EXIBIÇÃO DE IMAGENS E TRECHOS DE TEXTOS

Caráter da atividade: Contribuição para o desenvolvimento de uma visão crítica-reflexiva sobre as informações recebidas mediante os mais diversos meios.

Objetivos: A atividade tem como objetivo apresentar o assunto a ser estudo aos discentes, de forma que eles possam elaborar as próprias análises e interpretações a respeito do que lhes será apresentado. Tal sensibilização ao tema OGM proporcionará aos estudantes realizarem as primeiras representações mentais a respeito da temática em questão.

3.2.1 Sugestão de aplicação no formato presencial

Duração: 50 minutos.

A aula consta da exibição, por meio de projetor, de vídeos, imagens e trechos de textos retirados da internet, que exibam informações falsas e verdadeiras acerca dos OGMs. Simultaneamente a apresentação realizada pelo (a) professor (a), cada estudante, que portará duas placas contendo as palavras "Falso" e "Verdadeiro", distribuídas previamente, será orientado a levantar uma das placas. Imediatamente após cada informação exibida, os alunos serão levados a justificarem sua opinião. Primeiramente aqueles que considerarem o dado como inverdade defenderão seu ponto de vista, em seguida os que consideram a veracidade do fato realizarão o mesmo procedimento.

Ao final da exibição ocorre a revelação sobre a veracidade ao não das informações expostas anteriormente juntamente com discussão guiada pelo (a) professor (a).

As sugestões de materiais para a realização desta etapa da SD estão no anexo 1 deste material.

3.2.2 Sugestão de aplicação no formato remoto

Duração: 50 minutos.

A aula será realizada sincronamente, de forma remota por videoconferência, utilizando-se, por exemplo, a plataforma Google Meet. A atividade guiada pela professora constará da exibição de imagens, manchetes e trechos de textos retirados da internet, que exibam informações falsas e verdadeiras acerca dos OGMs. Simultaneamente a cada exibição, os docentes serão orientados a opinar sobre a veracidade ou não dos elementos apresentados pelo (a) professor (a). O grupo de estudantes que considerar o dado como inverdade defenderá seu ponto de vista, em seguida os alunos que acreditarem na veracidade do fato realizarão o mesmo procedimento.

A fim de deixar os alunos mais à vontade para participar sugere-se que eles possam se manifestar verbalmente ou por meio de texto utilizando o Chat da plataforma utilizada.

Ao final da exibição ocorre a revelação sobre a veracidade ao não das informações expostas anteriormente juntamente com discussão guiada pelo (a) professor (a).

As sugestões de materiais para a realização desta etapa da SD estão no anexo 1 deste material.

3.3 MOMENTO 3 – AULA EXPOSITIVA SOBRE DIABETES MELLITUS

Caráter da atividade: Contribuição para a revisão, construção e reformulação de conceitos.

Objetivos: Fazer uma revisão do conteúdo abordado em anos anteriores, oferecer subsídio para as atividades posteriores, além de apresentar as questões problematizadoras de incentivo ao processo investigativo aos discentes.

3.3.1 Sugestão de aplicação no formato presencial

Duração: 1h 40 minutos.

Aula expositiva dialogada abordando o tema diabetes mellitus, discorrendo sobre as características da doença, suas causas, sintomas, tratamento e o papel da insulina no organismo. Ao final da exposição sugere-se inserir a seguinte questão: "*Qual a origem da insulina utilizada atualmente no tratamento do diabetes?*". Dessa forma pode-se chegar à seguinte questão problematizadora: "*Como as bactérias conseguem produzir insulina humana?*". Propõem-se aos estudantes que formulem hipóteses para responder à questão colocada.

Em seguida, organizados em grupos, os estudantes serão orientados a realizarem pesquisa no laboratório de informática sobre a insulina humana produzida por bactérias. As pesquisas deverão conter aspectos relacionados ao processo de produção, os organismos envolvidos e importância da técnica. Em seguida haverá discussão mediada pela professora.

Caso os alunos não consigam estabelecer seus próprios questionamentos, serão oferecidas perguntas incentivadoras do processo investigativo, com a finalidade de guiarem os estudantes na realização da pesquisa. Os alunos tomarão os questionamentos para si e continuarão a realizar as demais etapas do processo investigativo de forma autônoma, mas com a orientação da professora. Abaixo se encontram as questões norteadoras:

1. Onde está contida a informação para que o organismo humano produza insulina?
2. A bactéria *Escherichia coli* contém a mesma informação que os seres humanos para produzir insulina?
3. Como a bactéria *E. coli* se relaciona com a produção de insulina?
4. Qual a importância do processo relatado na questão anterior?

3.3.2 Sugestão de aplicação no formato remoto

Duração: 1h 15 minutos.

Aula síncrona expositiva dialogada realizada por meio de plataforma online, como o Google Meet, abordando o tema Diabetes Mellitus, discorrendo sobre as características da doença, suas causas, sintomas, tratamento e o papel da insulina no organismo. Ao final da exposição sugere-se inserir a seguinte questão: "*Qual a origem da insulina utilizada atualmente no tratamento do diabetes?*". Dessa forma pode-se chegar à seguinte questão problematizadora: "*Como as bactérias conseguem produzir insulina humana?*". Propõem-se aos estudantes que formulem hipóteses para responder à questão colocada.

Em seguida organizam-se os estudantes em grupos, cada grupo deverá se inserido em uma sala de videoconferência a fim de que formulem hipóteses para responder às questões colocadas. Após esse momento os grupos retornam para a sala de videoconferência inicial e apresentam suas proposições.

Ao final da aula, o (a) professor (a) orienta os grupos de alunos a realizarem as seguintes atividades de forma assíncrona:

- a) Organizados em grupos, os estudantes deverão realizar pesquisa sobre a insulina humana produzida por bactérias. As pesquisas deverão conter aspectos relacionados ao processo de produção, os organismos envolvidos e importância da técnica.
- b) Desenvolvimento de oficina de simulação de produção de insulina por meio da técnica do DNA recombinante. Os grupos devem ser instruídos a utilizarem materiais alternativos como papel cartão colorido, tesouras, cola, lã, entre outros que possuíssem casa.

Os grupos terão um prazo preestabelecido pelo (a) professor (a) para realizar as atividades e a apresentação dos resultados à classe ocorrerá e momento posterior.

3.4 MOMENTO 4 – OFICINA DE SUMULAÇÃO DA PRODUÇÃO DA INSULINA PELA TÉCNICA DO DNA RECOMBINANTE

Caráter da atividade: Contribuir para formação e reformulação de conceitos.

Objetivos: Estimular nos discentes a percepção da finalidade dos OGMs, levá-los a compreender quais são as etapas, os processos, as funções e as estruturas que participam do

processo de produção de um OGM, além de contribuir para que sejam capazes assimilar informações, estabelecer associações, criar conceitos e transmiti-los de forma criativa.

3.4.1 Sugestão de aplicação no formato presencial

Duração: 1h 40 minutos.

Realização de simulação dos métodos utilizados por um pesquisador para produzir a insulina a partir de bactérias transgênicas. Para tanto será utilizado material contendo textos e imagens explicativas, que evidenciem as etapas do processo de geração do DNA recombinante a partir do DNA humano e da bactéria *E. coli*. Em seguida deverão ser distribuídos aos alunos materiais alternativos (papel cartão colorido, tesouras, cola, lã, massinha) para que eles reproduzam de forma simulada o processo anteriormente analisado. Cada grupo será orientado a realizar associação de todo o material utilizado, com os constituintes envolvidos no processo real. Ao final da simulação, os grupos de alunos farão apresentação para a turma do produto final confeccionado. Deverá seguir uma discussão guiada induzindo à descrição do processo realizado para a produção do DNA recombinante, estimulando o reconhecimento dos possíveis equívocos cometidos nos próprios trabalhos e também nos trabalhos dos demais grupos, além de reconhecer os acertos.

3.4.2 Sugestão de aplicação no formato remoto

Duração: 1h 15 minutos.

Aula síncrona realizada por meio de videoconferência utilizando-se plataforma online, em que os grupos de estudantes apresentam à classe as pesquisas realizadas sobre a insulina produzida por bactérias recombinantes. Após as apresentações a professora mediará a discussão com a inserção das seguintes perguntas incentivadoras do processo investigativo:

1. *Onde está contida a informação para que o organismo humano produza insulina?*
2. *A bactéria Escherichia coli contém a mesma informação genética que os seres humanos para produzir insulina?*
3. *Como a bactéria E. coli se relaciona com a produção de insulina?*
4. *Qual a importância do processo relatado na questão anterior?*

Ainda nesta aula, cada grupo socializará com a turma o conteúdo do material produzido assincronamente na oficina de simulação de produção de insulina pela técnica do DNA recombinante, seguida de discussão guiada pela professora.

3.5 MOMENTO 5 – JÚRI SIMULADO

Caráter da atividade: Priorizar a promoção da formação crítica-reflexiva dos discentes.

Objetivos: Incentivar a busca por informações em meios confiáveis, proporcionar a capacidade de argumentar, discutir e se posicionar diante de temas controversos e estimular o respeito a perspectivas divergentes.

Observação: Aconselha-se que a última etapa deste momento da SD, a confecção do texto contendo o posicionamento final de cada aluno, seja realizada de forma síncrona imediatamente após o encerramento da simulação. Assim poderá ser evitada a desmotivação e consequente não realização desta atividade pelos estudantes.

3.5.1 Sugestão de aplicação no formato presencial

Duração: 1 hora: 40 minutos.

Este momento da sequência didática pode ser iniciado com uma breve aula expositiva dialogada, enfocando a questão da soja transgênica produzida no Brasil, assim como aspectos da lei de biossegurança que tratam sobre a regulamentação dos alimentos de origens transgênica. Logo em seguida inicia-se o júri simulado, utilizando-se a seguinte problematização: "*A soja transgênica produzida no Brasil traz benefícios ou prejuízos para a saúde e o meio ambiente?*".

Os papéis de cada aluno na simulação, a situação problema e a distribuição de material para o embasamento teórico de cada componente deverão ser definidos previamente a realização desta atividade. Abaixo encontram-se links com sugestões de material a ser disponibilizado aos estudantes.

- <https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/314>
- <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/viewFile/16312/13340>

Após a realização da simulação os alunos deverão ser instruídos a atuarem como jurados redigindo, de forma individual, um texto com sua decisão final e a justificativa para sua a tomada de decisão. O veredito final dos jurados (alunos) a respeito da situação problema será dado em outro momento posterior pelo (a) professor (a), após a leitura dos textos.

3.5.2 Sugestão de aplicação no formato remoto

Duração: Duas horas aula 1 hora: 40 minutos.

Este momento da sequência didática deve ocorrer sincronamente por meio de videoconferência e utilizando plataforma online. A etapa pode ser iniciada com uma breve aula expositiva dialogada enfocando a questão da soja transgênica produzida no Brasil, assim como aspectos da lei de biossegurança que tratam sobre a regulamentação dos alimentos de origens transgênica. Logo em seguida inicia-se o júri simulado, utilizando-se a seguinte problematização: "*A soja transgênica produzida no Brasil traz benefícios ou prejuízos para a saúde e o meio ambiente?*".

Os papéis de cada aluno na simulação, a situação problema e a distribuição de material para o embasamento teórico de cada componente deverão ser definidos previamente a realização desta atividade. O material pode ser enviado por meio de grupo de whatsapp da turma ou postado em plataforma como o Google Classroom. Abaixo estão disponíveis links com sugestão de material a ser disponibilizado aos estudantes.

- <https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/314>
- <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/viewFile/16312/13340>

Após a realização da simulação os alunos deverão ser instruídos a atuarem como jurados redigindo, de forma individual, um texto com sua decisão final e a justificativa para sua a tomada de decisão. O texto pode ser enviado para o (a) professor (a), por meio digital como a plataforma online, e-mail ou whatsapp. O veredito final dos jurados (alunos) a respeito da situação problema será dado em outro momento posterior pelo (a) professor (a), após a leitura dos textos.

3.6 MOMENTO 6 – OFICINA DE PRODUÇÃO DE TEXTOS E PODCAST

Caráter da atividade: Consolidação de conceitos.

Objetivos: Possibilitar o contato com informações científicas, utilizar dispositivos digitais e aplicativos, proporcionando uma nova forma de utilização de instrumentos que, na atualidade, mostram-se cada vez mais presentes na realidade estudantil e aqui foram utilizados como meio para produzir e disponibilizar conteúdo científico.

Observação: Com a finalidade contribuir para o desenvolvimento adequado desta atividade e para que os alunos possam aproveitá-la da melhor forma possível, sugere-se que ela seja realizada de forma interdisciplinar com o conteúdo de língua portuguesa. Dessa forma, o (a) professor (a) de biologia seleciona e fornece os textos-base aos estudantes e orientados pelo (a) professor (a) de língua portuguesa os alunos reescrevem o texto original na forma de texto jornalístico, que será usado para a elaboração do podcast.

3.6.1 Sugestão de aplicação no formato presencial

Na presente etapa da SD deverão ser distribuídos aos grupos de alunos textos com diversas aplicações dos OGMs, com finalidades variadas, como os que produzem compostos de interesse comercial, médico, agrônomico, entre outros. Estes serão analisados pelos alunos em horário extraclasse. Os grupos de estudantes redigirão um texto, baseado naqueles fornecidos pelo (a) professor (a). O material produzido deverá ser revisado pelo (a) professor (a) e necessitará conter algumas informações obrigatórias. Deverá ser solicitado aos estudantes que identifiquem e abordem o organismo doador e o receptor de genes, além do benefício gerado pela associação estabelecida entre os organismos. O texto produzido servirá como base para a criação de um podcast.

Os textos serão produzidos e os podcasts serão gravados em horário extraclasse por meio de smartphone de ao menos um dos integrantes do grupo. Propõe-se que seja criada uma conta em um aplicativo de gravação e distribuição do podcast e que seja disponibilizado à turma login e senha, assim eles poderão realizar as gravações, edição e postagem dos mesmos. Sugere-se a utilização do aplicativo Anchor baixado no smartphone dos discentes, ou de um dos integrantes dos grupos participantes e do (a) professor (a).

Todos os discentes deverão ser orientados a escutarem os podcasts produzidos pelos demais e a identificar o que há em comum entre eles, além dos benefícios verificados em cada uma das situações pesquisadas.

3.6.2 Sugestão de aplicação no formato remoto

Na presente etapa da SD deverão ser distribuídos aos grupos de alunos, por meio do grupo do WhatsApp da turma ou plataforma digital, textos com diversas aplicações dos OGMs, com finalidades variadas, como os que produzem compostos de interesse comercial, médico, agrônômico, entre outros. Estes serão analisados pelos alunos em horário extraclasse. Os grupos de estudantes redigirão um texto, baseado naqueles fornecidos pelo (a) professor (a). O material produzido deverá ser revisado pelo (a) professor (a) e necessitará conter algumas informações obrigatórias. Deverá ser solicitado aos estudantes que identifiquem e abordem o organismo doador e o receptor de genes, além do benefício gerado pela associação estabelecida entre os organismos. O texto produzido servirá como base para a criação de um podcast.

Os textos serão produzidos e os podcasts serão gravados em horário extraclasse por meio de smartphone de ao menos um dos integrantes do grupo. Propõe-se que seja criada uma conta em um aplicativo de gravação e distribuição do podcast e que seja disponibilizado à turma login e senha, assim eles poderão realizar as gravações, edição e postagem dos mesmos. Sugere-se a utilização do aplicativo Anchor baixado no smartphone dos discentes, ou de um dos integrantes dos grupos participantes e do (a) professor (a).

Todos os discentes deverão ser orientados a escutarem os podcasts produzidos pelos demais e a identificar o que há em comum entre eles, além dos benefícios verificados em cada uma das situações pesquisadas.

3.7 MOMENTO 7 – AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO

Recomenda-se que a avaliação dos discentes seja realizada ao longo de todos os momentos do desenvolvimento e aplicação da sequência didática. Para tanto se devem levar em consideração as discussões realizadas durante as aulas, a análise da participação e engajamento dos alunos nas atividades propostas, a forma com que realizam as atividades e o empenho em realizá-las.

Outra proposta de avaliação sugerida é a reaplicação do questionário para a verificação da percepção dos discentes a respeito dos OGMs, com posterior análise comparativa entre as concepções e percepções dos discentes anteriormente e posteriormente à aplicação da sequência didática. Podem-se avaliar também os textos produzidos após a realização do júri simulado e os utilizados como base para a produção dos podcasts e por fim sugere-se a realização de avaliação bimestral convencional.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio. Brasília:** MEC. Versão entregue ao CNE em 03 de abril de 2018. Disponível em: Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>. Acesso em: 18 out. 2020.

BRASIL. MEC. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio:** Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, v. 2, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 5 Abr. 2020.

FRIGOTTO, G. **Concepções e mudanças no mundo do trabalho e o ensino médio.** In: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. (Org.). Ensino médio integrado: concepção e contradições. São Paulo: Cortez, 2005. p.57-82. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2008-2/Educacao-MII/2SF/2-Frigotto2008.pdf>. Acesso em: 16 Nov. 2020.

KRAWCZYK, N. O Ensino médio no Brasil. São Paulo: **Ação Educativa**, 2009. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/1140/1763.pdf?sequence=1>. Acesso em: 16 Nov. 2020.

MESQUITA, S. S. A.; LELIS, I. A. O. M. Cenários do Ensino Médio no Brasil. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 89, p. 821-842, out./dez. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40362015000400821&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 03 Abr. 2020.

ZIBAS, D. M. L. A reforma do Ensino Médio nos anos de 1990: o parto da montanha e as novas perspectivas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 28, p. 24-36, Jan. /Fev. /Mar. /Abr. 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782005000100003&script=sci_arttext. Acesso em: 08 Abr. 2020.

ANEXO 1 - SUGESTÕES DE TEXTOS E IMAGENS

<https://cienciahoje.org.br/coluna/o-supersalmao/>

<https://revistapesquisa.fapesp.br/polemica-no-ar-de-jacobina/>

<https://revistapesquisa.fapesp.br/contra-as-pragas-da-citricultura/>

<https://revistapesquisa.fapesp.br/ovos-de-galinha-transgenica-para-doenca-rara/>

<https://revistapesquisa.fapesp.br/transformacao-da-cor/>

https://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2006/01/060112_taiwanporcosfosforentes
 ebc

https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2009/01/090130_porcos_transplantesalemanhamd

<https://revistapesquisa.fapesp.br/um-engasgo-cientifico/>

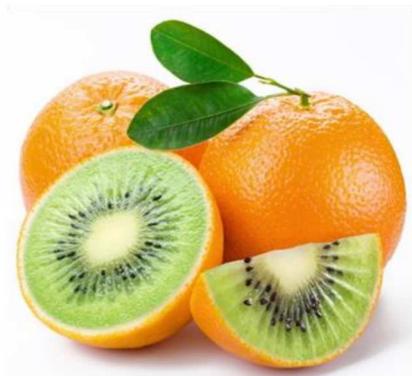
<https://www.bbc.com/portuguese/geral-47942006>



Fonte: Site Estadão, 2013



Fonte: Marina Dantas, 2021



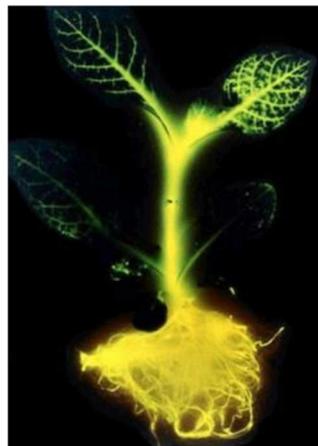
Fonte: Vanessa Santos, 2014



Fonte: Site aao.org, 2014



Fonte: Marina Dantas, 2021



Fonte: Site medioambientum, 2014



Fonte: Site semagro, 2015

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O ensino da biotecnologia na educação básica e a formação do senso crítico: uma sequência didática sobre organismos geneticamente modificados

Pesquisador: Michele Munk Pereira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 40555120.7.0000.5147

Instituição Proponente: Universidade Federal de Juiz de Fora UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.482.248

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

"A seguinte proposta de intervenção será realizada na Escola Estadual Duarte de Abreu, em Juiz de Fora, -MG. Os estudantes incluídos no projeto serão da turma do terceiro ano do Ensino Médio totalizando aproximadamente 50 estudantes. A pesquisa será desenvolvida a partir de uma abordagem qualitativa. As atividades propostas colocarão o estudante como protagonista da sua própria aprendizagem sobre os conteúdos de biotecnologia, enfatizando os organismos geneticamente modificados e a importância do conteúdo para a formação cidadã dos estudantes."

Objetivo da Pesquisa:

"Objetivo Primário: Desenvolver uma sequência didática que possibilite o aprendizado do mecanismo da produção de organismos geneticamente modificados (OGMs) de forma a colaborar com a promoção do pensamento crítico do estudante."

"Objetivo Secundário: • Descobrir as percepções dos alunos a respeito do tema OGMs. • Levar os alunos a fazer uma análise crítica das informações obtidas através da mídia em geral, estimulando-os a exporem suas ideias, interesses, dúvidas e sugestões. • Ajudar na reflexão da finalidade dos OGMs para os seres humanos. • Contribuir como entendimento dos métodos de produção de OGM, por meio da elaboração de questões e hipóteses pelos estudantes, utilizando

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.482.248

como modelo a produção da insulina humana pelas bactérias *Escherichia coli* em laboratório. • Colocar em debate as questões éticas associadas à aplicação dos OGMs e fazer com que o aluno se posicione e discuta o tema.".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

"Os riscos envolvidos nesta pesquisa são classificados como mínimos, uma vez que são os mesmos de uma aula convencional. A professora mediadora estará vigilante e proporcionará ambiente cortês para a exposição de opiniões e liberdade caso o aluno prefira não emitir opinião, a coleta e análise dos dados serão feitas de maneira sigilosa a fim de se evitar exposição do aluno. Será garantida também a não violação e a integridade dos documentos entregues pelos alunos e aqueles registrados pela pesquisadora durante o andamento das aulas. As atividades propostas contribuirão para que os alunos alcancem a percepção de que a produção científica pode ter impacto direto sobre suas vidas e que aspectos da biologia, aparentemente distantes do senso comum, não estão restritos aos laboratórios de pesquisa, mas que ultrapassam essa fronteira e se representam de diversas formas em seu cotidiano, podendo impactar suas vidas e suas escolhas. A maneira com que o tema será abordado contribuirá também para que o estudante seja protagonista na relação ensino - aprendizagem e havendo contribuição para a formação do senso crítico, possibilitando a formação de cidadãos conscientes, protagonistas de suas próprias vidas.".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.482.248

do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a,b,d,e,f,g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPEs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: fevereiro de 2022.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1662866.pdf	19/12/2020 09:55:49		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_.docx	19/12/2020 09:53:29	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_data.pdf	28/11/2020 16:36:29	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito
Outros	Questionario.docx	24/11/2020 13:31:10	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.482.248

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Assentimento.doc	24/11/2020 13:30:14	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Responsaveis.doc	24/11/2020 13:29:55	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Duarte_de_Abreu.pdf	24/11/2020 13:27:15	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Avaliação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 22 de Dezembro de 2020

**Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))**

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br

ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: O ensino da biotecnologia na educação básica e a formação do senso crítico: uma sequência didática sobre organismos geneticamente modificados

Pesquisador: Michele Munk Pereira

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 40555120.7.0000.5147

Instituição Proponente: Universidade Federal de Juiz de Fora UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.743.444

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa. "A seguinte proposta de intervenção será realizada na Escola Estadual Duarte de Abreu, em Juiz de Fora,- MG. Os estudantes incluídos no projeto serão da turma do terceiro ano do Ensino Médio totalizando aproximadamente 50 estudantes. As atividades propostas colocarão o estudante como protagonista da sua própria aprendizagem sobre os conteúdos de biotecnologia, enfatizando os organismos geneticamente modificados e a importância do conteúdo para a formação cidadã dos estudantes. A pesquisa a ser realizada apresentará caráter descritivo através da pesquisa - ação e metodologias ativas. Será aplicada uma sequência didática de forma remota, utilizando-se as seguintes plataformas: Google Meet, Google Classroom, Google Forms, aplicativo Whatsapp e e-mail. A sequência didática apresentará as seguintes etapas: (i) Aplicação do questionário diagnóstico, que será respondido pelo aluno por meio de formulário online, cujo link para acesso será disponibilizado na plataforma Google Classroom; (ii) Exibição de vídeos, imagens e trechos de textos, que exibam informações falsas e verdadeiras acerca dos OGMs, com análise simultânea dos alunos sobre a veracidade das informações e discussão guiada. Esta aula será realizada sincronamente por meio da plataforma Google Meet; (iii) Pesquisa guiada com discussão mediada de forma síncrona, fazendo uso da plataforma Google Meet; (iv) Oficina de simulação da produção de DNA recombinante realizada individualmente pelos estudantes e apresentada à turma

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.743.444

por meio da plataforma Google Meet; (v) Realização de júri simulado, utilizando-se para tal a plataforma Google Meet; (vi) Oficina de produção de textos e podcast. O material utilizado como embasamento será enviado aos estudantes por meio da plataforma Google Classroom e também pelo grupo da turma no aplicativo Whatsapp; (vii) Avaliação do aprendizado com reaplicação do questionário inicial, aplicação de avaliação bimestral convencional, que ocorrerão utilizando-se formulários online, avaliação dos textos, que serão enviados à professora via e-mail e dos podcasts produzidos e postados em plataforma específica, além da avaliação da participação dos alunos em todas as etapas realizadas." Apresentação do projeto está clara, detalhada de forma objetiva, descreve as bases científicas que justificam o estudo, estando de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, item III.

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver uma sequência didática que possibilite o aprendizado do mecanismo da produção de organismos geneticamente modificados (OGMs) de forma a colaborar com a promoção do pensamento crítico do estudante. Objetivo secundário: 1) Descobrir as percepções dos alunos a respeito do tema OGMs. 2) Levar os alunos a fazer uma análise crítica das informações obtidas através da mídia em geral, estimulando-os a exporem suas ideias, interesses, dúvidas e sugestões; 3) Ajudar na reflexão da finalidade dos OGMs para os seres humanos; 4) Contribuir como entendimento dos métodos de produção de OGM, por meio da elaboração de questões e hipóteses pelos estudantes, utilizando como modelo a produção da insulina humana pelas bactérias *Escherichia coli* em laboratório; 5) Colocar em debate as questões éticas associadas à aplicação dos OGMs e fazer com que o aluno se posicione e discuta o tema.

Os Objetivos da pesquisa estão claros bem delineados, apresenta clareza e compatibilidade com a proposta, tendo adequação da metodologia aos objetivos pretendido, de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013, item 3.4.1 - 4.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos envolvidos nesta pesquisa são classificados como mínimos, assemelhando-se aos de uma aula convencional presencial, visto que as plataformas online a serem utilizadas, permitem acesso apenas mediante utilização de e-mail institucional, tanto pela professora quanto pelos alunos. Os e-mails institucionais foram fornecidos pela Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais. Além disso, a professora mediadora estará vigilante e proporcionará ambiente cortês para a exposição de opiniões e liberdade caso o aluno prefira não emitir opinião, a coleta e análise dos dados serão feitas de maneira sigilosa a fim de se evitar exposição do aluno. Será garantida também a não violação e a integridade dos documentos entregues pelos alunos e aqueles

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N	CEP: 36.036-900
Bairro: SAO PEDRO	
UF: MG	Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788	Fax: (32)1102-3788
	E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.743.444

registrados pela pesquisadora durante o andamento das aulas.

Benefícios: As atividades propostas contribuirão para que os alunos alcancem a percepção de que a produção científica pode ter impacto direto sobre suas vidas e que aspectos da biologia, aparentemente distantes do senso comum, não estão restritos aos laboratórios de pesquisa, mas que ultrapassam essa fronteira e se representam de diversas formas em seu cotidiano, podendo impactar suas vidas e suas escolhas. A maneira com que o tema será abordado contribuirá também para que o estudante seja protagonista na relação ensino - aprendizagem e havendo contribuição para a formação do senso crítico, possibilitando a formação de cidadãos conscientes, protagonistas de suas próprias vidas.

Riscos e benefícios descritos em conformidade com a natureza e propósitos da pesquisa. O risco que o projeto apresenta é caracterizado como risco mínimo e benefícios esperados estão adequadamente descritos. A avaliação dos Riscos e Benefícios está de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, itens III; III.2 e V.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisadora solicita emenda, pois em virtude da impossibilidade de aplicação presencial da sequência didática proposta, foram feitas modificações no projeto para a aplicação remota da mesma. Houve alterações nos campos metodologia proposta, critérios de inclusão, riscos, intervenções a serem realizadas, cronograma de execução, termo de assentimento livre e esclarecido e termo de consentimento livre e esclarecido/responsáveis. A emenda está bem estruturada, delineada e fundamentada, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (assentimento e dos responsáveis) em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.743.444

sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, ressarcimento com as despesas, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a,b,d,e,f,g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPEs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, a emenda ao projeto está aprovada, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: Fevereiro de 2022.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO a emenda ao protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_174228_7_E1.pdf	25/04/2021 14:35:20		Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_4482248.pdf	25/04/2021 14:23:49	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	Assentimento.doc	25/04/2021 14:22:49	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.743.444

Justificativa de Ausência	Assentimento.doc	25/04/2021 14:22:49	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Responsaveis.doc	25/04/2021 14:21:34	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_.docx	25/04/2021 13:41:53	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_data.pdf	28/11/2020 16:36:29	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito
Outros	Questionario.docx	24/11/2020 13:31:10	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Duarte_de_Abreu.pdf	24/11/2020 13:27:15	ALINE DIAS DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 28 de Maio de 2021

Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER SN
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32) 2102-3788 **Fax:** (32) 1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br

ANEXO C - DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DA ESCOLA**DECLARAÇÃO**

Eu Flávia Letícia Lemos Correa Reis, na qualidade de responsável pela Escola Estadual Duarte De Abreu, autorizo a realização de a pesquisa intitulada "O ensino da biotecnologia na educação básica e a formação do senso crítico: uma sequência didática sobre organismos geneticamente modificados" a ser conduzida sob a responsabilidade das pesquisadoras Profa. Dra. Michele Munk Pereira e Profa. Aline Dias de Souza, e DECLARO que esta instituição apresenta infraestrutura necessária à realização da referida pesquisa. Esta declaração é válida apenas no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética da UFJF para a referida pesquisa.

Juiz de Fora, 24 de novembro de 2020.

ASSINATURA

Flávia Letícia Lemos Correa Reis

(carimbo da Instituição)



Flávia Letícia L. C. Reis
VICE-DIRETORA
MASP 1100808-3
MG PUBL. 29/06/2019 PG 97

ANEXO D - LINKS COM TEXTOS UTILIZADOS

<https://cienciahoje.org.br/coluna/o-supersalmao/>

<https://revistapesquisa.fapesp.br/polemica-no-ar-de-jacobina/>

<https://revistapesquisa.fapesp.br/contra-as-pragas-da-citricultura/>

<https://revistapesquisa.fapesp.br/ovos-de-galinha-transgenica-para-doenca-rara/>

<https://revistapesquisa.fapesp.br/transformacao-da-cor/>

https://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2006/01/060112_taiwanporcosfosforentes

ebc