

TRILHA DE APRENDIZAGEM

BIOTECNOLOGIA

INTRODUÇÃO

Prezado professor,

Esta Trilha de Aprendizagem tem como principal objetivo apresentar aos estudantes a importância da Biotecnologia para o desenvolvimento da humanidade, o entendimento sobre as aplicações das técnicas e os impactos decorrentes desta ciência na sociedade. A intenção é proporcionar aos estudantes a vivência da construção de conhecimentos científicos, a partir de uma sequência de etapas lógicas e ordenadas, por meio da observação de um fenômeno, tendo como premissas a tentativa e o erro. Assim, os estudantes compreenderão que dificuldades no processo são comuns e fazem parte do progresso científico.

A presente Trilha de Aprendizagem abordará questões relacionadas às práticas conscientes de aperfeiçoamento de técnicas de agricultura para a melhoria na produção de alimentos em diversos setores da indústria, bem como conhecimentos sobre Botânica e Genética, duas grandes áreas importantes da Biologia que formam a base dos diferentes tipos de Biotecnologia.

O percurso dessa Trilha consiste no aprofundamento de conceitos a respeito da Biotecnologia, da Botânica e da Genética com ênfase na Biotecnologia Verde, Cinza e Vermelha que tem como foco a agricultura, o ambiente e a saúde, respectivamente. Nesse sentido, os estudantes devem elaborar um projeto de iniciação científica partindo da seguinte pergunta:

Como vivenciar as etapas necessárias envolvidas no processo de construção de um conhecimento científico aplicado para o melhoramento de plantas? Considera-se aqui que tais etapas configuram como processo para resolução de problemas.

O projeto deverá conter introdução, objetivos, cronograma, metodologia, resultados e discussão.

Diante disso, qual metodologia para o melhoramento de plantas pode ser adaptada ao contexto escolar? Sugere-se nesta trilha que a vivência científica e a pesquisa se pautem na experimentação da Micropropagação vegetativa *in vitro*, sendo portanto o produto final esperado a ser produzido. Na impossibilidade da execução do experimento *in vitro* diante do contexto escolar, este documento apresenta uma outra possibilidade de estratégia que trará também bons resultados para a vivência científica.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

Esta Trilha de Aprendizagem está organizada em três seções temáticas, divididas por trimestres:

- **A Biotecnologia e o desenvolvimento da humanidade:** espera-se que os estudantes iniciem a escrita de um projeto de iniciação científica (introdução com a problematização e objetivos) sobre propagação vegetativa, aliado ao levantamento teórico sobre a Biotecnologia Verde e Cinza.
- **Biotecnologia ambiental:** espera-se que os estudantes façam o experimento da técnica de Micropropagação in vitro de plantas analisando fatores físico-químicos, tendo como base o estudo da Botânica, descrevendo a metodologia do projeto.
- **Biotecnologia aplicada:** espera-se que os estudantes analisem os resultados obtidos no experimento e finalizem o projeto de iniciação científica (resultados e discussão) relacionando com os conhecimentos da Genética, da Botânica e da Biotecnologia consolidados ao longo das seções temáticas.

PERCURSO TEMÁTICO

1º TRIMESTRE

**A BIOTECNOLOGIA E O
DESENVOLVIMENTO DA
HUMANIDADE**

**Eixo Estruturante
Investigação Científica**

2º TRIMESTRE

**BIOTECNOLOGIA
AMBIENTAL**

**Eixos Estruturantes
Processos Criativos e
Mediação e Intervenção
Sociocultural**

3º TRIMESTRE

**BIOTECNOLOGIA
APLICADA**

**Eixos Estruturantes
Empreendedorismo
Mediação e Investigação
Científica**

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

ORGANIZAÇÃO CURRICULAR

1º

TRIMESTRE

BIOTECNOLOGIA E O DESENVOLVIMENTO DA HUMANIDADE

EIXO ESTRUTURANTE: INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

HABILIDADES DO EIXO

(EMIFCG01) Identificar, selecionar, processar e analisar dados, fatos e evidências, com curiosidade, atenção, criticidade e ética, inclusive utilizando o apoio de tecnologias digitais.

(EMIFCG02) Posicionar-se com base em critérios científicos, éticos e estéticos, utilizando dados, fatos e evidências para respaldar conclusões, opiniões e argumentos, por meio de afirmações claras, ordenadas, coerentes e compreensíveis, sempre respeitando valores universais, como liberdade, democracia, justiça social, pluralidade, solidariedade e sustentabilidade.

(EMIFCG03) Utilizar informações, conhecimentos e ideias, resultantes de investigações científicas, para criar ou propor soluções para problemas diversos.

HABILIDADE DA ÁREA

(EMIFCNT03) Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a dinâmica dos fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM DOS TRIMESTRES

1 Compreender o conceito de Biotecnologia como uma construção humana, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade e reconhecendo os benefícios, limitações e questões éticas da engenharia genética.

2 Conhecer os tipos de Biotecnologia existentes e identificar a sua aplicabilidade das diferentes áreas em escalas regionais e/ou globais, compreendendo algumas técnicas de manipulação de organismos vivos para fabricar ou modificar produtos.

3 Identificar o grupo de plantas embriófitas a partir de suas características principais e diferenciar as suas estruturas principais que compõem a histologia e organologia vegetal, de forma a compreender o seu papel na dinâmica da vida na Terra.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- Compreensão sobre os mecanismos biomoleculares;
- Noções sobre a Teoria Celular;
- Fundamentos sobre a Biologia celular;
- Noções sobre divisão celular: Mitose e Meiose;
- Conhecimento sobre os tipos de transporte celular.

VAMOS CONHECER ESTRATÉGIAS DE ENSINO PARA CADA UM DOS OBJETIVOS

Objetivo de Aprendizagem	Objeto do Conhecimento	Sugestões de Conteúdos
1. Compreender o conceito de Biotecnologia como uma construção humana, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade e reconhecendo os benefícios, limitações e questões éticas da engenharia genética.	Biotecnologia.	Conceito de Biotecnologia. Pilares da Biotecnologia. Marcos da Biotecnologia. Sequenciamento de DNA.



PROBLEMATIZANDO

Estimado Professor!

A Biotecnologia é uma área que vem avançando rapidamente e representa um conjunto de procedimentos envolvendo a manipulação de organismos vivos para fabricar ou modificar produtos. Ela também busca formas de contribuir para amenizar ou até mesmo resolver problemas relacionados à saúde causados pela ação humana. De que forma pode-se estimular os estudantes com criticidade, ética, atenção e curiosidade a usarem os conhecimentos da Biotecnologia para mobilizar intencionalmente recursos criativos para resolver problemas ou demandas da sociedade? Veremos a seguir.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



ESTRATÉGIAS DE ENSINO

CONCEITO DE BIOTECNOLOGIA

Professor, de forma a explorar os conhecimentos dos estudantes, divida-os em grupos e peça para que eles realizem um brainstorming (tempestade de ideias) em uma folha de papel ou caderno, a respeito do que eles sabem sobre a Biotecnologia, com quais produtos e serviços que essa área contribui para o desenvolvimento humano. Em razão do avanço da ciência e tecnologia nos últimos anos, considerando a intensificação de pesquisas na área da agricultura e desenvolvimento de medicamentos, espera-se que os estudantes elenque produtos e serviços recentes, como por exemplo, vegetais transgênicos, variedade de produtos agrícolas, produção agrícola com maior qualidade, herbicidas mais eficazes, biofármacos, vacinas, antibióticos e entre outros. Estipule um tempo para a discussão dos grupos e elaboração do brainstorming. Solicite a eles que apresentem os seus resultados compartilhando os conhecimentos prévios que cada um possui sobre a temática.

Após a apresentação dos grupos, questione os estudantes:

A Biotecnologia é uma área nova na sociedade? A partir das respostas dos estudantes, comente que o termo é novo, porém a aplicação prática remonta desde a Antiguidade, como por exemplo, na fabricação de pães e vinhos, pois esses alimentos necessitam da fermentação de microrganismos. Então questione-os novamente perguntando:

Quais técnicas ou processos eram realizados há mais de 4000 anos e são utilizados até hoje na indústria alimentícia? Caso eles não saibam responder, deixe previamente preparado um material com a imagem de um pão e/ou vinho e mostre pra eles. Questione novamente:

Para fabricação desses produtos a Biotecnologia é necessária? O objetivo é que as perguntas direcionem os estudantes a concluir que o processo de fermentação é base para a Biotecnologia na produção de alimentos, chamada de Biotecnologia Industrial.

Nesse sentido, vale ressaltar para a turma que as experiências vividas pelo ser humano são capazes de fornecer hipóteses para pesquisas científicas e que ocorre naturalmente a integração do conhecimento popular e acadêmico por meio do incentivo à ciência.

MARCOS DA BIOTECNOLOGIA

Em um segundo momento, os mesmos grupos de estudantes devem elaborar a cronologia com os marcos da Biotecnologia por meio da pesquisa em sites confiáveis, como por exemplo:

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

CROPLIFE BRASIL

BIOTECHDOWN

Essas informações podem ser apresentadas na forma de painel, cartaz, infográfico ou em uma folha de sulfite considerando o período (ano) em que o acontecimento ocorreu.

A ciência pode ser analisada por diversos ângulos e, portanto, necessita de uma reflexão constante em busca de uma fundamentação crítica acerca dos conhecimentos obtidos e das práticas exercidas pela sociedade. Dessa maneira, a Bioética visa assegurar o estudo dos problemas e implicações morais que são despertados pelas pesquisas científicas em Biologia e na Medicina. Portanto, os estudantes além de elaborar a cronologia, devem levantar hipóteses para as possíveis questões éticas que envolveram o acontecimento elencado.

Essas hipóteses devem ser anotadas no painel e posteriormente investigadas em sites confiáveis, se houve refutação ou não das hipóteses geradas por eles anteriormente. Ao término da pesquisa, cada grupo deve apresentar os resultados obtidos quanto à Bioética envolvida na construção de conhecimentos acerca da Biotecnologia.

Proporcione espaço para que os estudantes se posicionem quanto aos aspectos levantados durante a exposição da pesquisa de modo a refletirem sobre as consequências da manipulação genética, positivas e negativas e as transformações que vêm ocorrendo na sociedade.

OUTRAS POSSIBILIDADES

Para discutir a Bioética, questione os estudantes:

Vocês gostam de ficção científica? Quais filmes ou séries desse gênero vocês se lembram ou já assistiram? A partir desse resgate inicial, exiba alguns trechos do filme "Planeta dos Macacos - a Origem", e fomente discussões posteriores, com base nas questões abaixo:

Quais são os limites éticos adotados quanto aos procedimentos abordados no filme?

O que vocês pensam sobre o uso de animais para experimentações científicas?

No filme a empresa de biotecnologia é apresentada como vilã. Devemos ver os avanços da ciência somente sob esta perspectiva?

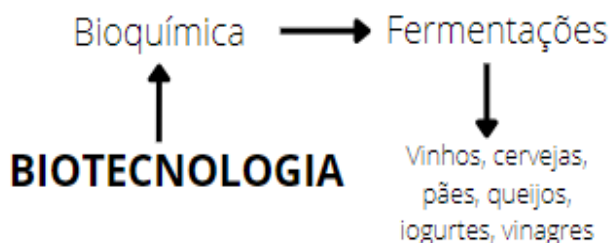
Para concluir a atividade, peça para que os estudantes façam a leitura do texto "Jurassic Park da vida real: podemos (e devemos) clonar nossas espécies extintas?." (Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino.**)

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

Os estudantes podem ser divididos em dois grupos, um que apoia a clonagem das espécies extintas e outro contrário, tendo a Bioética como foco da discussão.

Uma proposta para abordar a importância da Biotecnologia para a sociedade é solicitar que os estudantes elaborem um esquema ou mapa mental sobre os pilares dessa área, relacionando com as técnicas e os produtos de cada pilar, que são: Bioquímica, Biologia Celular, Biologia Molecular, Genética Molecular, Engenharia Genética, Microbiologia Agrícola, Fitopatologia, Biomedicina, Genética e Melhoramento, Engenharia Química.

O esquema pode ser realizado da seguinte forma:



RECURSOS DE APOIO PARA AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO

LEITURA



Jurassic Park da vida real: Podemos (e devemos) clonar nossas espécies extintas?

<https://tunesambiental.com/jurassic-park-da-vida-real-podemos-e-devemos-clonar-nossas-especies-extintas/>

Acesso em: 17/05/2022.



Biotecnologia: o que é e como ela ajuda a humanidade a se desenvolver

<https://croplifebrasil.org/conceitos/a-biotecnologia-e-o-desenvolvimento-da-humanidade/>

Acesso em: 17/05/2022.



CROPLIFE BRASIL.

<https://croplifebrasil.org/conceitos/a-biodiversidade-como-voce-nunca-viu/>

Acesso em: 17/05/2022.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



BIOTECHDOWN

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

Acesso em: 17/05/2022.

ESTUDANTE EM AÇÃO

- Produção de um brainstorming sobre "O que é Biotecnologia?"
- Elaboração de um painel com os marcos da Biotecnologia.
- Discussão sobre o papel da Bioética frente aos avanços da Biotecnologia.

EXIBIÇÃO DE VÍDEOS



Filme Planeta dos Macacos - A Origem 2011.

https://www.youtube.com/watch?v=_XVt_xEyya8

Acesso em: 17/05/2022.



O que é BIOTECNOLOGIA e o que ela pode fazer por nós?

<https://www.youtube.com/watch?v=A2kZr3GWeIM>

Acesso em: 17/05/2022.

AVALIAÇÃO

Como possibilidade para a avaliação, a atividade de apresentação oral com a cronologia dos marcos da Biotecnologia, pode ser considerada um instrumento avaliativo, para isso sugere-se a definição de critérios claros que podem ser desenvolvidos junto com os estudantes, tais como: desenvolvimento da atividade, conteúdos e pesquisa e tempo de estudo.

Nesse sentido, a avaliação por rubrica mostra a intencionalidade da atividade e o que se espera do estudante para o seu cumprimento. Segue um exemplo de uma rubrica para o critério desenvolvimento da atividade, que pode ser adaptado conforme os instrumentos avaliativos utilizados. A pontuação da atividade deve ser distribuída de acordo com o avanço nos níveis de aprendizagem estipulados.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

Níveis de desempenho	Pontuação	Critério: Desenvolvimento da atividade
Observador: prestou atenção nos encaminhamentos, porém se limitou a apenas a isso.	1 ponto	
Envolvido: leu e pesquisou sobre o assunto, participando das atividades estipuladas, mas não conseguiu priorizar o tempo para a realização das atividades.	3 pontos	
Atuante: leu e pesquisou sobre o assunto, sempre dialogando com os colegas do grupo e se inspirou em outras fontes de pesquisa, bem como planejou e organizou o tempo.	5 pontos	
Transformador: leu e pesquisou sobre o tema de forma reflexiva, relacionando com as suas práticas do dia-a-dia e dialogou com os colegas do grupo.	8 pontos	

As rubricas devem ser elaboradas especificamente para uma tarefa. Não há como utilizar a mesma rubrica em tarefas diferentes, pois ela deve estar de acordo com as habilidades e conhecimentos que se espera que eles desenvolvam ao longo da sequência didática.

Outro instrumento que pode ser caracterizado como avaliação, engloba o processo de pesquisa teórica sobre os marcos históricos da Biotecnologia, bem como o levantamento de hipóteses da questão ética envolvida para cada contexto elencado. Para tanto, deve-se levar em consideração o ordenamento do raciocínio dos estudantes com relação às hipóteses elencadas. Partindo do princípio de que a curiosidade estimula o pensamento e a criticidade, fomentando a independência e a proatividade do estudante, espera-se que eles sejam capazes de reconhecer os benefícios e limitações da engenharia genética ao sintetizar as suas ideias e expô-las aos colegas.

Ao propor apresentações, é necessário que os estudantes tenham conhecimento de quais critérios serão considerados para sua avaliação, nesse aspecto o professor pode avaliar habilidades específicas, tais como a capacidade de argumentação, a comunicação e a articulação dos conhecimentos construídos ao expor oralmente de forma sintetizada.



INTEGRAÇÃO

HABILIDADE DA ÁREA INTEGRADA

(EMIFMAT05) Selecionar e mobilizar intencionalmente recursos criativos relacionados à Matemática para resolver problemas de natureza diversa, incluindo aqueles que permitam a produção de novos conhecimentos matemáticos, comunicando com precisão suas ações e reflexões relacionadas a constatações, interpretações e argumentos, bem como adequando-os às situações originais.

Encaminhamentos do trabalho integrado

Articula-se aqui a integração com a Área da Matemática na questão da estruturação do pensamento para formar a conclusão sobre algum problema, após percorrer um caminho de pesquisa.

O raciocínio lógico requer consciência e capacidade de organização do pensamento, sendo base para o exercício de resolução de problemas. Portanto, proporcionar um momento para que os estudantes vivenciem os passos para resolver problemas, é fundamental. Os passos são os seguintes:

- Identificar e definir o problema;
- Criar possíveis soluções;
- Avaliar as soluções;
- Escolher a solução;
- Implementar a solução;
- Avaliar o resultado.

Nesse sentido, peça para que eles percebam o seu entorno (contexto pessoal, escolar, profissional) e identifiquem algum problema que compete à episteme da Biologia e as técnicas da própria Biotecnologia, como por exemplo, qual problema relacionado à sua saúde e/ou de familiares poderiam ser sanados com os conhecimentos da Biotecnologia?

Espera-se que os estudantes percebam que a resolução de problemas é inerente ao ser humano e que, por meio de diferentes recursos, essa habilidade vai sendo aprimorada.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

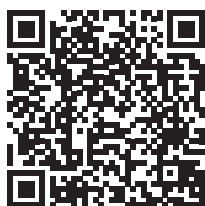
APROFUNDAMENTO PARA A PRÁTICA INTEGRADA



Ensino de Ciências: Análise de problemas interdisciplinares.

<https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s09/ficha-72.pdf>

Acesso em: 17/05/2022.



Metodologia da resolução de problemas.

http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_24/metodologia.pdf

Acesso em: 17/05/2022.

Objetivo de Aprendizagem	Objetos do Conhecimento	Sugestões de Conteúdos
2. Conhecer os tipos de Biotecnologia existentes e identificar a sua aplicabilidade das diferentes áreas em escalas regionais e/ou globais, compreendendo algumas técnicas de manipulação de organismos vivos para fabricar ou modificar produtos.	Tipos de Biotecnologia - áreas de atuação. Método Científico.	Tipos de Biotecnologia: Vermelha, Verde, Branca, Amarela, Azul, Cinza, Dourada, Marrom, Preta e Roxa. Lei da Biodiversidade nº 13.123/2015. Lei da Biossegurança nº 11.105/2005. Etapas da pesquisa científica.



PROBLEMATIZANDO

Estimado professor!

A Área da Ciências da Natureza deve sobretudo, proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de habilidades que despertem para o desconhecido com atenção, criticidade e ética e que busquem respostas a partir da reflexão e da sistematização de ideias, se pautando na investigação. A observação, reflexão e investigação norteiam a apropriação da Alfabetização Científica. Assim sendo, como proporcionar atividades que conciliem a teoria e a prática em um projeto de iniciação científica?

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Professor, com base na pesquisa e elaboração da cronologia com os marcos da Biotecnologia, retome com os estudantes:

Quais são as áreas ou segmentos que a Biotecnologia abrange? Registre no quadro as respostas, resgatando conceitos que já foram trabalhados na Formação Geral Básica no currículo de Biologia da 1ª série e peça para que formem grupos de trabalho direcionando uma cor para cada grupo: amarela, vermelha, azul, dourada, branca, preta, marrom e roxa.

Observação: existem 10 tipos de Biotecnologia (áreas de atuação), no entanto, indique-se que apenas 8 áreas de atuação sejam pesquisadas pelos estudantes nesse momento, pois a Biotecnologia Verde e Cinza serão trabalhadas com mais detalhes posteriormente, visto que a partir da pesquisa desses dois tipos, os estudantes irão iniciar o projeto de iniciação científica.

ÁREAS DE ATUAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA

Cada grupo deverá pesquisar em sites confiáveis a área de atuação da Biotecnologia referente à cor do seu grupo, bem como as técnicas utilizadas e os produtos e serviços obtidos, além de identificarem se existe a aplicabilidade desse segmento no estado do Paraná. Cada cor representa as seguintes áreas de atuação:

- Biotecnologia Vermelha: saúde;
- Biotecnologia Branca: indústria;
- Biotecnologia Amarela: alimentos;
- Biotecnologia Azul: aquática;
- Biotecnologia Dourada: bioinformática;
- Biotecnologia Marrom: desertos e zonas áridas;
- Biotecnologia Preta: bioterrorismo;
- Biotecnologia Roxa: patentes e invenções.

Os sites sugeridos são:

BIOTECHDOWN

IBERDROLA

Os estudantes podem apresentar em grupo os seus resultados, a partir de cartazes informativos, exposições, relatórios de pesquisa, infográficos e entre outros.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Professor, chegou o momento dos estudantes elaborarem um projeto de iniciação científica de Micropropagação in vitro, tendo como foco principal a Biotecnologia Verde e Cinza, para que possam colocar em prática os conhecimentos da Botânica e da Biotecnologia, aliados ao contexto escolar.

A Micropropagação in vitro, também chamada de multiplicação in vitro, clonagem de plantas ou clonagem vegetal, consiste no cultivo de porções de tecidos (explantes) extraídos de uma planta e cultivados in vitro sob condições assépticas. Os estudos relacionados à Micropropagação iniciaram-se a partir da formulação da Teoria Celular de Schleiden e Schwann, elaborada em 1838.

Peça para que os estudantes em grupos, pesquisem a Biotecnologia Verde e Cinza com ênfase nas iniciativas que o estado do Paraná executa nessas áreas. Todas as informações encontradas devem ser registradas pelos estudantes na forma de relatórios para compor um portfólio ou diário de bordo, elaboração de um mapa mental, esquemas, ou outros formatos, pois esse levantamento teórico será utilizado para a escrita da Introdução do projeto.

Certifique-se de que os estudantes tenham compreendido as técnicas realizadas nos dois tipos de Biotecnologias estudados, os produtos e serviços advindos dessas áreas de atuação, pois alguns conceitos e procedimentos (adaptados para a realidade escolar) serão realizados por eles na atividade prática de Micropropagação in vitro. Os estudantes em grupos precisam entregar o texto da Introdução do projeto (no máximo 2 laudas) com a revisão de bibliografia realizada e o objetivo do projeto. A introdução deve apresentar o contexto e uma justificativa com base numa problemática para ser analisada. Uma pergunta disparadora/problematizadora para a produção do projeto pode ser:

Como aliar as técnicas da clonagem vegetal para a Sustentabilidade Ambiental?




Micropropagação in vitro.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

Um passo importante é elaborar um cronograma de atividades com a turma, como forma de direcionar o olhar para as próximas etapas a serem cumpridas. Dessa forma, é possível planejar melhor os prazos para iniciar o experimento que envolve a aquisição de materiais, bem como o acompanhamento do desenvolvimento das plantas, considerando alguns procedimentos que interferem no crescimento delas e que serão descritos com mais detalhes na segunda seção temática. As etapas principais para essa prática já estão no Cronograma de Atividades a seguir, no entanto outros passos importantes de acordo com a realidade escolar devem ser construídos juntamente com os estudantes.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Mês	O que fazer?	Quem?	Mês	O que fazer?	Quem?
Abril	Escrita do Projeto (introdução e objetivos).		Agosto	Acompanhamento do experimento.	
Maiο	Escrita do Projeto (introdução e objetivos). Escolha da(s) planta(s) a serem estudadas.  <i>Aquisição dos materiais necessários para o desenvolvimento da prática.</i>		Setembro	Aprofundamento em Genética. Análise dos resultados.	
Junho	Aprofundamento em Botânica. Escrita do Projeto (metodologia). Início da micropropagação in vitro.		Outubro	Escrita do Projeto (resultados e discussão). Propor um destino para os vegetais produzidos.	
Julho	Acompanhamento do experimento.		Novembro	Finalização do Projeto.	

PLANTA: QUAL ESCOLHER?

O próximo passo é verificar qual (is) planta(s) que se deseja trabalhar, sendo que a escolha delas impactará em procedimentos diferentes, pois dependendo da espécie, serão utilizados órgãos inteiros ou porções (embriões, brotos, folhas, raízes e flores), tecidos, calos e/ou até mesmo células vegetais sem a parede celular (protoplastos) que podem ser utilizados para o início dos cultivos. A seguir sugere-se plantas que podem ser cultivadas in vitro, pelo

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

fato de serem de fácil aquisição e o crescimento ser adequado para o tempo disponível. Os roteiros foram retirados do site BTeduc elaborados pela autora Muñoz-Malajovich (2019), que traz os procedimentos para aplicação da clonagem das plantas com base na experiência pioneira no ensino de Biotecnologia no Instituto de Tecnologia ORT do Rio de Janeiro:

- **Alho (*Allium sativum*)**
- **Bambu-da-sorta (*Dracaena sanderiana*)**
- **Batata (*Solanum tuberosum*)**
- **Hortelã (*Mentha spicata*)**
- **Mostarda (*Brassicaceae*)**
- **Violeta (*Saintpaulia ionantha*)**

*(Você pode verificar os roteiros nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino.**)*

A partir de um levantamento teórico, o tempo aproximado para o enraizamento e/ou crescimento de cada planta é o seguinte:

- Alho: 20 dias;
- Bambu-da-sorta: 30 dias;
- Batata: 40 dias;
- Hortelã: 40 dias;
- Violeta: 40 dias;
- Mostarda: germinação da semente de 5 a 7 dias com um ciclo de vida de 45 à 65 dias.

MEIOS DE CULTIVO

Os meios de cultivo são extremamente necessários para o bom crescimento e enraizamento das culturas e eles incluem: água, uma fonte de carbono, substâncias inorgânicas (sais minerais), vitaminas, hormônios e fatores reguladores do crescimento. Geralmente, o pH do meio é mantido entre 5,0 e 6,5.

Portanto, é importante a aquisição de alguns produtos que serão fundamentais:

- Água destilada;
- Sacarose, podendo ser substituída por açúcar cristal em uma proporção de 2 a 3%;
- Ágar;
- Meio de Murashi e Skoog (é um meio de crescimento de plantas usado nos laboratórios para a cultura de células vegetais);
- Água de coco.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

OBSERVAÇÃO: De acordo com a planta escolhida, os meios de cultura irão se diferenciar, portanto é importante realizar a leitura prévia do roteiro para que o enraizamento/ crescimento ocorra o mais adequado possível.

DESINFECÇÃO

As técnicas de cultivo de tecidos vegetais consistem na transferência de um explante a um meio de cultura estéril, em condições assépticas. Evitar a contaminação microbiana do meio de cultura é uma das maiores dificuldades técnicas, porque demanda tanto a desinfecção dos explantes como a esterilização dos instrumentos utilizados (BTeduc, 2019).

Nesse sentido, o próprio site BTeduc traz alguns fundamentos técnicos importantes para considerar:

- Desinfecção dos instrumentos
- Desinfecção dos explantes

*(Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino.**)*

REQUERIMENTOS MÍNIMOS

Alguns requerimentos mínimos são necessários para que os protocolos de pesquisa aqui sugeridos ocorram da melhor forma possível. Vale ressaltar que por se tratar de um experimento científico, alguns problemas podem ocorrer e os resultados não serem como esperados. As dificuldades tornam a experiência mais interessante. Evidencia-se que as tentativas e erros fazem parte do método científico e isso deve ser explanado para os estudantes antes de iniciar os experimentos.

MATERIAIS

- Tubos de ensaio de vidro ou frascos de plásticos (com ou sem tampa) ou copos de plástico;
- Plástico filme ou papel alumínio ou gaze (para tampar os cultivos preparados);
- Placas de Petri (para desinfecção dos materiais);
- Pinças;
- Bisturi e/ou facas;
- Álcool 70%;
- Papel indicador de pH;
- Papel celofane (azul, roxo, verde, amarelo, laranja e vermelho);
- Explante da(s) planta(s).

OUTRA POSSIBILIDADE DE EXPERIMENTO

Manejo e propagação de Crassulaceae (suculentas)

Na impossibilidade da aquisição de recursos materiais como vidrarias, meios de cultivo e outros produtos descritos anteriormente, uma opção a ser realizada com os estudantes é o manejo e propagação de suculentas diretamente na terra.

Quando se fala do cultivo de suculentas, os fatores principais que devem ser considerados são a luminosidade, o substrato e a rega.

- o substrato não pode ser composto por maior parte em material orgânico, pois pode ocorrer o aparecimento de fungos, que compõem naturalmente a microbiota do solo e que acabam atacando os tecidos vegetais causando a morte das plantas.
- devido às regiões endêmicas dessas plantas serem em sua maioria de regiões áridas com poucos recursos nutritivos e água, o substrato precisa conter frações de areia, algum tipo de material orgânico e carvão triturado e/ou perlita.
- a drenagem é algo essencial, pois caso ocorra o acúmulo de água no vaso e/ou solo, favorecerá o aparecimento de alguns agentes patogênicos e pragas.
- a remoção de restos de folhas e talos das plantas suculentas configuram como estratégia preventiva para o aparecimento de agentes patológicos como conchonilhas e até a proliferação de fungos, por conta do microclima criado abaixo desses órgãos.
- a luminosidade ideal é de no mínimo 6 horas de luz para que elas não sofram estiolamento e queimaduras.

A decaptação da planta (forma de estaquia de um ramo, folha ou parte vegetal que contenha carga gênica que dá origem a um novo indivíduo) é um processo em que ocorre estímulos hormonais favorecendo um maior número de indivíduos gerados através da planta-mãe com o surgimento de brotos laterais que darão origem a novos clones vegetativos.

O cultivo dessas plantas pode acontecer diretamente no solo, em um espaço delimitado previamente na escola, respeitando os fatores elencados ou em vasos. Em busca pela sustentabilidade algumas alternativas aliam materiais recicláveis, sendo funcionais e ecologicamente corretos, e arranjos paisagísticos como o uso de garrafas PET cortadas verticalmente ou horizontalmente, bambu, armações de ferro, fibra de coco, troncos de árvores, entre outros.

A utilização de resíduos orgânicos gerados na própria escola podem ser empregados a fim de suprir a necessidade nutricional do solo a serem plantadas as suculentas. A borra de café, casca de ovo triturada, restos decompostos de casca de banana são bons repositores de elementos nutricionais.

A propagação vegetativa pode ocorrer através de estacas foliares, estacas de ramos e de colo das matrizes adquiridas. O processo de enraizamento dura no mínimo 30 dias e

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

visando acompanhar o desenvolvimento das estacas, os estudantes podem criar diferentes tratamentos para as plantas com o uso de fertilização química e orgânica, graus diferentes de luminosidade, regas e drenagem do solo.

Algumas espécies de plantas que possuem fácil cultivo são:

Plantas suculentas

- *Graptopetalum paraguayense* - *Planta fantasma*
- *Graptoveria Fred Ives*
- *Graptosedum California Sunset*
- *Sedum rubrotinctum*

PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

A estrutura do Projeto a ser escrito pelos estudantes e os momentos em que serão elaborados são estes:

- Introdução - (1º trimestre)
- Objetivos - (1º trimestre)
- Metodologia - (2º trimestre)
- Resultados - (3º trimestre)
- Discussão - (3º trimestre)

Dessa forma, oportunize momentos para que os estudantes em seus grupos façam a escrita da introdução e dos objetivos nessa seção temática com base na escolha das plantas e no levantamento teórico realizado até aqui. Cada planta sugerida tem alguns interesses para a sociedade, como econômico, ambiental, para a saúde, entre outros. Portanto, esses interesses devem estar descritos na introdução, após pesquisas em bibliografia diversas e até mesmo entrevistas com a comunidade escolar, proporcionando um resgate dos conhecimentos populares. Essa produção parcial do projeto deverá ser finalizada até o término desta seção temática e deverá ser considerada como instrumento avaliativo.

Professor, é importante para o desenvolvimento proporcionar momentos de leituras de forma a contribuir para o estímulo do raciocínio, melhorar o vocabulário e aprimorar a capacidade de interpretação e produção de escrita dos estudantes. Os textos sugeridos a seguir, propiciam momentos para que eles ampliem o seu conhecimento e sejam capazes de formular uma opinião sobre o assunto, a partir da criatividade, atenção, comunicação e habilidade de escrita. Nesse sentido, sugere-se como complementação dos encaminhamentos, as seguintes atividades:

- Leitura da Lei 11.105 de 24 de março de 2005 – Lei de Biossegurança- capítulo I: disposições preliminares e gerais, para que possam compreender o contexto que rege essa temática e serem capazes de expor a opinião com mais propriedade.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

- Leitura da Lei 13.123/2015 - Lei da Biodiversidade.

(Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino.**)

Todas as informações que os estudantes julgarem como importantes, devem ser registradas, pois podem ser utilizadas para a escrita da introdução.

- Leitura do material elaborado pela ONG Greenpeace "Transgênicos: a verdade por trás do mito", esse material é composto por 23 capítulos que abordam os transgênicos. Sugere-se que leiam os seguintes capítulos: O QUE SÃO ORGANISMOS TRANSGÊNICOS?; MELHORAMENTO É MODIFICAÇÃO?; BIOTECNOLOGIA É SINÔNIMO DE TRANSGÊNICO?; A POLÊMICA DOS TRANSGÊNICOS É A LIBERAÇÃO NO MEIO AMBIENTE?; QUAL É O POTENCIAL DE DANOS GRAVES E IRREVERSÍVEIS DOS TRANSGÊNICOS?

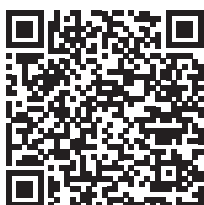
(Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino.**)

De forma a contribuir para o desenvolvimento da habilidade da área, após a leitura, os estudantes podem elaborar um texto dissertativo com base nas pesquisas bibliográficas e leituras realizadas envolvendo transgenia. Essa atividade avaliativa proporciona o espaço para o posicionamento sobre um tema, a partir da sistematização de argumentos técnicos.



RECURSOS DE APOIO PARA AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO

LEITURA



Propagação Vegetativa - EMBRAPA

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50925/1/Wendling.pdf>

Acesso em: 17/05/2022.



Lei nº 11.105 de 2005 - Lei de Biossegurança

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l111105.htm

Acesso em: 17/05/2022.



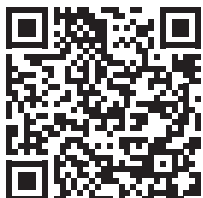
Transgênicos: a verdade por trás do mito

<http://greenpeace.org.br/transgenicos/pdf/cartilha.pdf>

Acesso em: 17/05/2022.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

ESTUDANTE EM AÇÃO



Os Mistérios Científicos dos Filmes – Clonagem e Engenharia Genética

https://www.youtube.com/watch?v=Qt_o8ie7aKU

Acesso em: 17/05/2022.



AVALIAÇÃO

Para atingir o objetivo de aprendizagem quanto às áreas de atuação dos diferentes tipos de Biotecnologia, recomenda-se que sejam feitos registros individuais, quanto ao levantamento da pesquisa realizada, considerando isso como um dos critérios avaliativos para a apresentação do trabalho. Após a reflexão e discussão sobre as informações encontradas na pesquisa, o grupo deve preparar uma apresentação que contemple exemplos de produtos e/ou serviços relacionados à área de atuação, bem como possíveis iniciativas que ocorrem no estado do Paraná e que articulam diferentes segmentos produtivos aliados ao conhecimento da Biologia. Visando o acompanhamento desse levantamento de dados, é importante dar feedback formativo aos estudantes com relação ao progresso e o processo de aprendizagem. Nesse sentido, pontue aos estudantes com comentários objetivos e direcionados, de forma a encorajá-los a realizarem mudanças caso necessário, buscando o aperfeiçoamento. Indique a eles, quanto: ao desempenho esperado perante o prazo estipulado; ao envolvimento com o grupo num trabalho colaborativo; à participação ativa e à aplicação dos conhecimentos na realização da tarefa proposta.

Sobre a escrita da introdução e objetivos do projeto como inicialmente mencionado, caso avalie uma adaptação, pode-se solicitar a produção de um texto dissertativo. Dessa maneira, os estudantes podem expor e relatar todo o trabalho desenvolvido bem como as minúcias e cuidados que envolvem uma experiência prática. As etapas de levantamento teórico para a escrita devem ser consideradas na avaliação, levando em conta que isso deve acontecer em grupos, proporcionando a troca de experiências e desenvolvendo as habilidades do eixo. Alguns exemplos de critérios a serem utilizados:

- Entendimento sobre o tema a ser pesquisado;
- Informações pertinentes sobre o tema pesquisado;
- Envolvimento no grupo de trabalho;
- Registro das informações;
- Apresentação com aprofundamento compatível ao tempo de estudo.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

É importante incluir a autoavaliação, considerando a participação dos estudantes com a sua própria percepção de desenvolvimento.

Pode-se utilizar as seguintes rubricas:

- Fui observador: prestei atenção nos encaminhamentos, porém não me planejei para resolver as atividades gerenciando meu tempo.
- Me envolvi no processo: li e pesquisei sobre o assunto, participei das atividades estipuladas, mas não consegui priorizar o meu tempo para a realização das atividades.
- Fui atuante: li e pesquisei sobre o assunto, sempre dialogando com os meus colegas do grupo e me inspirei em outras fontes de pesquisa, bem como planejei e organizei o tempo.
- Fui transformador: li e pesquisei sobre o tema de forma reflexiva, relacionando com as minhas práticas do dia-a-dia e dialoguei com os colegas do grupo, intervindo em ações práticas.

A autoavaliação realizada pelos estudantes, deve levá-los a refletirem sobre seu desempenho em relação aos objetivos a serem atingidos.



INTEGRAÇÃO

HABILIDADE DA ÁREA INTEGRADA

(EMIFMAT05) Selecionar e mobilizar intencionalmente recursos criativos relacionados à Matemática para resolver problemas de natureza diversa, incluindo aqueles que permitam a produção de novos conhecimentos matemáticos, comunicando com precisão suas ações e reflexões relacionadas a constatações, interpretações e argumentos, bem como adequando-os às situações originais.

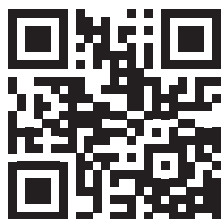
ENCAMINHAMENTOS DO TRABALHO INTEGRADO

Para a composição dos meios de cultura in vitro, considerando que são indispensáveis a presença de nutrientes básicos em quantidades adequadas, se faz necessário conhecimentos básicos da Matemática sobre proporção, as frações. As atividades propostas corroboram para a contextualização da Matemática em situações do cotidiano de um cientista e/ou pesquisador tornando o ensino aprendizagem mais dinâmico e significativo.

Esses conceitos matemáticos dão subsídios à prática docente na busca de estruturar meios de cultura que contribuam para o desenvolvimento das plantas.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

APROFUNDAMENTO PARA A PRÁTICA INTEGRADA



Aplicação de proporção no estudo de áreas cultiváveis

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uel_mat_pdp_francisco_roberto_parra.pdf

Acesso em: 17/05/2022.

VAMOS CONHECER ESTRATÉGIAS DE ENSINO PARA CADA UM DOS OBJETIVOS

Objetivo de aprendizagem	Objeto do conhecimento	Sugestões de conteúdos
3. Identificar o grupo de plantas embriófitas a partir de suas características principais e diferenciar as suas estruturas principais que compõem a histologia e organologia vegetal, de forma a compreender o seu papel na dinâmica da vida na Terra.	Taxonomia e Filogenia. Botânica.	Classificação das plantas embriófitas: Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas. Histologia Vegetal. Organologia Vegetal. Fisiologia Vegetal.



PROBLEMATIZANDO

Estimado Professor!

As plantas são presença constante em nosso dia a dia, visto que algumas sementes como o arroz e o feijão não podem faltar em nossa alimentação. Os conhecimentos sobre as plantas vêm sendo aplicados há séculos em benefício da humanidade, quando a seleção artificial delas ocorria para selecionar atributos mais desejados. Portanto, graças aos estudos das plantas (histologia e organologia vegetal) é possível compreender as estratégias adaptativas desses seres vivos e melhoria no desenvolvimento da agricultura para a humanidade. Então, como aliar os conhecimentos da Biotecnologia aos da Botânica de modo que os estudantes vivenciem uma atividade rotineira de laboratórios de melhoramento genético? Com atividades educativas a partir da cultura de tecidos vegetais in vitro.



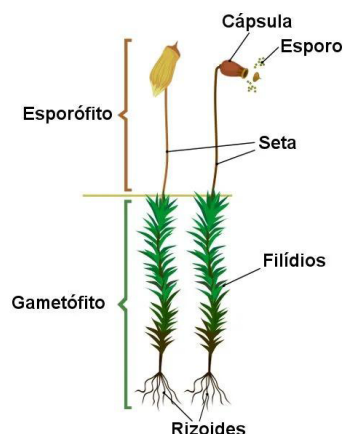
ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Professor, para alcançar o objetivo de aprendizagem proposto, a metodologia utilizada pode ser Rotação por Estações (Estações de Aprendizagem).

Divida os estudantes em 4 equipes e delimite um grupo de planta para cada uma: Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

Os estudantes deverão trazer espécimes das plantas delimitadas para cada equipe, contendo o máximo das partes principais que conseguirem, por exemplo: uma espécie de Briófitas precisa conter - filóide, rizóide, caulóide e a estrutura reprodutiva (esporófito). No caso das Gimnospermas, não será possível trazer todas as partes, por conta do porte das espécies desse grupo, portanto, as estações podem ter imagens da estrutura da planta conforme a imagem abaixo.



Organize as carteiras da sala formando 4 estações de aprendizagem, em que cada uma delas será abordado sobre um grupo de planta:

- Estação 1: Briófitas;
- Estação 2: Pteridófitas;
- Estação 3: Gimnospermas;
- Estação 4: Angiospermas.

Estipule um tempo para que cada equipe fique na estação de modo que consigam fazer a atividade proposta. Segundo a metodologia, o tempo mínimo adequado é de 15 minutos para cada estação e para cada período de tempo, ocorre o rodízio das equipes nas estações. Considerando a sua realidade escolar, verifique a possibilidade de trabalhar com aulas geminadas ou reduzir o tempo da estação.

Disponibilize os exemplares trazidos por eles, além de lupas e pinças, caso possível, em uma mesa central e na forma de fichas ou roteiro, apresente a atividade abaixo de modo a nortear a análise da anatomia vegetal.

ATIVIDADE PARA OS ESTUDANTES

1. Faça um desenho da planta em seu caderno e dê o nome das estruturas que você encontra.
2. Faça a tabela abaixo no caderno e registre quais características estão presentes ou ausentes.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

Grupos	Vasos Condutores	Semente	Flores e Frutos	Dependência da água para reprodução

Após o término do rodízio completo, cada equipe deverá realizar uma pesquisa investigativa em livros didáticos e/ou em sites confiáveis como forma de verificar se as respostas registradas na tabela estão corretas.

Essa atividade configura uma possibilidade de levantamento dos conhecimentos prévios (avaliação diagnóstica) dos estudantes acerca da área da Botânica, para que em seguida ocorra um aprofundamento dos saberes acerca de morfologia vegetal.

Como fechamento dessa proposta, organize uma roda de conversa entre os grupos para que apresentem os resultados obtidos e caso necessário, você professor, pode fazer um fechamento com conceitos importantes e conteúdos que precisam ser sistematizados.

Consolidando os conceitos trabalhados e aprofundando um pouco mais essa temática, questione os estudantes:

O que caracteriza um ser como uma planta? O que diferencia as plantas dos demais organismos vivos?

Nesse sentido, os estudantes podem fazer uma atividade prática sobre Histologia Vegetal, ao analisar a epiderme foliar da planta violeta com caule (ou outra planta) ou o epitélio da cebola. O roteiro descrito abaixo foi elaborado pelas autoras Pires e Pires (2022) que está disponível no site do Museu da Patologia da Fiocruz. Outros encaminhamentos podem ser feitos de modo a contribuir para a aquisição de conhecimento a respeito dos tecidos vegetais. É importante que as aulas abordem algumas noções básicas sobre micropropagação considerando o estudo de tecidos vegetais de diversas partes das plantas, tais como, folhas, raízes, segmentos nodais e gemas axilares, gemas florais e apicais. Tendo em conta que as plantas obtidas por propagação assexuada são clones à planta-mãe, conceituar totipotência se faz necessário.

Atividade Prática: Análise da Epiderme Foliar

Objetivo: o olhar dos estudantes nessa atividade deve-se pautar em verificar quais estruturas eles encontram na lâmina preparada, relacionando com a análise macroscópica feita anteriormente nas estações de aprendizagem e nas demais aulas ministradas sobre Histologia Vegetal.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

Materiais

- Lâminas e Lamínula de microscopia;
- Pinça;
- Microscópio óptico;
- Cebola, para fornecer um epitélio (retirado, na hora, de um catófilo de cebola);
- Corante - azul de metileno ou vermelho neutro ou fuccina ácida - corante diluído (solução 0,1%).

Procedimentos

- Retirar com o auxílio da pinça a epiderme (camada fina), do catófilo (escama) - cortar uma cebola ao meio, longitudinalmente. Em seguida repetir o mesmo corte em uma das metades da cebola e retirar a escama;
- Colocar uma gota de água sobre a lâmina;
- Colocar a epiderme sobre a gota de água da lâmina;
- Colocar uma gota de corante sobre a epiderme;
- Colocar a lamínula sobre a epiderme ;
- Observar com o microscópio em diversos aumentos.

Conclusões

Observam-se as células alongadas e limitadas por paredes celulares. O citosol é delimitado pelo vacúolo de suco celular (espaço aparentemente vazio) e pelos núcleos.

OBS : Esta experiência pode ser realizada, em caso de necessidade, usando somente a gota de água sobre a lâmina, a epiderme sobre a água e a lamínula sobre a epiderme. Neste caso perderemos certos detalhes. Em uma boa preparação é possível observar o núcleo com dois nucléolos.

OUTRAS POSSIBILIDADES

Uma outra proposta é delimitar uma lâmina histológica vegetal que faz parte de um Atlas Histológico para que os estudantes divididos em grupos, possam fazer análises relacionando com a função desempenhada por determinada estrutura ou tecido apresentado.

Uma proposta de Atlas de Botânica para incentivar o ensino na Educação Básica.

*(Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino.**)*

Outra alternativa para estudar os grupos principais das plantas é solicitar aos estudantes a elaboração de exsicatas, a partir da coleta de um ou mais exemplares de cada grupo (Briófita, Pteridófita, Gimnosperma e Angiosperma).

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

É possível exibir o vídeo “Técnicas para confecção de coleções botânicas”, da Universidade Virtual do Estado de São Paulo, para que os estudantes possam compreender o processo de coleta, prensagem, secagem, montagem na cartolina e identificação.



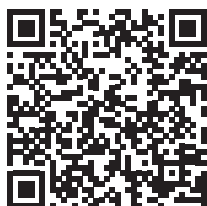
RECURSOS DE APOIO PARA AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO

LEITURA



Observação de uma Célula Vegetal

<https://museudapatologia.ioc.fiocruz.br/index.php/br/espaco-professor/aulas-praticas/10-aula-observacao-cebola.html>. Acesso em: 17/05/2022.



Uma proposta de atlas de botânica para incentivar o ensino na educação básica

http://www.meioambienteuerj.com/imgs/conteudos/arquivos/uerj_atlas_botanica_347.pdf. Acesso em: 17/05/2022.

ESTUDANTE EM AÇÃO

- Análise macroscópica de plantas diversas;
- Observação de uma Célula Vegetal.

EXIBIÇÃO DE VÍDEOS



Práticas para o Ensino de Biologia I - Aula 05 - Técnicas para confecção de coleções botânicas 1

<https://www.youtube.com/watch?v=sEU2PljZVj8>

Acesso em: 17/05/2022.



AVALIAÇÃO

Ao concluir a atividade com a rotação de estações, os estudantes devem ter como produção, desenhos com os tipos de plantas e uma tabela com as características esperadas para cada uma. Considera-se aqui, que as respostas prévias para as questões propostas

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

nas estações podem ser apontadas como critério parcial, por ter caráter de diagnóstico. A consolidação da avaliação ocorrerá na conclusão, após a entrega (oral ou escrita) da pesquisa realizada. Assim, essa pesquisa culmina no reforço ou correção das informações presentes na tabela preenchida durante a atividade com as estações. Esse momento representa uma oportunidade de rever conceitos a respeito do tema que não foram alcançados pelos estudantes.

Em relação a atividade de análise da epiderme foliar, peça para que os estudantes identifiquem partes da estrutura observadas e suas respectivas funções, configurando um outro instrumento avaliativo. Para que isso ocorra a contento, os estudantes devem-se pautar em conhecimentos que foram elucidados nas aulas anteriores.

É possível proporcionar espaço para a autoavaliação, considerando a participação dos estudantes com a sua própria percepção de desenvolvimento. Pode-se utilizar os seguintes critérios:

- Fui observador: prestei atenção nos encaminhamentos, porém não me planejei para resolver as atividades gerenciando meu tempo.
- Me envolvi no processo: li e pesquisei sobre o assunto, participei das atividades estipuladas, mas não consegui priorizar o meu tempo para a realização das atividades.
- Fui atuante: li e pesquisei sobre o assunto, sempre dialogando com os meus colegas do grupo e me inspirei em outras fontes de pesquisa, bem como planejei e organizei o tempo.
- Fui transformador: li e pesquisei sobre o tema de forma reflexiva, relacionando com as minhas práticas do dia-a-dia e dialoguei com os colegas do grupo, intervindo em ações práticas.



INTEGRAÇÃO

HABILIDADE DA ÁREA INTEGRADA

(EMIFMAT03) Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a contribuição da Matemática na explicação de fenômenos de natureza científica, social, profissional, cultural, de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.

ENCAMINHAMENTOS DO TRABALHO INTEGRADO

Uma possibilidade de integrar a Matemática no estudo da Botânica é a ilustração por

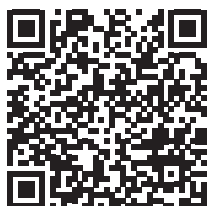
MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

meio de fluxogramas considerando a análise morfofisiológica das plantas analisadas. Pode-se solicitar que os estudantes elaborem uma chave de identificação de plantas ou chaves dicotômicas simples, partindo da representação gráfica do percurso até a identificação da planta. Esse termo, chave de identificação, vem do símbolo da matemática que agrupa conjuntos de elementos semelhantes.

Essa é uma ferramenta importante na sistemática vegetal. Ela ordena os táxons seguindo uma lógica hierárquica em que determinadas características morfológicas mais abrangentes agrupam espécies distintas por características específicas.

A sugestão de aprofundamento "Tens a chave?" listada no tópico abaixo, apesar de ter sido elaborada para estudantes do 6º ano, a lógica na organização da sequência didática pode ser adaptada para o Ensino Médio na construção de uma chave dicotômica.

APROFUNDAMENTO PARA A PRÁTICA INTEGRADA



Tens a chave?

https://academia.cienciaviva.pt/recursos/recurso.php?id_recurso=105

Acesso em: 17/05/2022.



Chave de identificação botânica: dicas de uso

<https://pontobiologia.com.br/chave-identificacao-botanica/>

Acesso em: 17/05/2022.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

ORGANIZAÇÃO CURRICULAR

2º

TRIMESTRE

BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL

EIXO ESTRUTURANTE: PROCESSOS CRIATIVOS

(EMIFCG05) Questionar, modificar e adaptar ideias existentes e criar propostas, obras ou soluções criativas, originais ou inovadoras, avaliando e assumindo riscos para lidar com as incertezas e colocá-las em prática.

HABILIDADE DA ÁREA

(EMIFCNT05) Selecionar e mobilizar intencionalmente recursos criativos relacionados às Ciências da Natureza para resolver problemas reais do ambiente e da sociedade, explorando e contrapondo diversas fontes de informação.

EIXO ESTRUTURANTE: MEDIAÇÃO E INTERVENÇÃO SOCIOCULTURAL

(EMIFCG09) Participar ativamente da proposição, implementação e avaliação de solução para problemas socioculturais e/ou ambientais em nível local, regional, nacional e/ou global, corresponsabilizando-se pela realização de ações e projetos voltados ao bem comum.

(EMIFCNT09) Propor e testar estratégias de mediação e intervenção para resolver problemas de natureza sociocultural e de natureza ambiental relacionados às Ciências da Natureza.

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM DO TRIMESTRE

1 Compreender os mecanismos de reprodução das plantas dando ênfase na propagação vegetativa aliando aos conhecimentos da engenharia genética, de forma a propor estratégias de mediação quanto aos impactos do ser humano na natureza.

2 Aplicar técnicas de reprodução de plantas (propagação vegetativa e germinação) considerando a análise de diferentes fatores físico-químicos, em experiências laboratoriais, avaliando cada etapa e lidar com as incertezas da ciência.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- Conhecimentos básicos sobre os tipos de reprodução: sexuada e assexuada das plantas;
- Noções sobre os fatores físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas.

Objetivo de Aprendizagem	Objeto do Conhecimento	Sugestões de Conteúdos
1. Compreender os mecanismos de reprodução das plantas dando ênfase na propagação vegetativa aliando aos conhecimentos da engenharia genética, de forma a propor estratégias de mediação quanto aos impactos do ser humano na natureza.	Filo Anthophyta (Angiospermas). Tipos de Reprodução: Sexuada e Assexuada. Biotecnologia Verde. Biotecnologia Cinza. Engenharia genética.	Morfologia da Flor. Ciclo de Vida das Angiospermas. Clonagem de plantas. Transgenia de plantas. Marcadores morfológicos e moleculares das plantas. Mapeamento genético. Técnicas de propagação vegetativa.



PROBLEMATIZANDO

Estimado professor!

A aplicação de técnicas em plantas, tendo como objetivo modificar características de interesse, ocorre desde o surgimento da agricultura. A própria natureza é responsável pelo cruzamento ao acaso de determinadas espécies. Após a 2ª Guerra Mundial, diversos esforços foram empregados de modo a aumentar a produção global de alimentos a partir dos conhecimentos genéticos. Como a Biotecnologia Ambiental pode empregar tecnologias para auxiliar na resolução de problemas sociais como tratamentos de efluentes, plantações mais resistentes trazendo benefícios para o meio ambiente e para o ser humano? É nesse contexto que surgem inquietações no campo da pesquisa dessa área.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Professor, nesta seção temática os estudantes devem iniciar o experimento da Micropropagação in vitro com base na(s) espécie(s) escolhida(s) por eles na seção temática anterior. Vale ressaltar que dependendo do contexto escolar, existe uma outra possibilidade de experimento descrita neste documento na 1ª seção temática, a partir do manejo e propagação de *Crassulaceae* (plantas suculentas). A proposta é que o experimento inicie para o desenvolvimento do segundo objetivo de aprendizagem, que será descrito logo em seguida. Enfatiza-se que os materiais necessários para que a prática aconteça precisam estar disponíveis para uso e um espaço previamente delimitado, seja um Laboratório de Ciências ou uma sala de aula, de forma que não ocorram interferências diretas que prejudiquem a construção e análise do experimento. Para fomentar o início desse projeto, sugere-se exibir o vídeo: "Dia de Campo na TV - Micropropagação in vitro de bananeiras - Embrapa Agroindústria Tropical." (*Você pode verificar esse conteúdo nos Recursos de apoio para as estratégias de ensino.*)

REPRODUÇÃO SEXUADA DAS PLANTAS

Antes de iniciar a atividade prática, os estudantes precisam compreender os mecanismos reprodutivos das plantas, então, inicie a aula questionando os estudantes: **Os animais possuem aparelhos reprodutores masculinos ou femininos? E as plantas, vocês acham que elas também possuem? Se possuírem, onde se localizam?**

Colete as informações dos estudantes e peça para que retomem os desenhos feitos na proposta de Rotação por Estação e orientem a assinalar no desenho feito, a região das plantas que é responsável pela reprodução. Esse é o ponto de partida para que seja trabalhado com os estudantes o ciclo de vida de cada grupo de planta. Na atividade a seguir, sugere-se a análise de uma flor como forma de elucidar a reprodução sexuada das Angiospermas.

Atividade Prática: Estruturas Reprodutivas da Flor

Os estudantes em grupos podem trazer para a aula flores diversas, solicitadas previamente por você professor e realizarem a análise de cada estrutura que a compõem. Os materiais para essa prática são:

Materiais

- flores diversas;
- pinças;
- lupas;
- alfinetes ou fita crepe;
- papelão ou folhas de sulfite.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

Procedimentos

Analise cada flor e, separadamente, nomeie cada estrutura, dissecando a flor em cima do papel, com auxílio da lupa, pinça e alfinete. Caso a escola possua microscópio óptico, os grãos de pólen podem ser visualizados em maior aumento, colocando uma gota de água em uma lâmina de microscopia.

Conclusão

Os alunos devem ser capazes de reconhecer o pedúnculo, cálice, corola, androceu e gineceu de uma flor. Eles também devem visualizar a posição do ovário na flor.

Como forma de consolidar o conteúdo sobre as características dos 4 grupos de plantas e os tipos de reprodução, é possível exibir o vídeo: "Resumo sobre o Reino Plantae - botânica". (Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino.**)

REPRODUÇÃO ASSEXUDA

Caso haja possibilidade, entregue bananas para os estudantes degustarem e questione-os:

A banana é uma fruta bastante consumida no Brasil. Onde estão as sementes das bananas?

Espera-se que eles digam que são os pequenos pontos pretos que tem dentro da fruta e então, diga a eles que esses pontos pretos não são as sementes. E em seguida pergunte para eles:

Se esses pequenos pontos pretos não são as sementes, como é possível cultivá-la?

Um outro questionamento a ser feito é:

Vocês já comeram outra fruta sem semente?

Deixe que os estudantes compartilhem suas opiniões sobre o tema e levantem hipóteses sem que você responda à questão disparadora. Não se preocupe em responder aos questionamentos deles, mas em estimulá-los a pensar sobre o tema.

Considerando que os estudantes ficaram instigados em saber como as plantas podem se reproduzir sem sementes, é o momento de iniciar a Micropropagação vegetativa para que eles observem como ocorre o processo de clonagem de plantas.

Caso o município em que a escola está inserida tenha algum viveiro de plantas, horto municipal, herbários, empresas de clonagem de plantas que permitam a visita, para agregar conhecimento é possível planejar uma visita guiada para os estudantes, pois espaços não-formais de educação podem auxiliar de forma significativa nas atividades escolares.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

Para reforçar a problemática apresentada no 1º trimestre com a pergunta científica: como aliar as técnicas da clonagem vegetal para a Sustentabilidade Ambiental?, exiba aos estudantes a reportagem em vídeo que fala sobre o projeto de clonagem de plantas para recuperação de Brumadinho. *(Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino**).* Em seguida, os estudantes podem realizar a leitura da reportagem - Brumadinho: pesquisadores usam técnica inédita para reflorestar área atingida por rompimento. *(Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino**).* Promover uma discussão com os estudantes a respeito dos conceitos abordados, consolidando conteúdos importantes para o entendimento da técnica.

TÉCNICAS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA

Professor, organize a turma em grupos de no máximo 5 estudantes, sendo que cada um ficará responsável por uma técnica de propagação vegetativa, à saber: estaquia, enxertia, mergulhia e alporquia. Considerando que a técnica utilizada com as plantas sugeridas para o experimento é a estaquia, após pesquisa, os estudantes devem chegar a essa conclusão sozinhos. Os grupos serão responsáveis por pesquisar os benefícios e malefícios da propagação vegetativa, em especial da sua técnica. Para socializarem as pesquisas podem organizar a apresentação utilizando cartazes, relatórios, slides ou murais digitais colaborativos.

OUTRAS POSSIBILIDADES

Como forma de abordar o tema transgênia dos alimentos, os estudantes podem procurar em suas casas se existem alimentos com rótulo de transgênico e listá-los no caderno. A partir daí, outros encaminhamentos podem ser feitos considerando a legislação que determina a fiscalização da rotulagem dos alimentos, Portaria nº 2658, de 22 de dezembro de 2003, e as técnicas para produção de alimentos com características selecionadas.



RECURSOS DE APOIO PARA AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO

LEITURA



A clonagem vegetal e seu papel na sustentabilidade ambiental

<https://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/clonagem-vegetal-papel-sustentabilidade-ambiental/>

Acesso em: 17/05/22

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



Portaria nº 2658, de 22 de dezembro de 2003.

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/portaria-no-2-658-de-22-de-dezembro-de-2003.pdf>

Acesso em: 17/05/2022.

ESTUDANTE EM AÇÃO

- Dissecção de uma flor e reconhecimento das estruturas, bem como compreensão das suas respectivas funções;
- Início do experimento Micropropagação in vitro.
- Levantamento de hipóteses sobre como a banana é cultivada se não possui sementes.

EXIBIÇÃO DE VÍDEOS



Dia de Campo na TV - Micropropagação in vitro de bananeiras - Embrapa Agroindústria Tropical.

<https://www.youtube.com/watch?v=pZiH9SwWGT0>

Acesso em: 17/05/2022.



Resumo sobre o Reino Plantae - botânica

<https://www.youtube.com/watch?v=l80Dqo4fLrE>

Acesso em: 17/05/2022.



Projeto planeja clonar plantas para ajudar na preservação de espécies vegetais

<https://www.youtube.com/watch?v=fN-l2mcphR4>

Acesso em: 24/05/2022.



AVALIAÇÃO

A atividade prática da análise da flor traz em si uma boa orientação de como considerar a análise um instrumento avaliativo, pois o êxito parcial ou não na obtenção das estruturas

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

reprodutivas e a identificação podem ser critérios para avaliação. Ressalta-se que todas as etapas da atividade podem ser consideradas como partes do processo avaliativo, desde a solicitação prévia aos estudantes do material vegetal para análise até a sua conclusão. Caso a visita guiada tenha sido realizada, por meio de um roteiro e/ou relatório, os estudantes podem ser avaliados relacionando o que foi visto no local com o que foi abordado em sala de aula. Portanto, é necessário valorizar todo esse processo e não somente a entrega final do trabalho, se pautando nas premissas de uma avaliação formativa. Como forma de consolidar todo o conhecimento trilhado até aqui, os estudantes podem elaborar um mapa mental com as etapas do processo de desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas aliando-as aos conhecimentos da engenharia genética. Esse mapa mental deve ser avaliado contendo os tópicos principais abordados em sala de aula, de acordo com a realidade escolar.



INTEGRAÇÃO

HABILIDADE DA ÁREA INTEGRADA

(EMIFMAT08) Selecionar e mobilizar intencionalmente conhecimentos e recursos matemáticos para propor ações individuais e/ou coletivas de mediação e intervenção sobre problemas socioculturais e problemas ambientais.

ENCAMINHAMENTOS DO TRABALHO INTEGRADO

Essa prática sugerida, constitui-se em saídas de campo em ecossistemas urbanos e/ou naturais (dependendo da realidade escolar). O objetivo é que os estudantes identifiquem e fotografem diferentes espécies de plantas de grupos taxonômicos distintos, observando aspectos morfológicos e anatômicos.

Esses aspectos podem ser altura, floração e perda de folhas, por exemplo. Dependendo do local visitado, os estudantes encontrarão espécies nativas e exóticas durante esse levantamento, sendo que a quantidade e a dimensão da área em que elas vivem, formam um conjunto de fatores que pode ser trabalhado com a Matemática.

A área a ser visitada pode ser demarcada antecipadamente no mapa da cidade, relacionando com outros elementos urbanos e/ou naturais próximos à região. O levantamento com a frequência das espécies pode ser apresentado na forma de tabelas com dados estatísticos de frequência das espécies e frequência relativa. Uma pergunta instigadora que é possível ser feita:

Por que determinada espécie aparece com mais frequência em uma região e não em outra? Nesse sentido, um aprofundamento maior do impacto do ser humano em áreas ambientais deve ser feito.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

APROFUNDAMENTO PARA A PRÁTICA INTEGRADA



Estatística Aplicada à Biologia

<https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=22561>

Acesso em: 17/05/2022.

Objetivo de Aprendizagem	Objeto do Conhecimento	Sugestões de Conteúdos
2. Aplicar técnicas de reprodução de plantas (propagação vegetativa e germinação) considerando a análise de diferentes fatores físico-químicos, em experiências laboratoriais, avaliando cada etapa e lidar com as incertezas da ciência.	Propagação vegetativa. Clonagem de plantas. Germinação.	Técnicas de cultivo de plantas (estaquia, mergulhia, alporquia e enxertia). Fatores físico-químicos (pH, água, nutrientes, temperatura e luminosidade). Hormônios vegetais.



PROBLEMATIZANDO

Estimado Professor!

A Biotecnologia é uma rede complexa de conhecimentos em que a ciência e a tecnologia se conectam. Podemos criar plantas em laboratório? Inventar novas espécies? Como é o processo para desenvolver novas variedades de sementes/plantas? Quem pode fazer isso? No Brasil e no Paraná, temos esse tipo de trabalho sendo desenvolvido? Essas são questões que podem fomentar a busca de respostas pelos estudantes e encaminhar as aulas para o alcance do objetivo de aprendizagem. Ao simular a atividade proposta em laboratório, a Micropropagação in vitro, quais são os principais fatores que deve-se considerar para a obtenção de melhores resultados? Alguns cuidados de manuseio são fundamentais, será que é possível deduzir antecipadamente quais são eles?



ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Professor, a partir da(s) planta(s) escolhida(s) para a micropropagação, retome com os estudantes os conceitos aprendidos até aqui, de modo a analisar se houve entendimento sobre

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

a diferença entre os mecanismos de reprodução das plantas Angiospermas. Dependendo da espécie escolhida, é importante que as aulas abordem algumas noções básicas sobre as técnicas desse procedimento.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Inicie a aula questionando os estudantes:

Que fatores afetam o enraizamento, crescimento e o florescimento das plantas?

O cultivo de plantas se torna um grande desafio, considerando alguns fatores para o bom desenvolvimento delas: nutrição, água, intensidade da luz, oxigênio e CO₂, pH do solo e temperatura.

Antes de iniciar o experimento, os estudantes em grupos podem pesquisar a importância de cada fator físico-químico necessário para o crescimento da planta e discutir métodos de controle para assegurar um bom crescimento dela in vitro ou outro local. É possível exibir o vídeo para conhecer uma empresa que faz clonagem de plantas e exemplificar os fatores necessários para o bom desenvolvimento delas. O vídeo chama-se: Vem conhecer um LABORATÓRIO de MICROPROPAGAÇÃO de Plantas!

*(Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino**).*

A partir daí, é preciso definir quais serão as variáveis analisadas pelos estudantes ao longo do processo, considerando meios para mensurá-las.

Por exemplo, considerando que se queira analisar o efeito da luminosidade ou da temperatura para o enraizamento/crescimento da(s) planta(s), os estudantes precisam realizar simultaneamente um grupo experimental e um grupo controle, mantendo condições diferentes de luminosidade/temperatura para o grupo experimental, com intuito de investigar a influência dos fatores externos no desenvolvimento do vegetal.

Ao analisar a temperatura de um determinado explante, que pode ser extraído de um tecido (meristemas) ou de um órgão (gemas ou brotos, raízes, anteras etc.), é necessário adquirir pelo menos dois termômetros de ambiente com máxima e mínima, para que um fique dentro da sala com os cultivos e outro em um lugar distante para traçar um comparativo.

No caso da luminosidade, pode-se utilizar celofane nas cores amarelo, vermelho, verde, azul, laranja e violeta. Obs.: não é necessário utilizar todas as cores, considere a influência da luz na velocidade da fotossíntese de acordo com o comprimento da radiação visível. Nesse caso, é necessário envolver todo o tubo de ensaio ou outro recipiente transparente utilizado para que só atravesse a cor da luz desejada.

Para o monitoramento semanal (definir previamente a periodicidade que será feito o acompanhamento) de temperatura, por exemplo, os estudantes podem fazer o registro em

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

uma planilha eletrônica disponibilizada previamente, integrando os conceitos da Área de Matemática, o que permite facilitar a construção de gráficos para a interpretação de informações e conclusões do projeto.

Os dados obtidos ao longo do experimento precisam ser coletados e tabulados.

Como organizar os dados obtidos? Utilizando conhecimentos de Estatística, coletas e tabulação de dados.

Exemplo:

Semana	Temperatura	pH	Luminosidade Celofane azul	Luminosidade Celofane amarelo	Presença de contaminação no experimento?
Semana 1					

Uma outra forma de apresentação dos dados pode ser através da construção de gráficos. Os registros podem compor um portfólio e/ou criar um perfil em uma rede social para postagens de cada etapa desenvolvida, ou utilizar um blog/perfil oficial da própria escola.

Como forma de contribuir para a elucidação de conceitos sobre a importância da luminosidade para as plantas, sugere-se a leitura da página *Khan Academy* - Luz e pigmentos fotossintéticos. (*Você pode verificar esse conteúdo nos Recursos de apoio para as estratégias de ensino*).

GERMINAÇÃO DE SEMENTES

Professor, caso opte por não utilizar os celofanes coloridos no próprio experimento de clonagem de plantas, sugere-se fazer uma atividade prática com germinação das sementes do feijão. Dessa forma os estudantes podem verificar se existe diferença de crescimento de plantas se forem iluminadas com cores diferentes e coletar dados em experimentos.

Atividade Prática - Germinação do Feijão com Diferentes Cores

Materiais

- Feijões;
- Rolo de papel higiênico, caixas reaproveitadas Tetra pak (ou outro recipiente que não seja transparente);
- Algodão;
- Fita adesiva;
- Água;
- Celofanes coloridos: amarelo, vermelho, verde, azul, laranja e violeta.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

PROCEDIMENTOS

Fazer o plantio da semente no algodão levemente umedecido com água em cada um dos recipientes escolhidos (rolo de papel higiênico ou caixas Tetra pak).

Cobrir o recipiente com o celofane duplo nas cores escolhidas e prender com a fita adesiva.

Colocar os recipientes em condições idênticas de iluminação.

Aguardar alguns dias acompanhando o crescimento, sendo que a partir do terceiro dia, é possível que já se perceba a germinação das sementes.

Para acompanhar o crescimento das sementes, é necessário medi-las registrando os resultados em tabelas, a partir da construção de uma planilha para o registro dos dados.

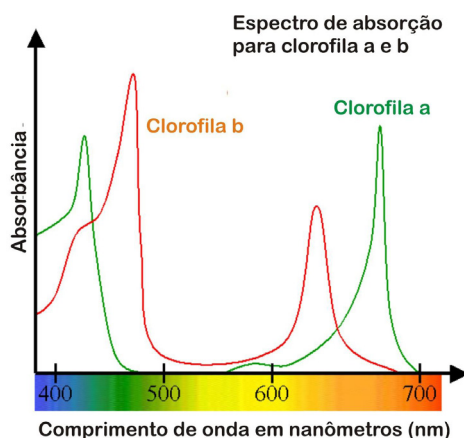
Dia	Celofane amarelo (cm)	Celofane verde (cm)
1		

CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

Os estudantes podem construir gráficos para cada experimento (recipiente) de modo que os dias fiquem no eixo x (abscissas) e as medidas das alturas das plantas no eixo y (ordenadas).

Possivelmente ocorrerá o crescimento maior (valores mais altos de crescimento) e mais rápido (valores atingem o pico em menor número de dias) nos recipientes com o celofane vermelho e azul. Os estudantes devem chegar a essa conclusão pela comparação direta dos dados nos gráficos.

Apresente para os estudantes a imagem com o espectro de absorção para clorofila a e b, como o exemplo abaixo:



Os estudantes podem relacionar o crescimento das sementes com o espectro de absorção para clorofila. Todo o experimento pode ser feito com uma ou mais plantas por recipiente. Assim, haverá mais dados para serem coletados e tabulados.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

INICIANDO O EXPERIMENTO DE MICROPROPAGAÇÃO VEGETAL

Com base na planta definida na primeira seção temática e a organização do cronograma elaborado em conjunto com a turma, inicie os procedimentos que já foram mencionados na seção temática anterior.

Práticas de micropropagação vegetal se justificam pelo fato de que são técnicas de domínio público, relativamente simples e de baixo custo. Numerosas empresas as utilizam no mundo todo para garantir a qualidade genética e fitossanitária das mudas e sementes comercializadas. Esta tecnologia está amplamente difundida na América Latina, onde representa o segundo produto mais comercializado da biotecnologia agrícola, com ampla difusão na olericultura, na hortifruticultura, na floricultura e na propagação de plantas ornamentais, assim como na produção de plantas de interesse industrial (cana, café) e de mudas de essências florestais para as indústrias de papel (MUÑOZ- MALAJOVICH, 2019).

Ao término desta seção temática, espera-se que os estudantes tenham escrito a metodologia do projeto com base na planta escolhida e conseqüentemente na técnica necessária para obter os resultados. Os dados parciais podem ser registrados como parte do produto final dessa Trilha de Aprendizagem, além de ser um dos instrumentos avaliativos para o trimestre.

Professor, é necessário que durante o processo da aplicação da metodologia do experimento proposto, seja previsto um destino final para as mudas produzidas. Considerando que a última seção temática está estruturada no eixo Empreendedorismo e que empreender é a capacidade que uma pessoa tem de identificar problemas e oportunidades desenvolvendo soluções na criação de algo positivo para a sociedade, a partir da planta escolhida, alguns destinos podem ser feitos, tais como:

plantio em uma horta, em canteiros, em uma horta vertical na própria escola;

uso de técnicas para obtenção de infusões e concentrados (dependendo da planta escolhida);

venda ou simulação de venda das plantas ornamentais com atribuição de um valor simbólico (cálculo de lucro com base na matéria prima utilizada).



RECURSOS DE APOIO PARA AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO

LEITURA



Luz e pigmentos fotossintéticos

<https://pt.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-and-photosynthetic-pigments> . Acesso em: 17/05/2022.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

EXIBIÇÃO DE VÍDEOS



Vem conhecer um LABORATÓRIO de MICROPROPAGAÇÃO de Plantas!

<https://www.youtube.com/watch?v=LsdZAs8ttyU&t=754s>

Acesso em: 17/05/2022.



AVALIAÇÃO

Todas as etapas do experimento de Micropropagação in vitro ou em outro local podem ser consideradas como momentos para a avaliação, destaca-se aqui que deve-se valorizar mais o processo do que o resultado em si. Em outras palavras, se ao final do experimento não forem obtidos resultados planejados em relação ao desenvolvimento da proposta: (enraizamento e/ou crescimento da(s) planta(s)), isto não implica que o trabalho não esteja apto para atribuição de uma avaliação satisfatória, desde que as fases exigidas para execução do experimento tenham sido atendidas e os fatores externos e possíveis erros justificados durante a escrita dos resultados. Isso demonstra o entendimento por parte do estudante de que a ciência é construída por tentativas e erros, ao lidar com incertezas e colocá-las em prática.

A partir da proposta de monitoramento e acompanhamento dos fatores a serem analisados nas amostras, estes também podem ser critérios que contribuem na parte avaliativa desta atividade. Para cada fator analisado (luminosidade, pH, entre outros), técnicas diferentes precisam ser colocadas em prática e para tanto, os estudantes precisam investigar as melhores técnicas adaptadas ao seu contexto escolar.



INTEGRAÇÃO

HABILIDADE DA ÁREA INTEGRADA

(EMIFMAT01) Investigar e analisar situações-problema identificando e selecionando conhecimentos matemáticos relevantes para uma dada situação, elaborando modelos para sua representação.

ENCAMINHAMENTOS DO TRABALHO INTEGRADO

Com base no monitoramento semanal dos fatores físico-químicos, os estudantes podem fazer o uso de uma planilha eletrônica disponibilizada previamente integrando com os conhecimentos da Área de Matemática, o que permite facilitar a construção de gráficos para a interpretação de informações e conclusões do projeto.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

Os dados obtidos ao longo do experimento precisam ser coletados e tabulados utilizando conhecimentos de Estatística.

APROFUNDAMENTO PARA A PRÁTICA INTEGRADA



Criar um gráfico do início ao fim

<https://support.microsoft.com/pt-br/office/criar-um-gráfico-do-in%C3%ADcio-ao-fim-0baf399e-dd61-4e18-8a73-b3fd5d5680c2>

Acesso em: 17/05/2022.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

ORGANIZAÇÃO CURRICULAR

3º

TRIMESTRE

BIOTECNOLOGIA APLICADA

EIXO ESTRUTURANTE: EMPREENDEDORISMO

(EMIFCG11) Utilizar estratégias de planejamento, organização e empreendedorismo para estabelecer e adaptar metas, identificar caminhos, mobilizar apoios e recursos, para realizar projetos pessoais e produtivos com foco, persistência e efetividade.

EIXO ESTRUTURANTE: INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

(EMIFCG03) Utilizar informações, conhecimentos e ideias resultantes de investigações científicas para criar ou propor soluções para problemas diversos.

HABILIDADE DA ÁREA

(EMIFCNT11) Selecionar e mobilizar intencionalmente conhecimentos e recursos das Ciências da Natureza para desenvolver um projeto pessoal ou um empreendimento produtivo.

(EMIFCNT03) Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a dinâmica dos fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM DO TRIMESTRE

1 Empregar os conceitos genéticos em diferentes mecanismos de herança genética para compreender as bases de melhoramento animal e vegetal.

2 Compreender os diferentes impactos da utilização das técnicas de transgenia, conscientizando-se sobre as suas vantagens e desvantagens na manipulação de sistemas biológicos.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- Compreensão dos fundamentos básicos da genética;
- Noções sobre a estrutura molecular e replicação do DNA;
- Noções sobre RNA: Estrutura molecular, tipos, transcrição e tradução;
- Núcleo e cromossomos;
- Genética Mendeliana: 1ª e 2ª Lei de Mendel.

Objetivo de Aprendizagem	Objeto do Conhecimento	Sugestões de Conteúdos
1. Empregar os conceitos genéticos em diferentes mecanismos de herança genética para compreender as bases de melhoramento animal e vegetal.	Variações das heranças mendelianas.	Pleiotropia. Interação gênica. Herança ligada ao sexo. Mutações gênicas. Aconselhamento genético. Bioética.



PROBLEMATIZANDO

Estimado Professor!

Ensinar Biologia vai muito além de explicar conceitos científicos que são inerentes à vida, então, como aproximar os estudantes dos novos saberes a partir do contexto em que vivem? Os conhecimentos científicos repercutem diretamente em questões de caráter social, ambiental, cultural e entre outros, portanto, a problematização dos temas em sala de aula configura uma possibilidade de observação de uma parcela da realidade permitindo o aprofundamento de pontos essenciais para a construção de novos conhecimentos e intervenção na realidade.



ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Professor, para alcançar o primeiro objetivo de aprendizagem, é importante retomar alguns conceitos básicos de genética abordados no currículo de Biologia da Formação Geral Básica, proporcionando a todos os estudantes uma base de construção de novos conhecimentos.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

RESGATANDO CONCEITOS - SISTEMA ABO

Inicie a aula com a leitura da seguinte notícia: **Sangue raro presente em apenas 11 famílias brasileiras salva bebê na Colômbia.** (*Você pode verificar esse conteúdo nos Recursos de apoio para as estratégias de ensino*).

Após a leitura da notícia, retome com os estudantes o sistema de classificação sanguíneo: Sistema ABO, considerando que é um caso clássico de Polialelia. A partir de exercícios contextualizados e de probabilidade, os estudantes poderão compreender que na polialelia existem mais de dois genes alelos para a mesma característica e entender os exemplos: cor da pelagem em coelhos, herança dos grupos sanguíneos do sistema ABO.

Para que outras variações mendelianas sejam abordadas, como a Pleiotropia, peça para que os estudantes façam a leitura da reportagem: **Casal tem gêmeos negro e branco na Alemanha.**

Essa reportagem pode ser lida pelos estudantes em casa, com base na metodologia ativa da Sala de Aula Invertida. Após a leitura, na sala de aula, eles devem elaborar hipóteses para explicar o fato do casal terem gêmeos com cores de pele diferentes, com base nos conhecimentos que eles já possuem. Em grupos, devem apresentar as suas hipóteses para os colegas e juntos, chegarem a uma conclusão para tal fato. Em seguida, cada grupo apresenta a hipótese escolhida e é colocada em discussão com os demais da turma. Vale ressaltar que hipóteses acerca da infidelidade da mulher ou troca da criança na maternidade, não podem ser consideradas, sendo que a intenção é que conceitos genéticos sejam discutidos na turma. Após a discussão, os estudantes devem pesquisar como ocorre a herança da cor da pele dos seres humanos. Questione os estudantes:

Quais são os genótipos e fenótipos envolvidos na herança quantitativa para a cor da pele?

MUTAÇÃO GÊNICA

A proposição de simulações de atividades que visam elucidar a herança de características ao longo de gerações facilitam o processo de ensino aprendizagem. Na revista *Genética na Escola*, volume 9 de 2014, a atividade "Canudinhos: uma simulação para aprender genética de populações e seleção natural" dos autores Trigo, F. R. et al (2014), traz uma boa proposta para se abordar a mutação gênica que acarreta na Anemia Falciforme. (*Você pode verificar esse conteúdo nos Recursos de apoio para as estratégias de ensino*).

HERANÇA LIGADA AO SEXO

Com relação a Herança ligada ao sexo, os estudantes podem realizar uma atividade prática para compreender como o Daltonismo é transmitido.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

Atividade Prática: Como a Característica do Daltonismo é Transmitida?

Materiais

- Copos plásticos;
- Feijões brancos (ou outro material como uma bolinha de papel colorida);
- Feijões vermelhos (ou outro material como uma bolinha de papel colorida);
- Caneta hidrocor.

Procedimentos

1. Identifique um copo como "Mãe" e outro como "Pai". Os feijões brancos representam os cromossomos X. Use uma caneta hidrocor preta para marcar um feijão branco com um ponto. O ponto representa o alelo ligado ao X para daltonismo. Coloque esse feijão, mais um feijão branco sem marca no copo "Mãe".
2. Marque um ponto preto em mais um feijão branco. Coloque esse feijão, mais um feijão vermelho, no copo "Pai". O feijão vermelho representa o cromossomo Y.
3. Feche seus olhos e pegue um feijão de cada copo para representar como cada pai contribui com seus cromossomos sexuais em um óvulo fecundado.
4. Na sua tabela de dados, anote a cor de cada feijão e o sexo do indivíduo que carregaria esse par de cromossomos sexuais. Também anote quantos alelos ligados ao X o indivíduo possui. Coloque os feijões de volta aos copos originais.
5. Determine se esse indivíduo apresentaria daltonismo.
6. Repita os passos do 4 ao 6 mais nove vezes, totalizando 10 testes.

Resultados

Teste	Cores	Sexo do indivíduo	Número de alelos ligados ao X	Presença de daltonismo
1				
2				
3				

Discussão

1. De acordo com seus resultados, daltonismo é mais frequente em homens ou mulheres? Por quê?

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

2. Algum dos pais é daltônico? Se sim, o pai ou a mãe?
3. A mãe é homocigota ou heterocigota para daltonismo?
4. É possível alguém carregar o gene do daltonismo e não ser daltônico? Explique.
5. Calcule o total da turma para cada coluna. Quantas meninas eram daltônicas? E quantos meninos?
6. Explique esses resultados.

MELHORAMENTO GENÉTICO DAS PLANTAS

Com o conhecimento das heranças mendelianas e suas variações e o estudo de frequências genotípicas e fenotípicas, expressões dos genes e caracteres quantitativos e qualitativos, o estudante poderá compreender as bases de melhoramento animal e vegetal. Se pautando em um alimento bastante apreciado no Brasil, o milho-pipoca, grandes pesquisas são realizadas visando o aumento da produtividade e de caracteres de interesse, como a textura e maciez. Um dos objetivos desses tipos de pesquisa é evitar os efeitos da endogamia sobre características de reprodução. Após essa breve introdução, questione os estudantes: **qual é o principal propósito do melhoramento de populações?** Anote as conclusões dadas pelos estudantes no quadro e questione-os novamente: **quais técnicas são utilizadas para a seleção de uma determinada linhagem de plantas e/ou animais?** Espera-se que os estudantes mencionem sobre a hibridação. Hibridação é a fusão de gametas geneticamente diferentes que acaba resultando em indivíduos heterocigóticos para um ou mais *locus* (Borém, Miranda e Fritsche-Neto, 2021).

Existem várias espécies de animais, por exemplo, que foram oriundos do cruzamento genético entre espécies diferentes que visam criar animais mais fortes, com carnes mais saborosas, menos gordurosas, entre outros. Peça para que os estudantes comentem sobre os animais híbridos que eles conhecem, ou se possível, pesquisem na internet imagens desses animais. **E para as plantas? Quais efeitos se esperam na obtenção de plantas híbridas?** Questione os estudantes e apresente o conceito de endogamia. A endogamia ocorre pelo aumento da homocigose nas descendências de cruzamentos seja animal ou vegetal. Reportando ao milho-pipoca, em que o método frequentemente utilizado para obtenção de híbridos é a autofecundação, isso acaba acarretando a depressão por endogamia. A depressão endogâmica é a perda de vigor na descendência podendo ocasionar no aparecimento de genes letais, por exemplo.

Exiba para os estudantes o vídeo: MOMENTO NO CAMPO #103 | MILHO DE PIPOCA, em que aborda sobre a produção do milho como grande destaque da agricultura brasileira, suas propriedades, a diferença entre o milho comum e o milho-pipoca e formas de preparo (*Você pode verificar esse conteúdo nos Recursos de apoio para as estratégias de ensino*). O grão é utilizado para os diversos fins, estando presente em produtos industrializados como os refrigerantes, biscoitos, massas e até mesmo em indústrias têxteis e farmacêuticas.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

Em seguida, apresente para os estudantes o texto “O ponto de vista do Milho”, de Fernando Reinach, para que a leitura seja realizada em casa e a discussão seja realizada na próxima aula (*Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino***). Após a leitura, questione os estudantes sobre a opinião deles sobre o texto e como os seres humanos são “usados” pelo milho. Em grupos, peça para que os estudantes conceituem através de pesquisas em bibliografias diversas e/ou na internet sobre domesticação de espécies, seleção natural, inimigos naturais, competição entre as plantas, que são os conceitos apresentados no texto. Além disso, eles podem pesquisar as variedades desse grão, a sua origem desde os povos pré-colombianos e os motivos históricos e culturais envolvidos na produção desse alimento.



RECURSOS DE APOIO PARA AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO

LEITURA



Sangue raro presente em apenas 11 famílias brasileiras salva bebê na Colômbia.

<https://g1.globo.com/ceara/noticia/sangue-raro-presente-em-apenas-11-familias-brasileiras-salva-bebe-na-colombia.ghtml>

Acesso em: 17/05/2022.



Canudinhos: uma simulação para aprender genética de populações e seleção natural.

<https://geneticanaescola.com/revista/article/view/174>

Acesso em: 17/05/2022.



Casal tem gêmeos negro e branco na Alemanha.

<https://bityli.com/CGtXGqeQR>

Acesso em: 17/05/2022.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

ESTUDANTE EM AÇÃO

- Realização de cálculos de probabilidade sobre as variações mendelianas;
- Identificação dos diferentes genótipos e fenótipos para cor da pele em seres humanos;
- Compreender os efeitos da seleção humana nas espécies animais e vegetais.

EXIBIÇÃO DE VÍDEOS



MOMENTO NO CAMPO #103 | MILHO DE PIPOCA

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



AVALIAÇÃO

Pensando na atividade proposta sobre o Sistema ABO, deve-se levar em consideração não apenas o acerto em relação aos cálculos de probabilidades, mas o pensamento lógico e ordenado referente ao conteúdo proposto.

Para a atividade de leitura da notícia sobre Pleiotropia, sugere-se uma apresentação oral breve, estilo roda de conversa, para que um estudante representante do grupo compartilhe a hipótese defendida pela equipe e explique a situação relatada na manchete. Como alternativa, pode-se propor um debate adaptado, no qual o grupo expõe as hipóteses e na sequência os demais devem trazer argumentos para refutar ou não a hipótese apresentada. Ao término, caberá aos grupos pesquisarem em bibliografias disponíveis a resolução do problema.

Ao abordar sobre mutação gênica, seguindo o passo-a-passo sugerido na atividade "Canudinhos: uma simulação para aprender genética de populações e seleção natural", tem-se uma proposta elaborada que pode ser considerada como instrumento avaliativo. Os critérios precisam ser definidos antecipadamente e dialogados com os estudantes, considerando: o envolvimento e participação de todos os membros da equipe e o cumprimento de determinadas tarefas elucidadas no plano.

Na atividade de Herança Ligada ao Sexo, na prática ao responder as perguntas sugeridas tem-se mais uma possibilidade de avaliação, sendo que não considerará erros ou acertos nos resultados obtidos nos cruzamentos dos feijões, pois são eventos aleatórios, mas as questões propostas na discussão sim, necessitam ter fundamento teórico.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



INTEGRAÇÃO

HABILIDADE DA ÁREA INTEGRADA

(EMIFMAT03) Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a contribuição da Matemática na explicação de fenômenos de natureza científica, social, profissional, cultural, de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.

ENCAMINHAMENTOS DO TRABALHO INTEGRADO

Considerando que os estudantes necessitam vislumbrar os efeitos práticos dos conhecimentos da Matemática no cotidiano, o desenvolvimento desse objetivo de aprendizagem atua como catalisador no processo de atribuição de sentido, quando cálculos de probabilidade são aplicados em estudos da genética. A partir de estudos de casos, considerando diferentes características a serem analisadas, pode-se exercitar os conceitos de distribuição e alterações nas frequências alélicas devido a diversos fatores como a seleção natural, a deriva genética e as características evolutivas com fórmulas matemáticas de probabilidade, que vem sendo trabalhadas em etapas de ensino anteriores.

APROFUNDAMENTO PARA A PRÁTICA INTEGRADA



Genética Básica - Vol.2

<https://canal.cecierj.edu.br/recurso/6610>

Acesso em: 17/05/2022.



Probabilidades em genética

<https://pt.khanacademy.org/science/biology/classical-genetics/mendelian-genetics/a/probabilities-in-genetics>

Acesso em: 17/05/2022.



Frequência alélica | Evolução e a árvore da vida | Biologia | Khan Academy

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

Acesso em: 17/05/2022

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

Objetivo de Aprendizagem	Objeto do Conhecimento	Sugestões de Conteúdos
2. Compreender os diferentes impactos da utilização das técnicas de transgenia, conscientizando-se sobre as suas vantagens e desvantagens na manipulação de sistemas biológicos.	Engenharia Genética. Transgenia. Biotecnologia Vermelha.	Tecnologia do DNA recombinante. Organismos geneticamente modificados. Melhoramento genético na agricultura. Produção de vacinas.



PROBLEMATIZANDO

Estimado Professor!

Muitas vezes nem percebemos que estamos usufruindo de produtos e/ou serviços advindos da Biotecnologia. Quando abastecemos o carro com etanol, estamos fazendo uso de um produto da Biotecnologia que foi obtido com a fermentação de açúcares presentes na extração da cana-de-açúcar. Se tratando dos organismos geneticamente modificados, eles são capazes de solucionar problemas como a seca, doenças, pragas e outras situações? É hora de instigar nossos estudantes nesse sentido com as estratégias sugeridas a seguir.



ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Professor, para iniciar a aula você pode questionar os estudantes:

Vocês já se alimentaram ou se alimentam de transgênicos? Quais alimentos?

Após as respostas deles, questione:

Na opinião de vocês, os alimentos transgênicos fazem bem ou mal para a saúde da população?

ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

Peça para que os estudantes em grupos elaborem um ou vários motivos pelos quais os organismos geneticamente modificados foram criados pelo ser humano.

Esses motivos devem ser registrados no caderno individualmente e cada grupo deverá elaborar uma hipótese a respeito da pergunta:

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

O que são Organismos geneticamente modificados?

Além da elaboração da hipótese, eles devem fazer um desenho ou um esquema que represente como esses organismos são criados em laboratório. Vale ressaltar que esse momento proporciona o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do tema, resgatando conceitos já trabalhados na 1ª série do Ensino Médio na Formação Geral Básica de Biologia (Mecanismos do DNA e RNA).

BIOTECNOLOGIA VERMELHA

Como forma de alinhar os conhecimentos até aqui, com a aplicação das técnicas na área da Saúde - Biotecnologia Vermelha, é possível abordar o processo de produção das vacinas e as possíveis reações disponíveis no canal do Hospital Israelita Albert Einstein.

Acesse os vídeos:

Por que algumas vacinas causam mais reações do que outras?

Como as vacinas contra COVID-19 ficaram prontas tão rápido?

*(Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino**).*

De modo a aprofundar o conhecimento sobre a Biotecnologia Vermelha, os estudantes podem realizar uma pesquisa sobre quais terapias existem para o tratamento de doenças como o câncer; e/ou como os testes de diagnóstico são desenvolvidos para a detecção da COVID-19, por exemplo. Durante essa pesquisa, as hipóteses elaboradas no início podem ser consideradas nesse momento, visando a apropriação de novos saberes.

Os estudantes podem assistir ao vídeo: "Você sabe o que é a Biotecnologia Vermelha? | Biotecnologia Médica | LiNA Biotec UFBA-IMS", para resgatar alguns conceitos já aprendidos na primeira seção temática. *(Você pode verificar esse conteúdo nos **Recursos de apoio para as estratégias de ensino**).*

Em seguida, questione os estudantes:

Considerando que a Biotecnologia Vermelha visa desenvolver técnicas para amenizar ou erradicar o sofrimento humano e promover melhorias na qualidade de vida, qual medicamento ou vacina você desenvolveria para aliviar algum problema de saúde que te aflige ou sua família?

Individualmente os estudantes precisam descrever quais etapas e conceitos devem ser considerados na elaboração dessa sugestão de produto (medicamento ou vacina).

Professor, caso considere fundamental a apresentação desta atividade, esta pode ser requerida em forma de esquemas, desenhos, slides, cartazes ou oralmente. Considera-se importante que o estudante utilize conhecimentos da Biologia para elaboração do produto. Ressalta-se que a proposta é que os estudantes articulem os conhecimentos aprendidos até

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

aqui, ancorando-se na 1ª série na Formação Geral Básica para elaboração desse produto sem que necessariamente precisem prever todas as variáveis envolvidas no processo.

Para elucidar o que se espera com essa atividade, segue um exemplo: hipoteticamente um estudante deseja desenvolver uma vacina para a rinite que lhe aflige. Então ele precisa analisar, ancorando-se em conhecimentos já consolidados ou através de pesquisas, o seguinte raciocínio:

A vacina tem o objetivo de induzir a imunidade aos vírus e bactérias causadores de algumas doenças, descartando a possibilidade de ser uma Rinite infecciosa (causada por bactérias ou vírus). A Rinite alérgica ocorre por conta dos alérgenos que são substâncias de origem natural capazes de provocar uma hipersensibilidade em pessoas suscetíveis, portanto, ele pode concluir que uma vacina para rinite precisa conter entre outros produtos, os alérgenos que vão sendo administrados em doses crescentes, de forma a reduzir a sensibilidade da pessoa alérgica.

Em seguida, como forma de estimular para o desenvolvimento cognitivo, intelectual e emocional do estudante, um jogo pedagógico sobre Biotecnologia disponível na Revista Genética na Escola, volume 13, nº2 de 2018 se torna uma boa estratégia de atividade. O objetivo central do jogo é a produção de vacina contra o HPV a partir da tecnologia do DNA Recombinante. Na proposta, os autores Meloni, Spiegel, Gomes (2018) utilizam modelos 3D do vírus HPV, da molécula plasmídeo e das proteínas recombinantes que montam o capsídeo do HPV. No entanto, na falta desses modelos prontos, é possível que os estudantes construam com outros materiais alternativos como, massa de modelar, massa de *biscuit*, entre outros. *(Você pode verificar esse conteúdo nos Recursos de apoio para as estratégias de ensino).*

Produto Final - Projeto De Iniciação Científica

Paralelamente a essa proposta de atividade, os estudantes precisam fazer a análise dos dados compilados, a partir do crescimento e desenvolvimento das plantas e escrever os resultados e discussão do projeto de iniciação científica.

O projeto finalizado entregue, deve ser considerado como instrumento avaliativo para conclusão da Trilha de Aprendizagem. A realização do projeto precisa ser divulgado na escola, visando compartilhar o que foi construído e todo o empenho feito pelos estudantes e pelo próprio corpo docente envolvido, portanto, você pode solicitar que eles elaborem um banner sobre o projeto. O banner pode ser feito no papel craft, cartolinas, direto no mural da escola ou outras formas de apresentar, contendo o título, a introdução, os conteúdos trabalhados, a metodologia condensada com fotos do processo, tabelas, estatísticas, gráficos, diagramas.

Deve-se planejar um destino final para as mudas produzidas e isso precisa ser decidido com os grupos de estudantes, além de estar descrito no projeto. Considerando que o eixo estruturante dessa seção temática é o Empreendedorismo, a partir da espécie escolhida de planta, deve-se então por em prática quanto ao destino final que foi planejado na seção temática anterior juntamente com os estudantes.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

RECURSOS DE APOIO PARA AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO

LEITURA



Biotecnologia em jogo: estratégia lúdica para o ensino médio

<https://pesquisadores.uff.br/academic-production/biotecnologia-em-jogo-estrat%C3%A9gia-l%C3%ADica-para-o-ensino-m%C3%A9dio>

Acesso em: 17/05/2022.

EXIBIÇÃO DE VÍDEOS



Por que algumas vacinas causam mais reações do que outras?

<https://www.youtube.com/watch?v=jbg5UGpCkUc>

Acesso em: 17/05/2022.



Como as vacinas contra COVID-19 ficaram prontas tão rápido?

<https://www.youtube.com/watch?v=Z-f8fsdDMI0>

Acesso em: 17/05/2022.



Você sabe o que é a Biotecnologia Vermelha?

<https://www.youtube.com/watch?v=tsI9ICisL2E>

Acesso em: 17/05/2022.

ESTUDANTE EM AÇÃO

- Elaboração de um esquema sobre como os OGMs são criados em laboratório;
- Elaboração de um produto simples aliado aos conceitos dos OGMs que minimizem algum problema de saúde próprio ou de algum familiar;
- Escrita das seções de resultados e discussão do projeto;
- Finalização do projeto de iniciação científica e divulgação dos resultados para a comunidade escolar.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



AVALIAÇÃO

Uma atividade avaliativa pode ser o registro no caderno com os motivos que justificam a criação de organismos geneticamente modificados, e a outra compreende a elaboração do desenho ou esquema que represente como esses organismos são criados em laboratório. Vale ressaltar que são atividades de cunho diagnóstico, que trazem informações a respeito do que os estudantes já sabem a respeito do tema, para que possa-se mapear novas estratégias de abordagens metodológicas.

Visando consolidar os conhecimentos apropriados e estimular o pensamento lógico e ordenado, tem-se o trabalho de pesquisa sobre terapias para o tratamento de doenças, que culmina numa atividade teórica desafiadora propondo aos estudantes criarem soluções inovadoras em relação ao uso de medicamentos e vacinas. Esta atividade tem como objetivo sintetizar o que foi aprendido na seção temática e, portanto, a avaliação precisa considerar a análise individual do produto sugerido pelo estudante.

O produto final da Trilha de Aprendizagem foi avaliado durante todo o seu processo de construção, pois para cada etapa cumprida nas seções temáticas anteriores, foram sugeridos instrumentos e critérios variados. Isso ocorreu para que se possa abranger as diferentes maneiras de aprendizagem dos conhecimentos assimilados pelos estudantes.

Partindo do princípio de que no percurso realizado, as observações foram feitas sinalizando os pontos a serem melhorados e as dificuldades percebidas garantindo tempo para reflexões e correções, o produto final é a composição de todas essas partes já avaliadas anteriormente. Isso facilita o parecer do produto final, uma vez que as partes já foram apreciadas.

Alguns critérios precisam ser analisados no projeto, como por exemplo:

- qualidade do material bibliográfico consultado e diversidade de fontes consultadas;
- clareza e entendimento quanto à atividade experimental;
- compreensão dos conceitos abordados durante o desenvolvimento dos objetivos de aprendizagem;
- objetividade do discurso no texto escrito quanto aos resultados analisados;
- conclusão e apresentação pautada na problemática inicial.

Além da entrega do projeto final escrito com todas as partes solicitadas, nesta seção temática pode-se aproveitar o trabalho desenvolvido até aqui, para solicitar que os grupos apresentem o que foi experienciado, compartilhando os aprendizados a partir dos resultados obtidos.

Para que os estudantes reflitam sobre o processo de ensino aprendizagem, proponha uma autoavaliação com níveis de desempenho para cada etapa vivenciada até aqui.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



INTEGRAÇÃO

HABILIDADE DA ÁREA INTEGRADA

(EMIFMAT10) Avaliar como oportunidades, conhecimentos e recursos relacionados à Matemática podem ser utilizados na concretização de projetos pessoais ou produtivos, considerando as diversas tecnologias disponíveis e os impactos socioambientais.

ENCAMINHAMENTOS DO TRABALHO INTEGRADO

Se apoiando na Matemática Financeira e na unidade curricular Educação Financeira, os estudantes ao definirem que o destino final dado à(s) planta(s) produzida(s) in vitro na seção temática anterior seja a venda, o preço do produto deve ser definido. Nesse sentido, eles precisam considerar o preço da matéria prima e o lucro que se deseja obter.

Outros cálculos podem ser feitos, como por exemplo:

Quantas mudas são necessárias para a produção? Qual o tamanho necessário para que a produção de mudas gere lucro? Quais investimentos podem ser feitos visando uma produtividade maior? Qual o valor da unidade e o rendimento final da colheita? Qual a produção em Kg das mudas produzidas in vitro ou direto no solo?

Mesmo que os estudantes optem por não vender, a proposta aqui pode ser realizada como apenas uma simulação de venda, proporcionando um olhar amplo da aplicabilidade dos conceitos matemáticos em situações vividas por um empreendedor.

Uma outra possibilidade de integração é na execução do destino final dado às plantas, caso seja a construção de uma horta vertical. Se utilizando da modelagem matemática como metodologia alternativa para trabalhar Funções, durante a construção da horta vertical, os estudantes realizam cálculos de área e volume, estimam os gastos para a construção de uma horta vertical, bem como fazem estimativas de consumo das plantas relacionando com o orçamento familiar.

APROFUNDAMENTO PARA A PRÁTICA INTEGRADA



Aplicação de proporção no estudo de áreas cultiváveis

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uel_mat_artigo_francisco_roberto_parra.pdf

Acesso em: 17/05/2022.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA



Um olhar matemático sobre o Meio Ambiente. Manual para professores. Sequência Didática: A Matemática presente na construção de uma horta vertical.

<https://www.pucminas.br/pos/ensino/Dissertacoes/Andrade,%20Maristela%20Dias%20Rodrigues.pdf>

Acesso em: 17/05/2022.



REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. D. R., GAZIRE, E. S.; SABINO, C. V. S. **Um olhar matemático sobre o Meio Ambiente**: Manual para professores. Disponível em: <https://www.pucminas.br/pos/ensino/Dissertacoes/Andrade,%20Maristela%20Dias%20Rodrigues.pdf>. Acesso em: 11 maio 2022.

BODA, Cristina. Transgênicos: a verdade por trás do mito. In: **Trangênicos Fora**. [S.l., s.d. 2007]. Disponível em: <https://www.stopogm.net/old/sites/stopogm.net/files/MitoGM.pdf>. Acesso em: 28 abr.2022.

BIOTECNOLOGIA e Ciências da Vida. In: **Biotechdown**. Nova Lima, [s.d.]. Disponível em: <https://biotechtown.com/sobre/o-que-e-biotechtown/>. Acesso em: 11 maio 2022.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Melhoramento de plantas. In: **Oficina de Textos**. 03 ago. 2021. Disponível em: <https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/melhoramento-genetico-de-plantas/>. Acesso em: 24 ago. 2022.

BITNER-MATHÉ, B. C.; MATTA, B. P.; MORENO, P. G. Genética Básica - Fundação CECIERJ, 2005. 2 v. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/recurso/6610>. Acesso em: 28 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.105 de 24 de março de 2005**. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm. Acesso em: 28 abr. 2022.

BRASIL. **Portaria nº 2658 de 22 de dezembro de 2003**. Regulamenta o emprego do símbolo no rótulo dos produtos transgênicos. Diário Oficial da União, Brasília: Ministério da Justiça. [2003]. Disponível em: https://dspace.mj.gov.br/bitstream/1/766/3/PRT_GM_2003_2658.pdf. Acesso em: 11 maio 2022.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

BRASIL. Portaria 1.432, 28 de dezembro de 2018. Estabelece os referenciais para elaboração dos itinerários formativos conforme preveem as Diretrizes Nacionais do Ensino Médio. Ministério da Educação (MEC). [2019]. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70268199. Acesso em: 21 set. 2022.

BIOTECNOLOGIA: o que é e como ela ajuda a humanidade a se desenvolver. In: Croplife Brasil. São Paulo, [s.d.]. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/conceitos/a-biotecnologia-e-o-desenvolvimento-da-humanidade/#:~:text=A%20biotecnologia%20tem%20sido%20utilizada,de%20interesse%20para%20a%20sociedade>. Acesso em: 28 abr. 2022.

COMO AS VACINAS CONTRA COVID-19 FICARAM PRONTAS TÃO RÁPIDO? [S.l.: s.n., 2021]. 1 vídeo (3 min. 53). Publicado pelo Canal do Hospital Israelita Albert Einstein. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Z-f8fsdDMI0>. Acesso em: 11 maio 2022.

CRIAR UM GRÁFICO DO INÍCIO AO FIM. In: Microsoft. [S.l.; s.d.]. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/criar-um-gr%C3%A1fico-do-in%C3%ADcio-ao-fim-0baf399e-dd61-4e18-8a73-b3fd5d5680c2>. Acesso em: 28 abr. 2022.

DIADÉ CAMPO NATV - MICROPROPAGAÇÃO IN VITRO DE BANANEIRAS - EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. [S.l.: s.n., 2013]. 1 vídeo (7min. 45). Publicado pelo Canal Genesio Vasconcelos. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pZiH9SwWGT0>. Acesso em: 11 maio 2022.

EFE, Da. Casal tem gêmeos negro e branco na Alemanha. **G1**. 16 jul. 2008. Ciência e Saúde. Disponível em: <https://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL648197-5603,00-CASAL+TEM+GEMEOS+NEGRO+E+BRANCO+NA+ALEMANHA.html> Disponível em: 28 abr. 2022.

G1 CE. Sangue raro presente em apenas 11 famílias brasileiras salva bebê na Colômbia. **G1**. 13 jul. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/ceara/noticia/sangue-raro-presente-em-apenas-11-familias-brasileiras-salva-bebe-na-colombia.ghtml>. Acesso em: 28 abr. 2022.

GOODWIN, M. Tens a chave? In: **Academia Ciência Viva para Professores**. [S.l.; s.d.]. Disponível em: https://academia.cienciaviva.pt/recursos/recurso.php?id_recurso=105. Acesso em: 28 abr. 2022.

LUZ E PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS. In: **Khan Academy**. [S.l., s.d.]. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-and-photosynthetic-pigments>. Acesso em: 28 abr. 2022.

MEDEIROS, D. R. et al. Ensino de ciências: análise de problemas interdisciplinares. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DA QUÍMICA. 37., 2017. Carreiros. **Anais do 37 Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Carreiros. 2017. [s.p.]. Disponível em: <https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s09/ficha-72.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2022.

MEYER, L. **Estatística aplicada à biologia**. Indaial: UNIASSELVI, 2016. E-book. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=22561> Acesso em: 28 abr. 2022.

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS BIOTECNOLOGIA

MOMENTO NO CAMPO #103 – MILHO DE PIPOCA. [S.l.: s.n., 2019]. 1 vídeo (5 min. 20). Publicado pelo Canal UNEC TV. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OxmUvcWkxiU>. Acesso em: 24 ago. 2022.

NUNES, T. Chave de identificação botânica: dicas de uso. In: **Ponto Biologia**, 25 abr. 2017. Disponível em: <https://pontobiologia.com.br/chave-identificacao-botanica/>. Acesso em: 28 abr. 2022.

O QUE É BIOTECNOLOGIA E O QUE ELA PODE FAZER POR NÓS? [S.l.: s.n., 2021]. 1 vídeo (5min. 22). Publicado pelo Canal Professor Albert. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=A2kZr3GWeIM>. Acesso em: 11 maio 2022.

PARRA, F. R. Aplicação de proporção no estudo de áreas cultiváveis. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE: Produção Didático-pedagógica**, 2013. Curitiba: SEED/PR., 2016. V.2. (Cadernos PDE). Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uel_mat_pdp_francisco_roberto_parra.pdf. Acesso em: 28 abr. 2022.

PASSERI, M. G; et all. **Uma proposta de atlas de botânica para incentivar o ensino na educação básica**, Rio de Janeiro: Editoria Rede Sirius, 2014.E-book. Disponível em: http://www.meioambienteuerj.com/imgs/conteudos/arquivos/uerj_atlas_botanica_347.pdf. Acesso em: 28 abr. 2022.

PIRES, H.; PIRES, G. B. B. S. Observação de uma Célula Vegetal. Laboratório de Patologia. In: **Museu de Patologia – Instituto Oswaldo Cruz**. [S.l., s.d.] Disponível em: <https://museudapatologia.ioc.fiocruz.br/index.php/br/espaco-professor/aulas-praticas/10-aula-observacao-cebola.html>. Acesso em: 28 abr. 2022.

PLANETA DOS MACACOS - A ORIGEM 2011 DUBLADO – MELHORES CENAS. [S.l.: s.n., 2020]. 1 vídeo (10 min. 52). Publicado pelo Canal Next. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_XVt_xEyya8. Acesso em: 11 maio 2022.

POR QUE ALGUMAS VACINAS CAUSAM MAIS REAÇÕES DO QUE OUTRAS? [S.l.: s.n., 2021]. 1 vídeo (2 min. 26). Publicado pelo Canal do Hospital Israelita Albert Einstein. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jbg5UGpCkUc>. Acesso em: 11 maio 2022.

PROBABILIDADES EM GENÉTICA. In: **Khan Academy**. [S.l., s.d.]. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/classical-genetics/mendelian--genetics/a/probabilities-in-genetics>. Acesso em: 28 abr. 2022.

REDAÇÃO PENSAMENTO VERDE. A clonagem vegetal e seu papel na sustentabilidade ambiental. In: **Pensamento Verde**. 10 set. 2013. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/clonagem-vegetal-papel-sustentabilidade-ambiental/#:~:text=Com%20a%20clonagem%2C%20%20C3%A9%20poss%C3%ADvel,in%20vitro%20para%20esses%20fins>. Acesso em: 28 abr. 2022.

REINACH, F. O ponto de vista do milho. **Estadão**. São Paulo, 27 set. 2007. Disponível

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
BIOTECNOLOGIA

em: <https://emails.estadao.com.br/noticias/geral,o-ponto-de-vista-do-milho,57231>. Acesso em: 24 ago. 2022.

RESUMO SOBRE O REINO PLANTAE - BOTÂNICA. William de Andrade. [S.l.: s.n., 2020]. 1 vídeo (5min. 04). Publicado pelo Canal Prof. William de Andrade. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l80Dqo4fLrE>. Acesso em: 11 maio 2022.

SILVA, Magda Moura do C. da; MACHADO, Daiane Renata. A matemática e o meio ambiente: contribuições para a preservação do meio ambiente. In: MOSTRA CIENTÍFICA DO COMPLEXO DE ENSINO SUPERIOR DE CACHOEIRINHA, 15., 2021. Cachoeirinha. **Anais da Mostra de Iniciação Científica do CESUCA**, CESUCA, 2021, [s.p.]. Disponível em: <https://ojs.cesuca.edu.br/index.php/mostrac/article/view/1931>. Acesso em: 11 maio 2022.

SOARES, M. T. C.; PINTO, N. B. Metodologia da Resolução de Problemas. REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO (ANPED). 33, 2001. **Anais** [...], Rio de Janeiro: ANPED, 2001. [s.p.]. Disponível em: http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_24/metodologia.pdf. Acesso em: 28 abr. 2022.

TRIGO, F. R.; et all. Canudinhos: uma simulação para aprender genética de populações e seleção natural. **Genética na Escola**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 2–11, 2014. Disponível em: <https://www.geneticanaescola.com/revista/article/view/174>. Acesso em: 11 maio 2022.

TUNES, P. H. Jurassic Park da vida real: Podemos (e devemos) clonar nossas espécies extintas?. In: **Tunes Ambiental**. Belo Horizonte, 07 fev. 2019. Disponível em: <https://tunesambiental.com/jurassic-park-da-vida-real-podemos-e-devemos-clonar-nossas-especies-extintas/>. Acesso em: 28 abr. 2022.

DEMOSTRACIONES DE BIOTECNOLOGIA: VEM CONHECER UM LABORATÓRIO DE MICROPROPAGAÇÃO DE PLANTAS! [S.l.: s.n., 2021]. 1 vídeo (45min. 31). Publicado pelo Canal Maluco Das Plantas. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LsdZAs8ttyU&t=754s>. Acesso em: 11 maio 2022.

VOCÊ SABE O QUE É A BIOTECNOLOGIA VERMELHA? | BIOTECNOLOGIA MÉDICA | LINA BIOTEC UFBA-IMS. LINA Biotec UFBA-IMS. [S.l.: s.n., 2021]. 1 vídeo (2min. 45). Publicado pelo Canal Lina Biotec UFBA-IMS. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tsl9lCisL2E>. Acesso em: 11 maio 2022.

OS MISTÉRIOS CIENTÍFICOS DOS FILMES – CLONAGEM E ENGENHARIA GENÉTICA. [S.l.: s.n., 2021] 1 vídeo (7 min. 46). Publicado pelo Canal VIVO. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Qt_o8ie7aKU. Acesso em: 11 maio 2022.

WENDLING, I. Propagação vegetativa. In: SEMANA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO, 1., 2003, Colombo. Florestas e Meio Ambiente: palestras. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2003. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/308609/1/Wendling.pdf>. Acesso em: 11 maio 2022.