

O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Uma abordagem investigativa
para o ensino dos transgênicos

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

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

O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA O
ENSINO DE TRANSGÊNICOS

1ª Edição

Governador Valadares
Ed. dos Autores
2023

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

U86

O uso de tecnologias digitais para promoção da alfabetização científica [recurso eletrônico] : uma abordagem investigativa para o ensino dos transgênicos / Amanda Oliveira Santos ... [et al.]. - 1. ed. - Governador Valadares: Ed. dos Autores, 2023.
94 f. : il.

ISBN 978-65-00-68127-7

I. Santos, Amanda Oliveira 1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Alimentos geneticamente modificados. 3. Alimentos – Biotecnologia. 4. DNA recombinante.

CDU 57(07)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca UFJF/GV

QUEM SOMOS

AMANDA OLIVEIRA SANTOS

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

BRUNO AUGUSTO MACIEL GUEDES

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

FRANÇOES SOARES SILVA

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

FABIO ALESSANDRO PIERI

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

AGRADECIMENTOS

Às instituições que colaboraram expressivamente para a construção deste material:



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

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

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

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

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

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

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

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

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

CONTEÚDO

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

1. PRINCIPAIS ASSUNTOS ENCONTRADOS NESTE E-BOOK

1.1 Alfabetização científica

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

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

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

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

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

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

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

Quadro 1: Indicadores de alfabetização científica.

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

Fonte: Corso (2015).

1.3 Como elaborar uma sequência investigativa?

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

Como formular um problema investigativo?

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

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

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

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

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

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

Como os estudantes formulam hipóteses?

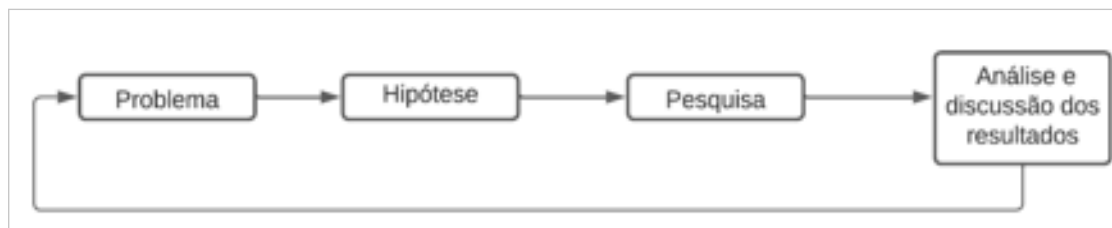
Através dos conhecimentos prévios irão elaborar uma ideia do que pode ser a resposta e devem argumentar e justificá-las (CARDODO; SCARPA, 2018). Mesmo que os estudantes não se baseiem em conhecimentos científicos para criar a hipótese, o professor deverá incentivá-los e deixar claro que as respostas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

Como os estudantes comprovam as hipóteses?

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

Como fazer a análise e discussão dos resultados?

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

Figura 1: Diagrama representando as etapas do ensino investigativo.**Como avaliar o estudante?**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fonte: Adaptado de Batista (2010).

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

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

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

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

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

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

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

Na EnCI e na ABP, o professor contextualiza o problema que se baseia em situações cotidianas. Porém, na EnCI, os estudantes emitem hipóteses e

depois testam se elas estão corretas ou não, baseando-se em evidências experimentais e na literatura. A PBL tem a finalidade de fazer com que os estudantes estudem o conteúdo quando criam objetivos de aprendizagem para resolver o problema. Principais diferenças entre EnCI e ABP estão apresentadas (Figura 2) a seguir:

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



Fonte: Zompero e colaboradores (2019).

3.

POR QUE O TEMA “TRANSGÊNICOS” GERA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?

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

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

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

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

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

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

4.

FORNECENDO INFORMAÇÕES SOBRE OS TÓPICOS APRESENTADOS NAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

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

TÍTULO: É o nome dado para a sequência didática.

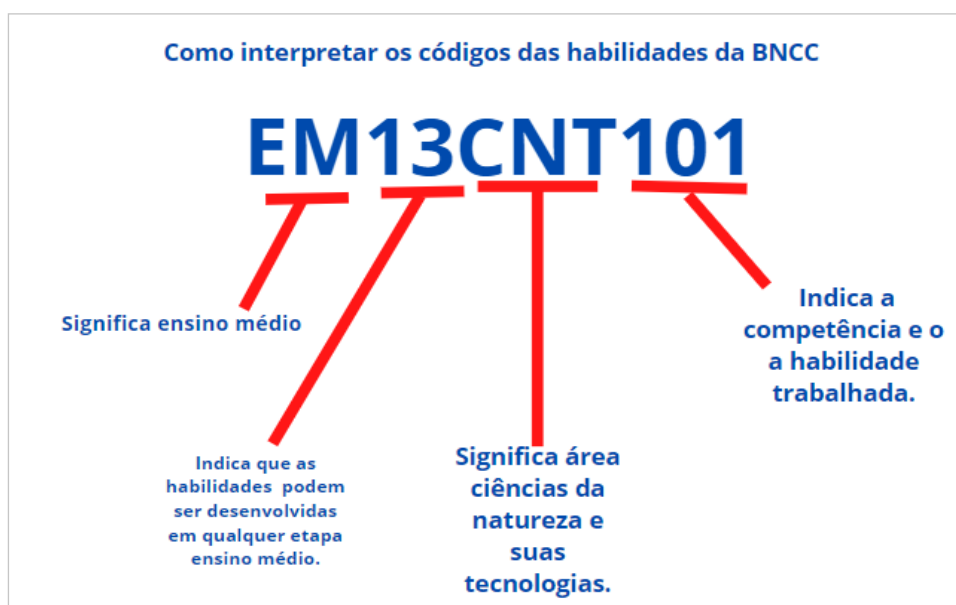
TEMA: É o assunto principal de cada sequência.

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

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

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

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

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

Fonte: Brasil (2018).

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

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

5.

COMO ENCONTRAR PRÁTICAS EPISTÊMICAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA?

O que são práticas epistêmicas?

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

DOMÍNIO CONCEITUAL: relacionado a explicações sobre o conteúdo abordado.

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

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

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

6.

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

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

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

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

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

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

7. COMO TRABALHAR OS TRANSGÊNICOS DE FORMA INTERDISCIPLINAR?

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

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

8. COMO CRIAR UM MURAL NO APLICATIVO PADLET?

O que é Padlet?

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

1) Criando uma conta no aplicativo:

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

Figura 4: Como se inscrever no Padlet.



2) Escolha uma forma de inscrever-se

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

Figura 5: Como fazer o registro da conta.



3) Inscreva-se gratuitamente no plano Néon

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

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

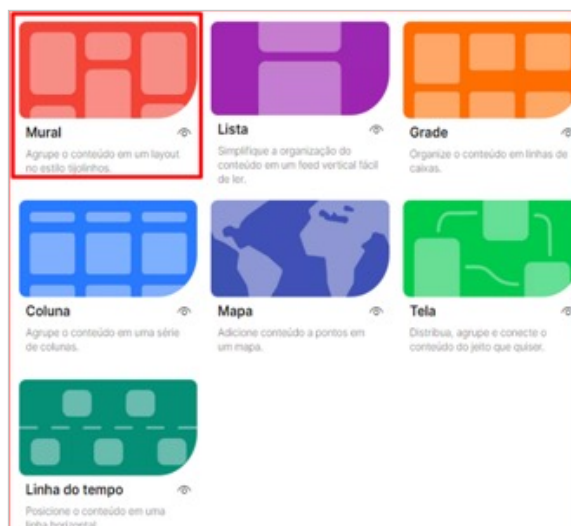


4) Como escolher layouts do Padlet

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

Figura 7: Como criar um Padlet.

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

Figura 8: Exemplos de layouts no Padlet.

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

5) Organizando o mural

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

Figura 9: Organizando o mural.

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

Figura 10: Como adicionar título e descrição ao Padlet.

The image shows a mobile application interface for editing a Padlet. At the top, there are three buttons: 'FECHAR' (Close) in red on the left, 'Modificar' (Edit) in black in the center, and 'SALVAR' (Save) in red on the right. Below the buttons, there are four main sections:

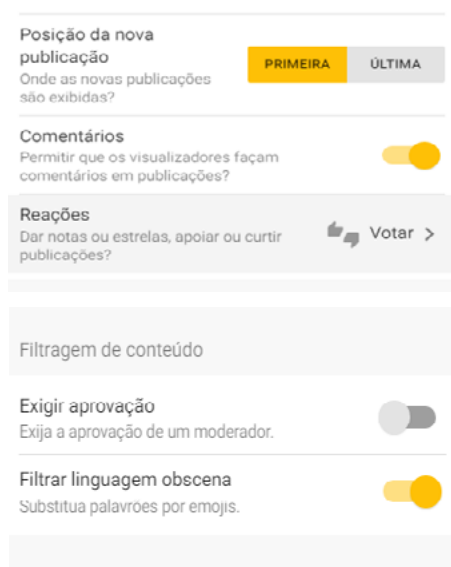
- Título:** A text input field containing the text 'Digite a pesquisa para confirmação ou refutar'.
- Descrição:** A text input field containing the text 'Criado com uma pitada de humor'. To the right of the text is a small blue double-slash icon.
- Ícone:** A section with a yellow smiley face emoji icon and a right-pointing arrow.
- Endereço:** A section with the text 'Link exclusivo para seu padlet.' followed by the URL 'padlet.com/amandaoliveirasantos1/'. Below this, there is a 'COPIAR P/ ÁREA TR.' button and a text field containing the alphanumeric string 'mc1yal2m4bqa4gxr'.

At the bottom of the screen, there is a section labeled 'Aparência' (Appearance).

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

Figura 11: Configurações para acesso ao Padlet.

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

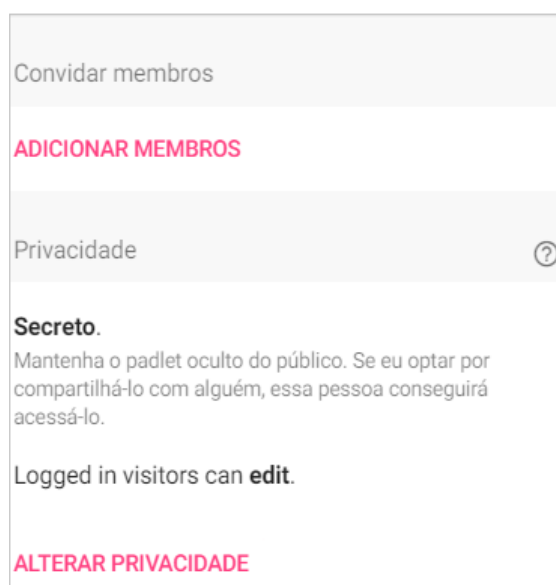
Figura 12: Configuração do Padlet para comentar, reação, e filtrar linguagem obscena.

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

Figura 13: Alterando a privacidade no Padlet 1.



Figura 14: Alterando a privacidade no Padlet 2.



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

9. COMO A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA ESTÁ ESTRUTURADA?

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

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

1ª ETAPA: Verificar os conhecimentos prévios.

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

2ª ETAPA: Contextualização e apresentação do problema.

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

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

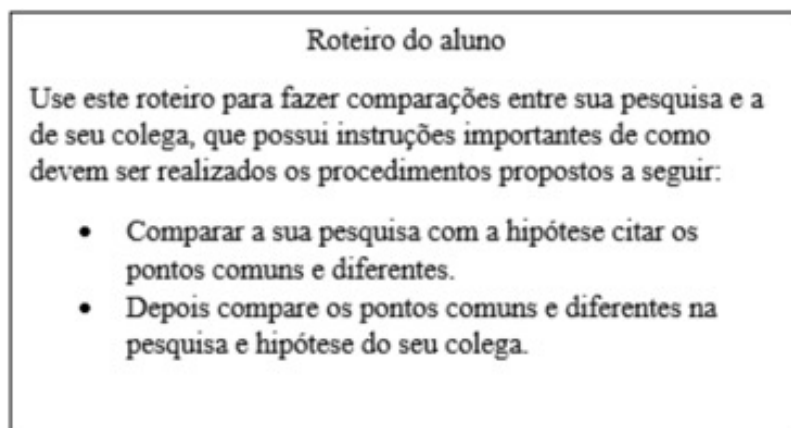
O problema e os conhecimentos prévios são ferramentas que os estudantes utilizam para elaborar hipótese. Assim, os estudantes irão transformar o conhecimento espontâneo em conhecimento científico. A contextualização serve para motivar os estudantes, pois aproxima o assunto à realidade na qual estão inseridos.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

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

Esta atividade é realizada em grupos de quatro a cinco estudantes. O professor pode sugerir material para os estudantes pesquisar ou verificar se as informações que os estudantes estão pesquisando são confiáveis. É o momento de juntar os dados da pesquisa para formular a explicação para confirmar ou refutar a hipótese. Em cada etapa desta sequência didática é

necessário fazer pesquisas no livro ou em sites sugeridos pelo professor. É possível publicar a hipótese com a pesquisa no Padlet. Com isso, é possível saber se estão relacionando a pesquisa com a hipótese. O roteiro apresentado abaixo (Figura 15) serve para nortear a pesquisa do estudante.

Figura 15: Roteiro do estudante para organizar a investigação.



Fonte: Adaptado de Oliveira (2019).

4ª ETAPA: Análise e discussão dos resultados.

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

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

5ª ETAPA: Divulgação de ideias.

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

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

6ª ETAPA: Avaliação.

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

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

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

2. Você acha válido que os professores adotem o ensino investigativo nas aulas?
 - a) Sim, pois permite debate entre grupos para construção do conhecimento.
 - b) Sim, pois é possível reconhecer onde está o erro e corrigir.
 - c) Sim, pois é mais interessante realizar essas atividades do que fazer prova.
 - d) Não, pois as atividades demoram muito tempo para serem realizadas.
 - e) Não, pois apenas poucos participantes do grupo fizeram as atividades.
 - f) Não, pois fiquei disperso, conversando outros assuntos não relacionados com o conteúdo.

3. Após estudar o assunto sobre transgênicos, você acha que ele é importante para o seu dia adia?
 - a) Sim, em todas as situações.
 - b) Na maioria das situações, mas não em todas.
 - c) Nem sempre.
 - d) Raramente, mas em alguma situação sim.
 - e) Não, em nenhuma situação.

4. Qual é a função de estudar transgênicos?
 - a) Incentivar outras pessoas a conhecer sobre transgênicos.
 - b) Cuidar da saúde.
 - c) Aumentar a quantidade e qualidade de produtos disponíveis no mercado.
 - d) Cuidar do meio ambiente.
 - e) Despertar o interesse dos estudantes do ensino médio para um tema que não faz parte do seu currículo.
 - f) Outras.

5. Caso tenha escolhido “Outras” na questão anterior, escreva as outras funções.

6. Relate sua experiência, ressaltando os pontos negativos e positivos para pesquisar em grupo sobre como transgênicos são produzidos.

7. Relate sua experiência e resalte os pontos negativos e positivos na atividade para criar um problema para produzir um transgênico como meio de intervenção (solução).

8. Qual atividade você ficou mais interessado? Por quê?

9. Assinale na lista abaixo palavras ou expressões que melhor representem seu sentimento pelas aulas e atividades sobre transgênicos:
 - a) Curiosidade
 - b) Aborrecimento
 - c) Sonolência
 - d) Interesse

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

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

2. Como criar questões utilizando o Kahoot?

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

- O professor deverá entrar no site www.kahoot.com/schools-u/. Depois, clicar em inscrever-se (Figura 16).

Figura 16: Inscrevendo-se no Kahoot.



- Para criar uma conta, inscreva-se com seu e-mail ou se possuir uma, é só clicar em uma das quatro opções selecionadas abaixo (Figura 17).

Figura 17: Como registrar uma conta no Kahoot.

Crie uma conta

Inscreva-se com seu e-mail

E mail

Senha

Quero receber informações, ofertas, recomendações e atualizações do Kahoot!

ou

Já tem uma conta? [Fazer login](#)

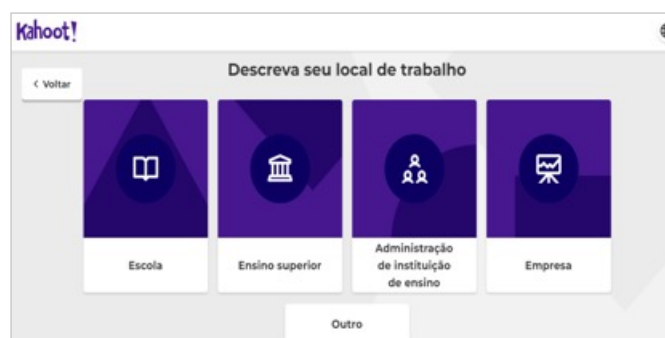
Ao se inscrever, você aceita nossos [Termos e Condições](#), [Leia nossa Política de Privacidade](#) e a [Política de Privacidade das Crianças](#).

- Escolha o tipo de conta e o local de trabalho (Figuras 18 e 19).

Figura 18: Escolha o tipo de conta.

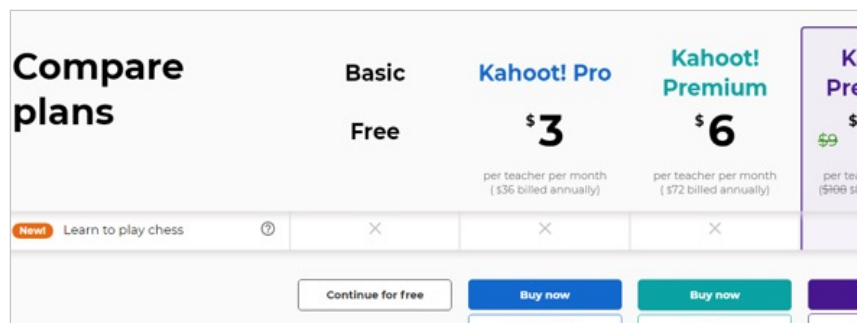


Figura 19: Descreva o local de trabalho.



- Selecione a opção “continue for free” (Figura 20).

Figura 20: Selecione a opção “continue for free”.



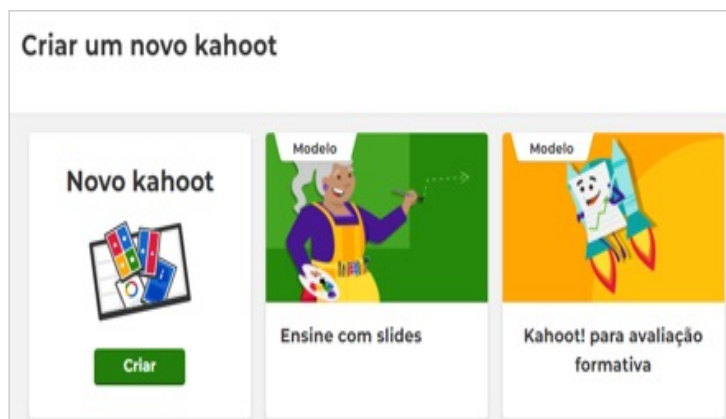
- Selecione a opção “Criar” e depois “Kahoot” (Figura 21).

Figura 21: Criando questões no Kahoot.



- Selecione a opção “Kahoot para avaliação formativa” (Figura 22).

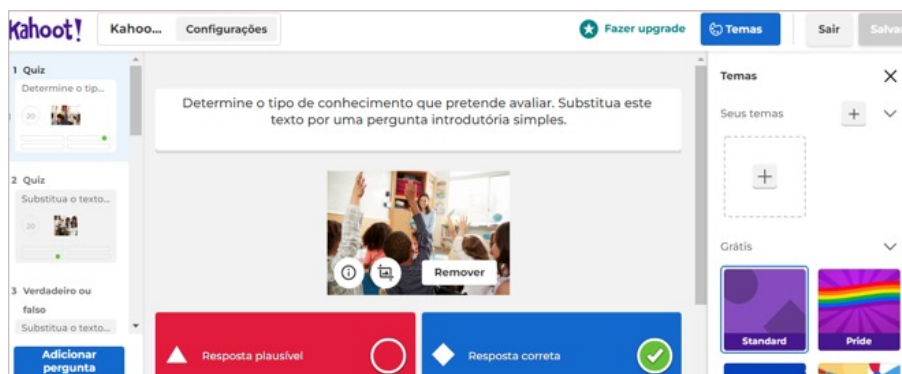
Figura 22: Elaborando uma avaliação formativa.



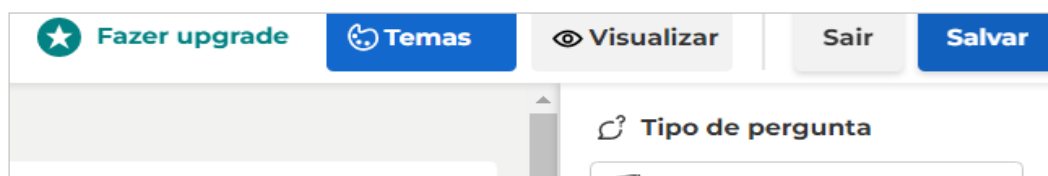
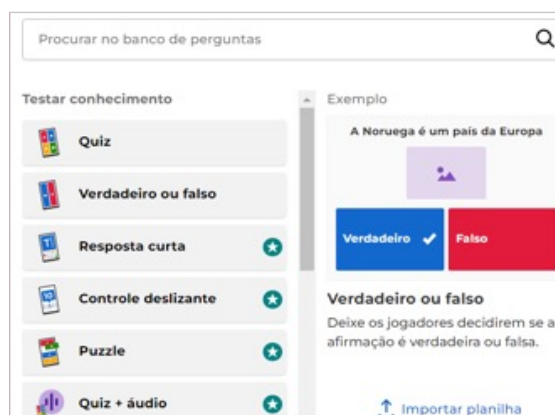
- Saindo da opção “temas”, do lado direito tem o limite de tempo que os estudantes gastariam para responder à questão, o limite padrão é 20 segundos, porém dependendo do tamanho da questão, o professor pode selecionar um tempo maior (Figura 23).

Figura 23: Como adicionar limite de tempo na questão do Kahoot.

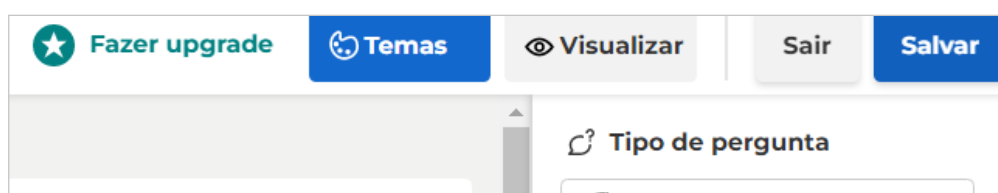
- Agora é só digitar a pergunta em cima no espaço em branco e as alternativas em baixo conforme apresentado na figura. A resposta correta você deve deixar selecionada.

Figura 24: Escrevendo as questões no Kahoot.

- Você pode adicionar quantas perguntas quiser, basta ir em adicionar perguntas, porém no plano grátis tem apenas a opção QUIZ e Verdadeiro ou Falso (Figura 25)

**Figura 25:** Opções no Kahoot para testar o conhecimento.

- Quando terminar de fazer o QUIZ, você deve salvá-lo para utilizar depois em outro momento (Figura 26).

Figura 26: Como salvar o QUIZ elaborado.

- Quando clicar em salvar aparece as opções de inserir títulos e descrição (Figura 27).

Figura 27: Inserindo título e descrição no QUIZ elaborado no Kahoot.

Adicionando os toques finais!

Insira um título e uma descrição para seu kahoot.

Título

Inserir título do kahoot... 95

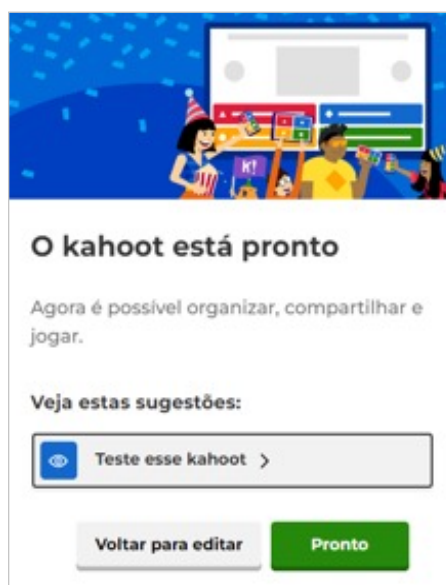
Um título descritivo indicará aos jogadores sobre o que é seu kahoot.

Descrição (Opcional)

500

Cancelar Continuar

- Quando você inserir título e a descrição (opcional) e clicar em continuar, selecione a opção “Teste este Kahoot”, assim você consegue verificar se errou no tempo para responder à questão ou se tem até mesmo erros na ortografia (Figura 28).

Figura 28: Testando o QUIZ.

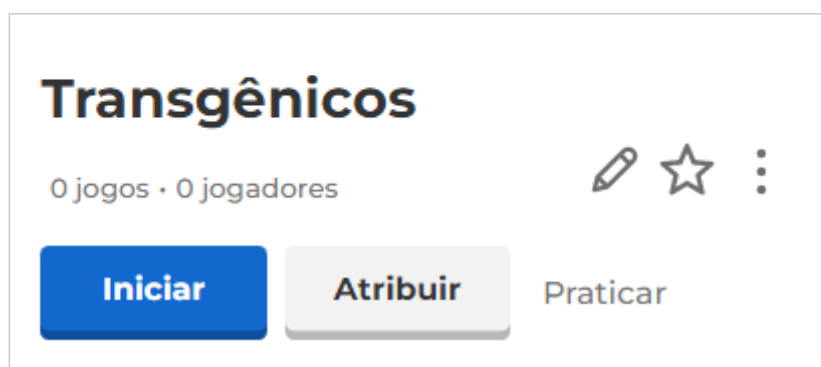
- O modo “Teste este Kahoot” mostra como você verá o jogo na hora da rodada e o estudante. No caso, você compartilha o link com os estudantes e fornece para eles o número do PIN. Não é necessário que os estudantes e o professor instalem nenhum aplicativo. A imagem à direita é como você irá ver o jogo e à esquerda; os estudantes (Figura 29).

Figura 29: Imagem mostrando como é visualizado o jogo pelo professor (direita) e pelo estudante (esquerda).



Para iniciar o jogo de forma real, clique em iniciar. Se quiser modificar alguma coisa no QUIZ, a canetinha do lado apresenta essa função (Figura 30).

Figura 30: Iniciando o QUIZ de forma real.



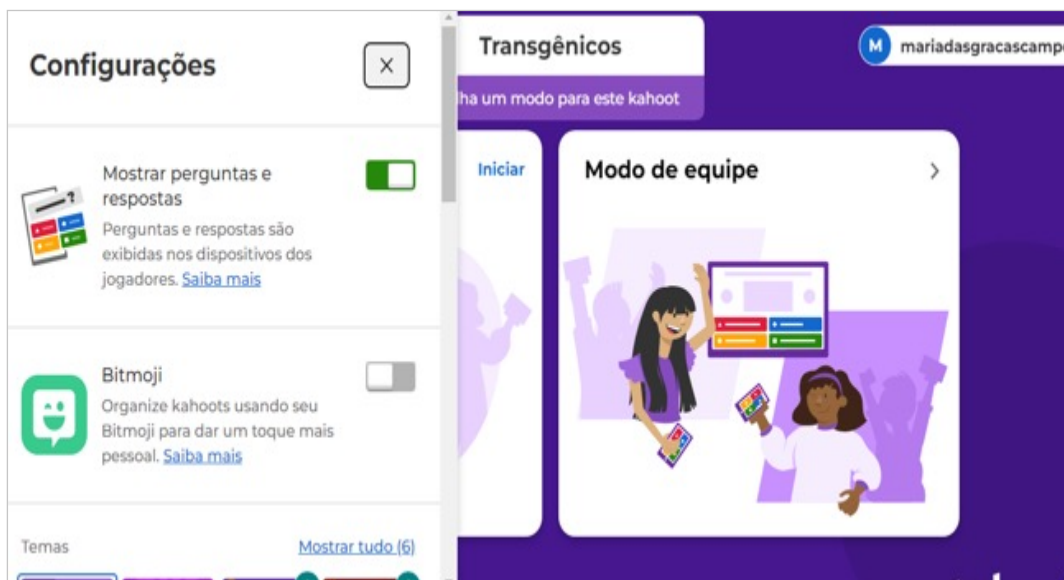
- Depois, você pode clicar em modo clássico caso queira que o estudante jogue individualmente (Figura 31).

Figura 31: Selecionando a opção para os estudantes jogarem individualmente.



- É interessante deixar selecionado “mostrar perguntas e respostas”, assim os estudantes conseguem ver as perguntas na hora do jogo (Figura 32).

Figura 32: Deixando visível perguntas e respostas para os estudantes.

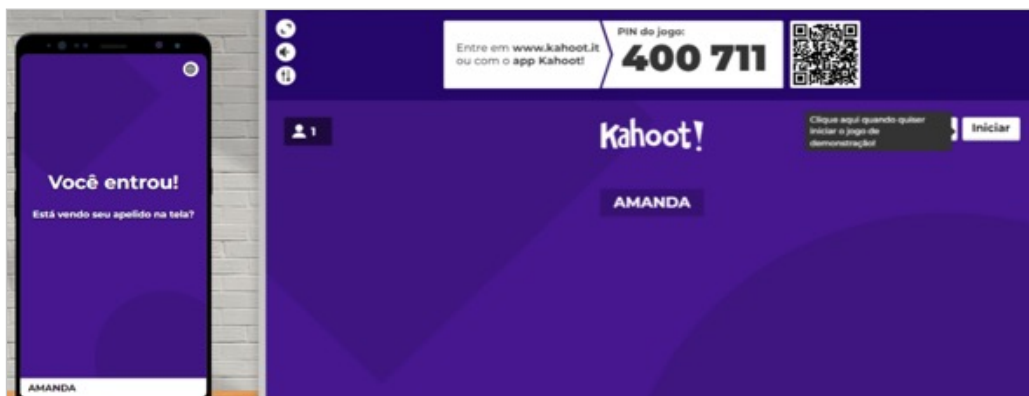


- Mande o link <https://kahoot.it/> e o número do PIN aparecerá na hora do jogo. O estudante deve digitar o apelido e depois clicar em “OK vamos lá!” (Figura 33).

Figura 33: A forma como os estudantes entrarão no jogo.



- Quando o estudante entra, aparece para você que ele entrou em tempo real. Depois, clique em “iniciar” (Figura 34).

Figura 34: Como saber que o estudante entrou no jogo.

2.1 Questões que podem ser utilizadas no Kahoot

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

1. Quais das frases abaixo melhor explicam o que são transgênicos?
 - a) **É um organismo que recebeu um gene de outro organismo de espécie diferente;**
 - b) A mula é um exemplo de transgênico;
 - c) Enxerto de limão e laranja é um transgênico;
 - d) É um organismo que recebeu um gene de outro organismo da mesma espécie.

2. Verdadeiro ou falso:
 - a) A função do DNA é transmitir informação genética. **(Verdadeiro)**

3. Todas são técnicas para produção de transgênicos, exceto:
 - a) Transformação por eletroporação;
 - b) Técnica do DNA recombinante;
 - c) Biopalística;
 - d) Enxertia.**

4. Como podemos chamar as características observáveis de um organismo?
 - a) Genótipo;
 - b) Fenótipo;**
 - c) Transgêne;
 - d) Cromossomo.

5. Quais destas etapas não faz parte da técnica do DNA recombinante?
 - a) Isolar o gene de interesse;
 - b) Separar o gene do vetor;**
 - c) Transformação;
 - d) Seleção dos clones recombinantes.

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

Sugestões de leitura:

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

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

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

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

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

1ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

TÍTULO: Identificando a vantagem e desvantagem dos transgênicos.

TEMA: Transgênicos.

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

CONHECIMENTOS PRÉVIOS: Não são necessários conhecimentos prévios.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1**
 - **HABILIDADE EM13CNT104:** Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
 - **HABILIDADE EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
 - **HABILIDADE EM13CNT303:** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:

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

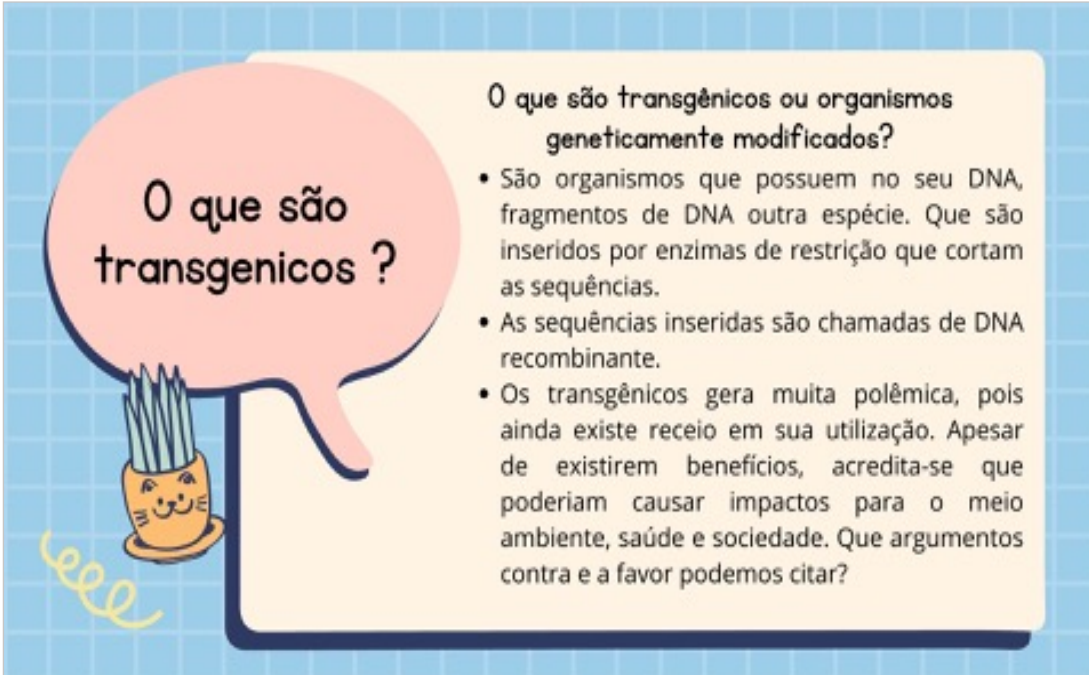
Tempo previsto: 2 aulas.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

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

Figura 35: O que são transgênicos ou organismos geneticamente modificados?



O que são transgênicos ?

O que são transgênicos ou organismos geneticamente modificados?

- São organismos que possuem no seu DNA, fragmentos de DNA outra espécie. Que são inseridos por enzimas de restrição que cortam as sequências.
- As sequências inseridas são chamadas de DNA recombinante.
- Os transgênicos gera muita polêmica, pois ainda existe receio em sua utilização. Apesar de existirem benefícios, acredita-se que poderiam causar impactos para o meio ambiente, saúde e sociedade. Que argumentos contra e a favor podemos citar?

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

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

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

- Meio ambiente
- Saúde
- Sociedade
- Ciência

3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

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

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

Objetivo: Desenvolver opiniões sobre o uso dos transgênicos.

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

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

acordo.

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

Como começar a abertura do julgamento?

O juiz começará desta forma:

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

Sugestões de leituras:

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

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

IDEC. Transgênicos: Feche a boca e abra os olhos. [s.l.].2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/32761/1/MONOGRAFIA%20formata%c3%a7%c3%a3o%20reposit%c3%b3rio-Nat%c3%a1lia%20-%20final%20pdfa.pdf>. Acesso em 15 jul.2022.

2ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

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

TEMA: Alimentos transgênicos, orgânicos e convencionais.

OBJETIVO: Aprender sobre alimentos orgânicos, transgênicos e convencionais.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS: Não são necessários conhecimentos prévios.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1**
 - **HABILIDADE EM13CNT104:** Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.
- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
 - **HABILIDADE EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- **DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:**
 - **DOMÍNIO CONCEITUAL:** Impactos e benefícios dos alimentos orgânicos, transgênicos e convencionais.

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

Tempo previsto: 2 aulas.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

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

1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

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

Estudo de Caso

Escola: _____ Turma: ___ Idade: ___

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

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

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

humanos, não oferecem riscos à diversidade biológica, contudo possuem o custo muito alto. Como consumidor você optaria por comprar esse tipo de alimento no seu dia a dia? O que o Sr. Jeremias poderia fazer para aumentar a produtividade dos alimentos orgânicos? Elabore argumentos para defender sua hipótese.

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

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

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

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

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

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

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

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

3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.

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

Sugestões de leitura:

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

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

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

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

3ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

TÍTULO: A extração do DNA e os transgênicos.

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

CONHECIMENTOS PRÉVIOS: Não são necessários conhecimentos prévios.

COMPETÊNCIA E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
 - **HABILIDADE EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:

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

Tempo previsto: 2 aulas.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

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

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

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

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

MATERIAIS:

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

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

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO:

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

1) Onde está localizado o DNA dos transgênicos?

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

3) Por que foi necessária a utilização do detergente?

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

5) Como se caracteriza o DNA do experimento?

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

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

As hipóteses serão anotadas no Padlet.

Dicas e sugestões:

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

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

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

3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.

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

Sugestão de leitura:

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

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

Sugestão de material para aprofundamento do professor.

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

4ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

TÍTULO: Síntese de proteína e os transgênicos.

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

CONHECIMENTOS PRÉVIOS: Conhecimentos sobre o DNA, Transgênicos.

COMPETÊNCIA E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
- **HABILIDADE EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:

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

Tempo previsto: 2 aulas.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

Dicas e sugestões:

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

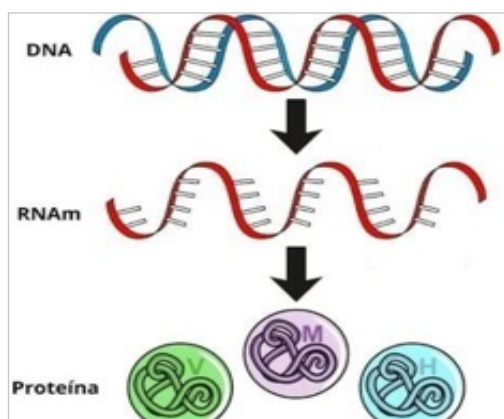
1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

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

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

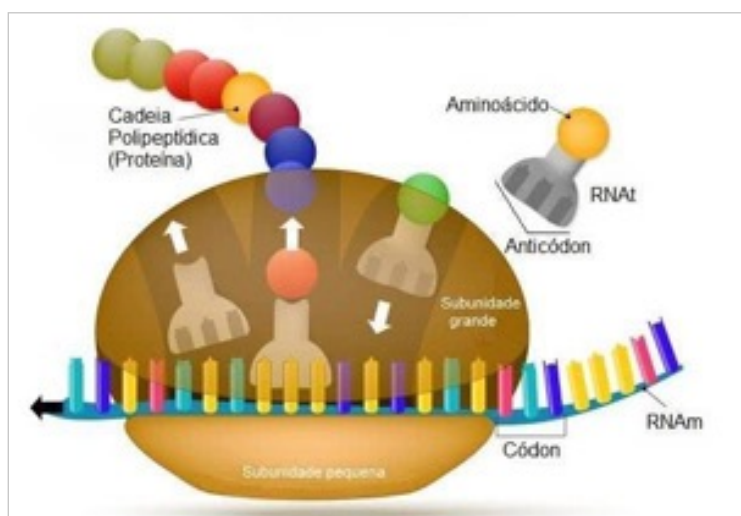
Depois, o professor irá publicar no Padlet as figuras 46 e 47 apresentadas a seguir demonstrando os processos de transcrição e tradução e os grupos irão escrever o que estão observando nas figuras e propor hipóteses.

Figura 36: Esquema representando o processo de formação do RNAm a partir do DNA e produção de proteína.



Fonte: Santos (2021).

Figura 37: Esquema representando a leitura do RNAm pelo ribossomo e a formação de proteína.



Fonte: Santos (2021).

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

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

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

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

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

Figura 38: Início da simulação expressão genética.

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

Clique na parte da simulação onde está escrito RNAm.

Figura 39: Parte da simulação que aumenta o fator de transcrição positivo.

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

3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.

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

Sugestões de leitura:

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

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

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

5ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

TÍTULO: Seleção natural e os transgênicos.

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

CONHECIMENTOS PRÉVIOS: Transgênicos.

COMPETÊNCIA E HABILIDADE DE ACORDO COM A BNCC:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
 - **HABILIDADE EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:

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

Tempo previsto: 2 aulas.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

Problema 1:

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

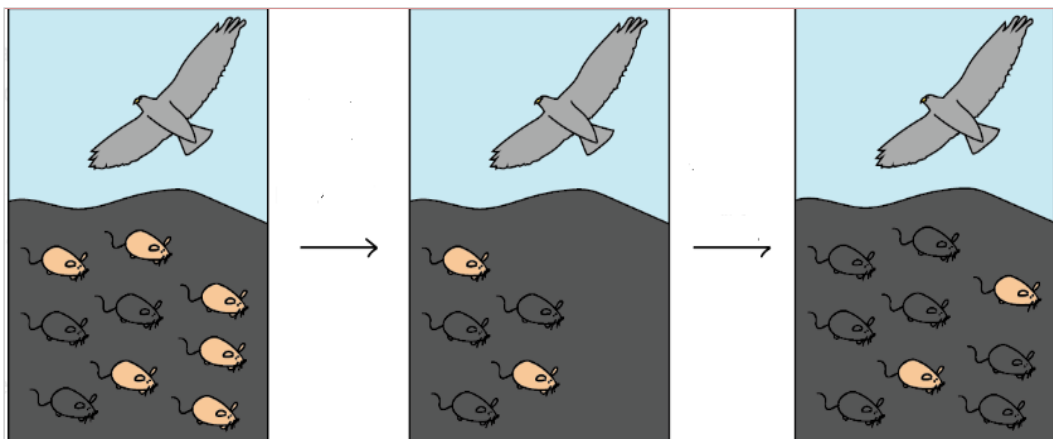
“Desde a década de 1990, cientistas alertavam que os insetos poderiam ficar resistentes aos transgênicos. Eles estavam certos. Quando foi introduzido, em 2003, o chamado milho BT parecia ser a resposta para todos os desejos dos fazendeiros. Isso porque, uma vez plantado, ele exigia bem menos agrotóxicos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

- Por que os insetos ficaram resistentes às plantas transgênicas?

Problema 2:

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

Figura 40: Esquema representando seleção natural: os ratos que conseguem se camuflar conseguem reproduzir e passar a característica para os descendentes.



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

As hipóteses dos dois problemas serão anotadas no Padlet.

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

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

Acesse o link: www.phet.colorado.edu/sims/html/natural-selection/latest/natural-selection_pt_BR.html.

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

3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

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

Sugestão de leitura:

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

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

6ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

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

TEMA: Seleção artificial e os transgênicos.

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

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

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
 - **HABILIDADE EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:

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

Tempo previsto: 2 aulas.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

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

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

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

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

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

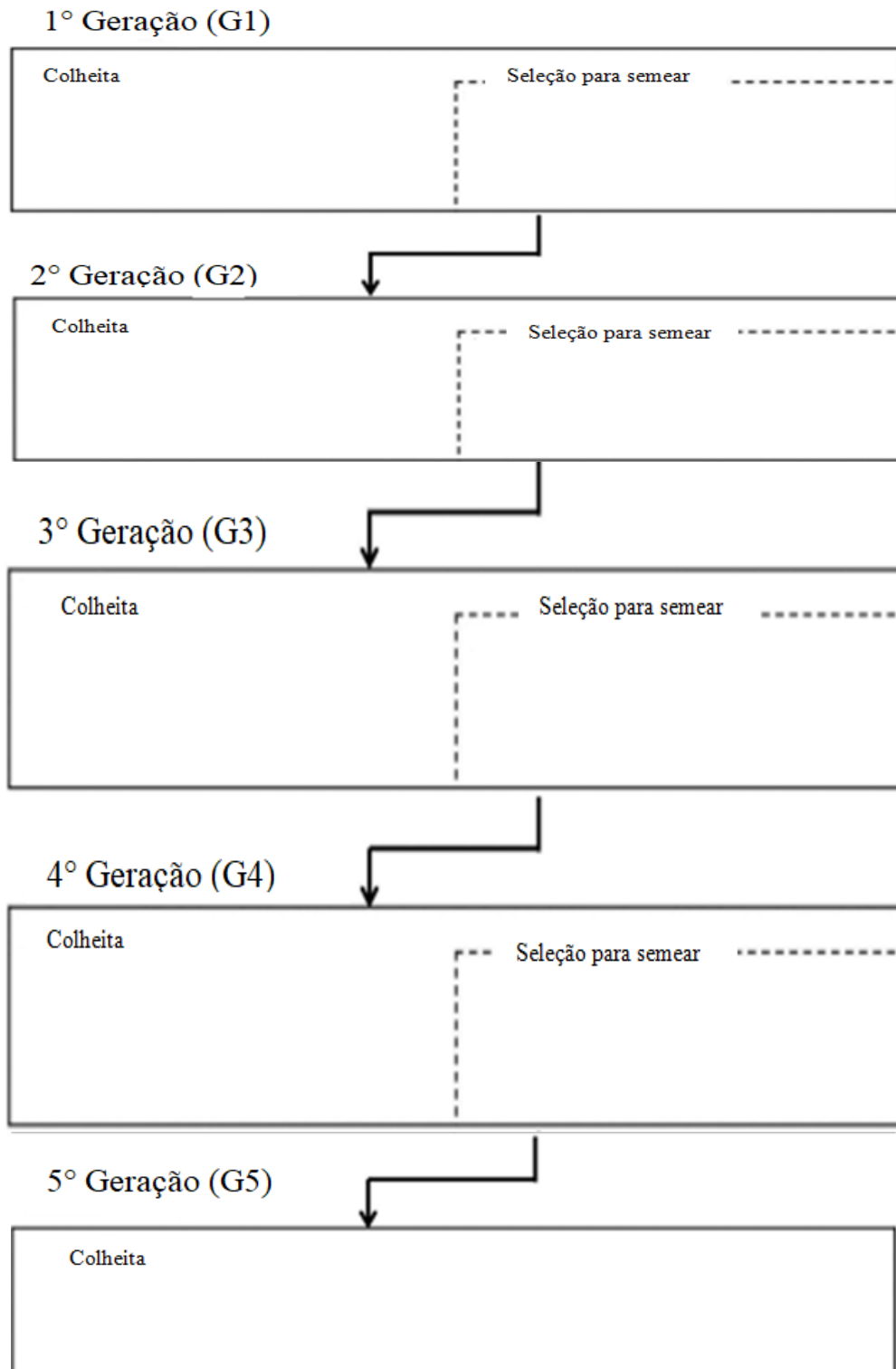
* espigas mutantes

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

Figura 41: Espiga de milho para imprimir.



Figura 42: Cartão dividido em cinco gerações.



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

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

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

- Por que o tamanho das espigas mudou nas gerações?

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

- Qual geração possui as melhores espigas de milho?

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

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

Espera-se que os alunos opinem sobre esta questão.

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

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

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

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

3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.

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

Sugestões de leitura

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

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

Para aprofundamento do professor:

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

7ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

TÍTULO: A técnica do DNA recombinante.

TEMA: DNA recombinante.

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

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

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
 - **HABILIDADE EM13CNT304:** Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:

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

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

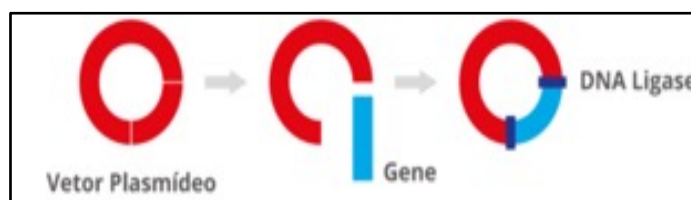
Tempo previsto: 2 aulas.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

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

Figura 43: Técnica do DNA recombinante.



Fonte: Modificado Kasvi (2017).

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

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

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

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

3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.

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

Dicas e sugestões:

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

Sugestões de leitura:

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

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

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

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

Figura 44: Atividade “ Como criar um DNA recombinante?”

Como criar um DNA recombinante?

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

MATERIAIS NECESSÁRIOS

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

PROCEDIMENTOS

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

Figura 45: Sequência de nucleotídeos reconhecida pela enzima EcoRI.



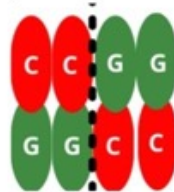
- Toda vez que aparecer esta sequência, você deve recortar na sequência que você elaborou.
- Em outra tira de papel, corte a sequência da enzima de restrição BamHI na sequência elaborada por você. De acordo com a figura 41 apresentada a seguir:

Figura 46: Sequência da enzima de restrição BamHI.



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

Figura 47: Sequência da enzima de restrição HaeIII



INTERPRETANDO OS RESULTADOS

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

Fonte: Mendonça (2013)

8ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

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

TEMA: Plantas e animais transgênicos e variabilidade genética.

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

CONHECIMENTOS PRÉVIOS: Variabilidade genética.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**
 - **HABILIDADE EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
 - **HABILIDADE EM13CNT303:** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:

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

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

Tempo previsto: 2 aulas.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

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

1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

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

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

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

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

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

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

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

Figura 48: Ratos transgênicos.



Fonte: Mendonça (2016)

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

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

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

3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.

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

Sugestões de leituras:

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

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

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

9ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

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

TEMA: Transgênicos e síntese de proteína.

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

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

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA: 3**
- **HABILIDADE EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:

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

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

Tempo previsto: 2 aulas de 50 minutos cada.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

O professor irá apresentar para os estudantes um questionário sobre os transgênicos apresentado na figura a seguir (Figura 49).

Figura 49: Questionário para verificar conhecimentos prévios sobre os transgênicos.

Questionário para verificar conhecimentos prévios sobre os transgênicos

- 1) Você sabe o que é transgênico?

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

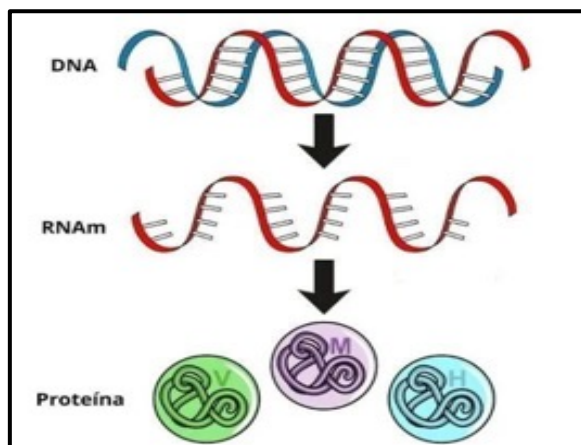
Apresente a figura abaixo (Figura 50) para contextualizar o assunto sobre transgênicos.

Figura 50: Símbolo utilizado em alimento.

Fonte: Torres (2005).

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

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

Figura 51: Representação esquemática da síntese de proteínas em células.

Fonte: Santos (2021).

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

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

Dicas e sugestões:

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

3ª ETAPA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

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

Dicas e sugestões:

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

Sugestões de leitura:

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

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

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

10ª SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

TÍTULO: Criando um podcast sobre os transgênicos.

TEMA: Transgênicos.

OBJETIVO: Criar um podcast.

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

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ACORDO COM A BNCC:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA: 3**
 - **HABILIDADE EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
 - **HABILIDADE EM13CNT302:** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.
 - **HABILIDADE EM13CNT303:** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das

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

- **HABILIDADE EM13CNT304:** Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

DOMÍNIO DAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS:

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

Tempo previsto: 2 aulas de 50 minutos cada.

Organização da turma: Grupos de 3 a 4 estudantes.

1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.

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

Figura 52 : Roteiro para os estudantes gravarem o podcast.

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

Fonte: Adaptado de Oliveira (2019).

Dicas e Sugestões:

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

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

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

3ª ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO.

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

Dicas e sugestões:

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

Sugestões de leitura:

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

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

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

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

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 19 jul.2022.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

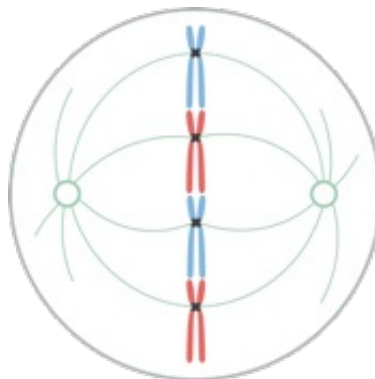
ZOMPERO, A.F.; ANDRADE, M.A.B.S.; MASTELARI, T.B.; VANGULA, E. Ensino por investigação e aproximações com a aprendizagem baseada em problemas. Debates em Educação, Alagoas, v.11, n.25, p.223-239, 2019.

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

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

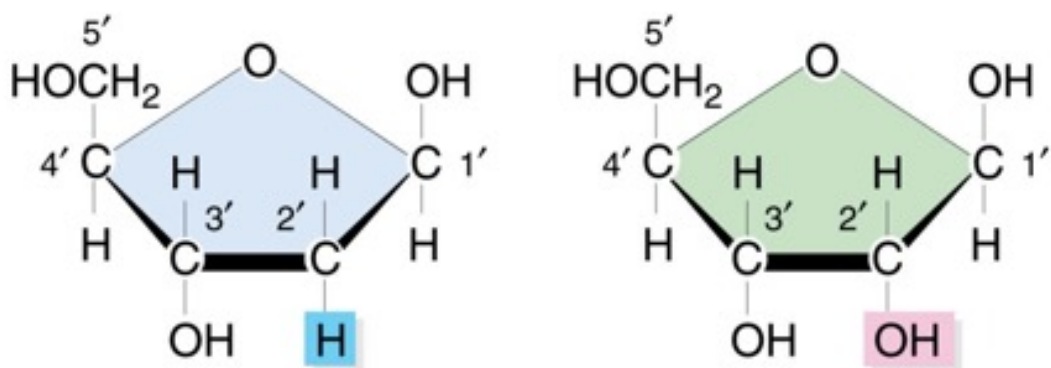
APÊNDICE 1

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



Resposta: Metáfase

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



Fonte: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/231ss1662/mod_resource/content/0/pdf_Apresent_14_Gr14.pdf

APÊNDICE 2

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

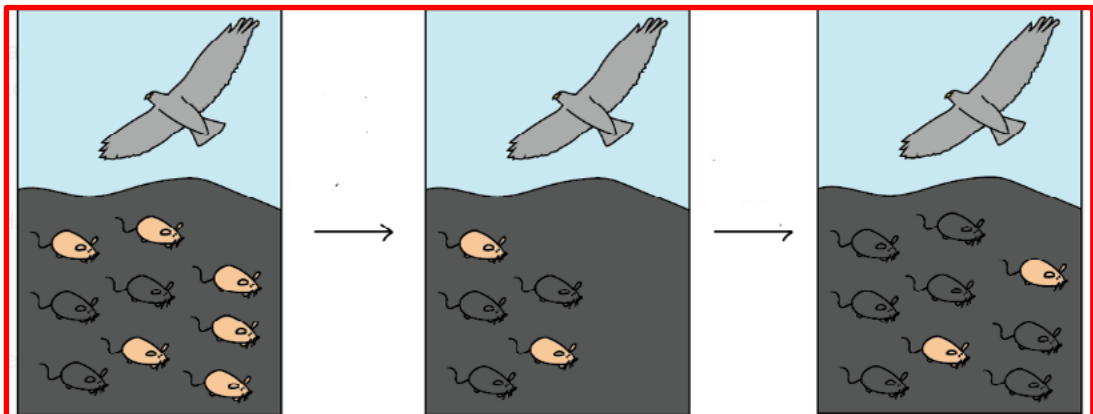
4. O transgêneo pode ser introduzido em uma célula eucariótica por uma variedade de técnicas, utilizado na engenharia genética. Quais são elas? Marque (V) verdadeiro ou (F) falso.
- a) (V) Transformação
 - b) (F) Conjugação
 - c) (V) Micro-injeção
 - d) (F) Infecção por protozoário
 - e) (V) Infecção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

APÊNDICE 3

1. Por que não é recomendado usar o mesmo tipo de antibiótico?
 - a) O antibiótico causa modificações no metabolismo das bactérias deixando-as mais resistentes.
 - b) Na necessidade de ficar resistentes, as bactérias desenvolveram mecanismos para sobreviver ao antibiótico.
 - c) A bactéria se acostuma com o antibiótico.
 - d) O antibiótico seleciona a população de bactérias que contém o gene que confere resistência para as bactérias.**

2. Qual das alternativas abaixo melhor explica a seleção natural?
 - a) Na necessidade de ficarem impermeáveis à água, a ave desenvolveu uma glândula capaz de produzir substâncias lipídicas.
 - b) Modificações que os indivíduos sofrem no meio que estão inseridos podem passar para os descendentes.
 - c) Aumento no número de gafanhotos resistentes a vários tipos de inseticidas.**
 - d) Os animais se transformam para se adequar no ambiente.

3. O que está sendo representado na figura a seguir?



Fonte: Khan Academy (2022).

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

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



Fonte: <http://ecologia.ib.usp.br/evosite/evo101/IIIE4Evochange.shtml>

9. Que tipo de mecanismo evolutivo está ocorrendo?

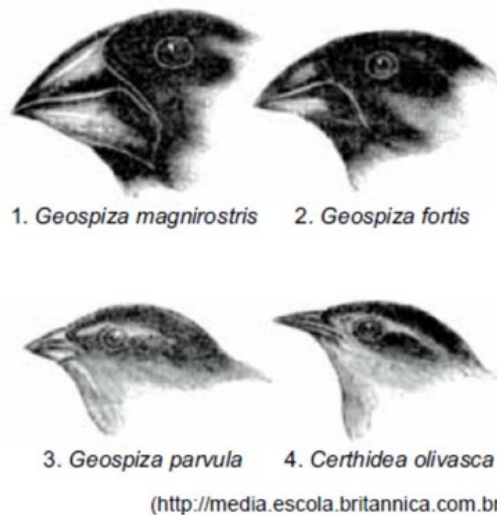
- a) Seleção natural
- b) Seleção artificial
- c) Migração
- d) Fluxo gênico

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

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

d) Variabilidade entre os indivíduos, reprodução diferenciada, hereditariedade.

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



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

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

12. Um exemplo clássico de adaptação são as mariposas brancas e pretas na cidade inglesa de Manchester que pousavam no tronco de uma árvore, porém com o passar do tempo, mariposas brancas foram diminuindo e passaram a predominar mariposas pretas que surgiram. Assinale a alternativa que explica o motivo desse acontecimento:
- a) Na necessidade de esconder de predadores, as mariposas ficaram escuras.
 - b) A cor escura do caule transferiu a cor para as mariposas brancas.
 - c) A poluição mudou o genótipo da mariposa fazendo com que ficasse escura.
 - d) As mariposas brancas conseguiam ser vistas por predadores no tronco escuro e passou a predominar as mariposas escuras.**

ISBN: 978-65-00-68127-7

CDL



9 786500 681277