

# Biologia

Professor

## Caderno de Atividades Pedagógicas de Aprendizagem Autorregulada - 03

3ª Série | 3º Bimestre

Disciplina	Curso	Bimestre	Série
Biologia	Ensino Médio	3º	3ª
<b>Habilidades Associadas</b>			
1. Conhecer a natureza dos projetos genomas, em especial aqueles existentes no Brasil, e sua importância para o homem e o ambiente.			
2. Perceber a importância da ética na utilização de informações genéticas na promoção da saúde humana.			
3. Identificar as técnicas moleculares utilizadas na detecção e tratamento de doenças, assim como os testes de DNA, sua importância e abrangência e os custos envolvidos.			



GOVERNO DO  
Rio de  
Janeiro

SECRETARIA  
DE EDUCAÇÃO

SOMANDO FORÇAS

## Apresentação

A Secretaria de Estado de Educação elaborou o presente material com o intuito de estimular o envolvimento do estudante com situações concretas e contextualizadas de pesquisa, aprendizagem colaborativa e construções coletivas entre os próprios estudantes e respectivos tutores – docentes preparados para incentivar o desenvolvimento da autonomia do alunado.

A proposta de desenvolver atividades pedagógicas de aprendizagem autorregulada é mais uma estratégia pedagógica para se contribuir para a formação de cidadãos do século XXI, capazes de explorar suas competências cognitivas e não cognitivas. Assim, estimula-se a busca do conhecimento de forma autônoma, por meio dos diversos recursos bibliográficos e tecnológicos, de modo a encontrar soluções para desafios da contemporaneidade, na vida pessoal e profissional.

Estas atividades pedagógicas autorreguladas propiciam aos alunos o desenvolvimento das habilidades e competências nucleares previstas no currículo mínimo, por meio de atividades roteirizadas. Nesse contexto, o tutor será visto enquanto um mediador, um auxiliar. A aprendizagem é efetivada na medida em que cada aluno autorregula sua aprendizagem.

Destarte, as atividades pedagógicas pautadas no princípio da autorregulação objetivam, também, equipar os alunos, ajudá-los a desenvolver o seu conjunto de ferramentas mentais, ajudando-os a tomar consciência dos processos e procedimentos de aprendizagem que ele pode colocar em prática.

Ao desenvolver as suas capacidades de auto-observação e autoanálise, ele passa a ter maior domínio daquilo que faz. Desse modo, partindo do que o aluno já domina, será possível contribuir para o desenvolvimento de suas potencialidades originais e, assim, dominar plenamente todas as ferramentas da autorregulação.

Por meio desse processo de aprendizagem pautada no princípio da autorregulação, contribui-se para o desenvolvimento de habilidades e competências fundamentais para o aprender-a-aprender, o aprender-a-conhecer, o aprender-a-fazer, o aprender-a-conviver e o aprender-a-ser.

A elaboração destas atividades foi conduzida pela Diretoria de Articulação Curricular, da Superintendência Pedagógica desta SEEDUC, em conjunto com uma equipe de professores da rede estadual. Este documento encontra-se disponível em nosso site [www.conexaoprofessor.rj.gov.br](http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br), a fim de que os professores de nossa rede também possam utilizá-lo como contribuição e complementação às suas aulas.

Estamos à disposição através do e-mail [curriculominimo@educacao.rj.gov.br](mailto:curriculominimo@educacao.rj.gov.br) para quaisquer esclarecimentos necessários e críticas construtivas que contribuam com a elaboração deste material.

**Secretaria de Estado de Educação**

## Caro Tutor,

Neste caderno, você encontrará atividades diretamente relacionadas a algumas habilidades e competências do 3º Bimestre do Currículo Mínimo de Biologia da 3ª Série do Ensino Médio. Estas atividades correspondem aos estudos durante o período de um mês.

A nossa proposta é que você atue como tutor na realização destas atividades com a turma, estimulando a autonomia dos alunos nessa empreitada, mediando as trocas de conhecimentos, reflexões, dúvidas e questionamentos que venham a surgir no percurso. Esta é uma ótima oportunidade para você estimular o desenvolvimento da disciplina e independência indispensáveis ao sucesso na vida pessoal e profissional de nossos alunos no mundo do conhecimento do século XXI.

Neste Caderno de Atividades, os alunos vão aprender sobre as biotecnologias recentes e a importância delas para a espécie humana. Na primeira aula deste caderno, eles vão conhecer o significado do termo biotecnologia e algumas técnicas bastante empregadas hoje em dia. Na segunda aula, vão discutir aspectos éticos ligados a utilização de organismos geneticamente modificados (OGMs). Por fim, na terceira aula, conhecerão algumas técnicas moleculares, como as utilizadas na clonagem, na detecção de doenças e no tratamento.

Para os assuntos abordados em cada bimestre, vamos apresentar algumas relações diretas com todos os materiais que estão disponibilizados em nosso portal eletrônico Conexão Professor, fornecendo diversos recursos de apoio pedagógico para o Professor Tutor.

Este documento apresenta 03 (três) aulas. As aulas podem ser compostas por uma **explicação base**, para que você seja capaz de compreender as principais ideias relacionadas às habilidades e competências principais do bimestre em questão, e **atividades** respectivas. Leia o texto e, em seguida, resolva as Atividades propostas. As Atividades são referentes a um tempo de aula. Para reforçar a aprendizagem, propõe-se, ainda, uma **avaliação** e uma **pesquisa** sobre o assunto.

Um abraço e bom trabalho!

**Equipe de Elaboração**

## Sumário

✚ <b>Introdução</b> .....	03
✚ <b>Objetivos Gerais</b> .....	05
✚ <b>Materiais de Apoio Pedagógico</b> .....	05
✚ <b>Orientação Didático-Pedagógica</b> .....	06
✚ <b>Aula 1: Afinal, o que é bioética?</b> .....	07
✚ <b>Aula 2: Discutindo ética e OGMs</b> .....	15
✚ <b>Aula 3: Algumas técnicas moleculares e suas aplicações</b> .....	19
✚ <b>Avaliação</b> .....	23
✚ <b>Pesquisa</b> .....	27
✚ <b>Referências</b> .....	29

## Objetivos Gerais

No 3º bimestre da 3ª série do Ensino Médio, o conteúdo abordado é a Biotecnologia. Para atingir tal objetivo, vamos aprender sobre as biotecnologias recentes, a importância delas para a espécie humana e as questões éticas envolvidas. O critério aqui estabelecido baseia-se no Currículo Mínimo, sendo as habilidades e competências tratadas de maneira inicial e simples com o objetivo de contribuir para formação do aluno.

## Materiais de Apoio Pedagógico

No portal eletrônico Conexão Professor, é possível encontrar alguns materiais que podem auxiliá-los. Vamos listar estes materiais a seguir:

Aula Referência	Orientações Pedagógicas do CM
Aula 1	3º Bimestre do Currículo Mínimo de Biologia da 3ª Série
Aula 2	3º Bimestre do Currículo Mínimo de Biologia da 3ª Série
Aula 3	3º Bimestre do Currículo Mínimo de Biologia da 3ª Série

## Orientação Didático-Pedagógica

Para que os alunos realizem as atividades referentes a cada dia de aula, sugerimos os seguintes procedimentos para cada uma das atividades propostas no Caderno do Aluno:

1° - Explique aos alunos que o material foi elaborado que o aluno possa compreendê-lo sem o auxílio de um professor;

2° - Leia para a turma a Carta aos Alunos, contida na página 3;

3° - Reproduza as atividades para que os alunos possam realizá-las de forma individual ou em dupla;

4° - Se houver possibilidade de exibir vídeos ou páginas eletrônicas sugeridas na seção Materiais de Apoio Pedagógico, faça-o;

5° - Peça que os alunos leiam o material e tentem compreender os conceitos abordados no texto base;

6° - Após a leitura do material, os alunos devem resolver as questões propostas nas ATIVIDADES;

7° - As respostas apresentadas pelos alunos devem ser comentadas e debatidas com toda a turma. O gabarito pode ser exposto em algum quadro ou mural da sala para que os alunos possam verificar se acertaram as questões propostas na Atividade.

Todas as atividades devem seguir esses passos para sua implementação.

## Aula 1: afinal, o que é biotecnologia?!

Caro aluno nesta atividade, iremos conhecer a utilização da biotecnologia e sua importância para a espécie humana, mas afinal, o que é biotecnologia?

Apesar do nome diferente, temos contato diariamente com produtos feitos através de alguma técnica de biotecnologia, por exemplo, quando comemos um pãozinho no café da manhã ou um iogurte no lanche da tarde. Esses produtos são produzidos através de técnicas muito antigas de fermentação. O mesmo acontece na produção de vinhos, queijos e coalhadas. Para a fabricação de todos esses alimentos fazemos uso de um fermento biológico, no caso do pão, são utilizadas leveduras de fungos do gênero *Sacharomyces* sp., que utilizam parte do açúcar da massa em seu processo metabólico liberando gás carbônico, fazendo assim o pão ficar esponjoso, macio e fofo. O fermento foi descoberto pelos egípcios na antiguidade. Chegou a ser cultivado pela população dentro de casa, mas hoje em dia é industrializado em um processo de secagem que o converte em pó, tornando as leveduras inertes. Ao adicionar água morna na hora de fazer a massa, elas voltam a ficar ativas e a temperatura acelera o processo de fermentação.

Dessa forma podemos definir **biotecnologia** como sendo um conjunto de técnicas em que são utilizados seres vivos ou partes deles para a obtenção de produtos, ou processos, que interessem à espécie humana. Pensando assim, quando utilizamos de técnicas de melhoramento animal para conseguirmos uma vaca que produza mais leite ou carne, ou ainda, quando fazemos cruzamentos entre espécies vegetais selecionando uma variedade mais produtiva ou mais resistente a uma praga, estamos fazendo uso da biotecnologia.

Já sabemos definir biotecnologia, agora vamos conhecer algumas técnicas bastante empregadas hoje em dia para o benefício do homem.

Nas últimas décadas, os cientistas através de técnicas de **engenharia genética** têm revolucionado a biotecnologia com a produção de organismos geneticamente modificados (OGM). Os **OGMs**, como as plantas e animais **transgênicos**, são

manipulações genéticas que combinam características de um ou mais organismos de uma forma que provavelmente não aconteceria na natureza.

Uma forma de obter um OGM é através da **tecnologia do DNA Recombinante**, que é uma técnica que permite produzir moléculas de DNA a partir da combinação de genes com proveniências diferentes.

O primeiro OGM foi obtido em 1972 pelos geneticistas Cohen e Boyer, eles cultivaram uma bactéria da espécie *Escherichia coli*, que recebeu um segmento de DNA de uma rã africana da espécie *Xenopus laevis*.

O que esses cientistas fizeram foi inserir uma pequena porção do material genético da rã num plasmídeo da bactéria.

Os **plasmídeos** são pequenas moléculas circulantes de DNA, encontradas no citoplasma de bactérias, capazes de se reproduzirem independentes do DNA cromossômico. Esses plasmídeos são usados como **vetores**, ou seja, um tipo de transportador que transfere o material genético de um genoma para outro.

Após a preparação dos vetores é necessário inseri-los novamente na bactéria. Assim, os vetores são postos em contato com estas células. Mas, só algumas bactérias conseguem absorver o DNA novo, sendo necessário selecionar as bactérias que realmente incorporaram o DNA recombinante. Para facilitar a identificação das bactérias que incorporaram o DNA recombinante, os cientistas utilizam os plasmídeos que possuem genes que apresentem resistência a determinado antibiótico. Estes plasmídeos são colocados em contato com bactérias sensíveis ao antibiótico, sendo que algumas destas os incorporam. Para selecionar as bactérias que incorporaram o plasmídeo basta adicionar o antibiótico ao meio de cultivo. Todas as bactérias sem o plasmídeo morrem, restando somente as que possuem o plasmídeo com o gene para resistência ao antibiótico. Estas bactérias reproduzem-se e todos os clones resultantes possuirão o plasmídeo com o gene novo.

A figura a seguir representa essa transferência de DNA de um organismo para o outro, em laboratório (Figura 1).

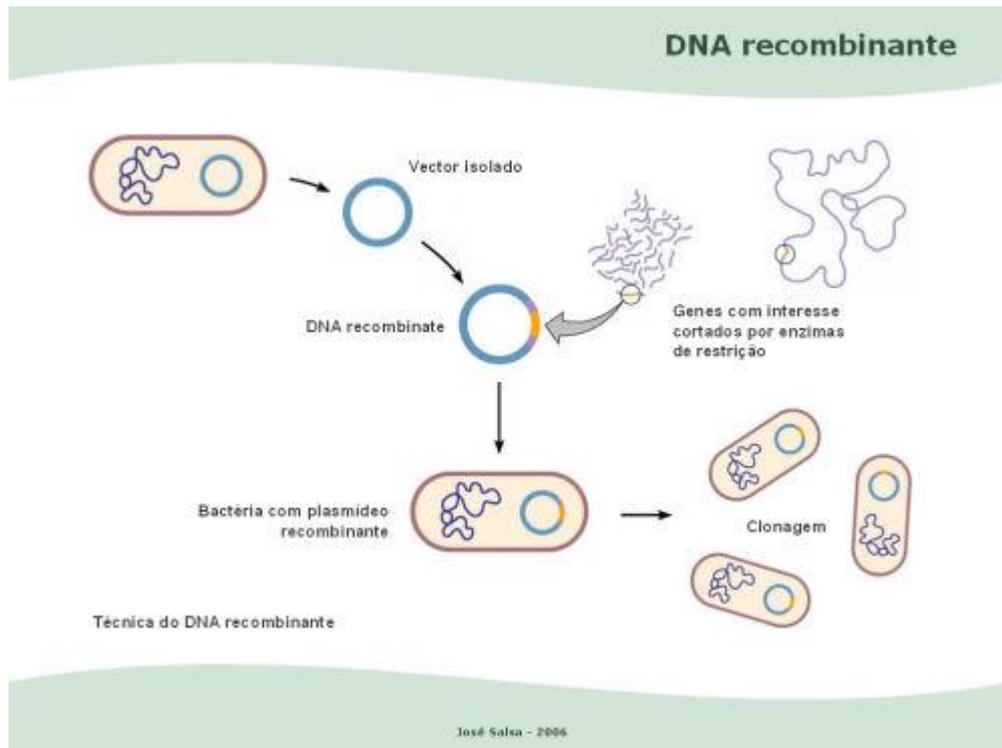


Figura 1: Utilização do plasmídeo na técnica de DNA Recombinante.

Fonte: <https://sites.google.com/site/geneticaemmovimento/musicas>

As plantas e animais transgênicos proporcionaram um grande desenvolvimento no setor agropecuário. Diversas empresas, como por exemplo a Monsanto, investiram na produção de plantas transgênicas, que lhes ofereciam vantagens como: maior resistência à pragas, aumento na produção e maior valor nutricional.

Atualmente existe um debate bastante intenso relacionado à inserção de alimentos geneticamente modificados (**AGM**) no mercado. Alguns mercados mundiais, como o Japão, rejeitam fortemente a entrada de alimentos com estas características, enquanto que outros, como os norte e sul-americanos e os asiáticos têm aceito estas variedades agronômicas.

Outra utilização atual da biotecnologia está no uso das **células-troco embrionárias**, obtidas do sangue do cordão umbilical e da placenta no momento do nascimento do bebê, elas possuem a capacidade de originar diferentes tipos celulares do nosso organismo, por isso, têm alto potencial terapêutico. Por essa razão elas são indicadas para o tratamento de mais de 80 tipos de doenças como as **leucemias, linfomas, anemias e deficiência do sistema imunológico.**

Diversas empresas no Brasil e no exterior são especializadas na coleta, preservação e tratamento dessas células, hoje em dia, a contratação desses serviços está acessível a uma grande parcela da população com bons preços, basta uma rápida busca na internet que vamos encontrar diversas empresas no Rio de Janeiro com quase duas décadas de atuação no mercado.

Agora que já conhecemos o que é biotecnologia e sua importância, vamos exercitar nossos conhecimentos?!

## Atividades Comentadas 1

Caro aluno, agora vamos exercitar e desenvolver seus conhecimentos.

1. (UNIFOR-2001.2) Observe a tira a seguir:



Fonte: Prova UNIFOR-2001.2.

O autor está fazendo referência à:

- (a) Engenharia genética;
- (b) Polialelia;
- (c) Heterose;
- (d) Hibridação;
- (e) Seleção natural.

**Comentário:** Nesta questão o aluno deve identificar a engenharia genética como uma tecnologia para a produção de organismos geneticamente modificados, no caso da tira anterior, com a finalidade de melhorar a produtividade da galinha.

2. (UFC-2002) Plasmídeos são estruturas celulares, que consistem apenas de:

- (a) Fitas lineares de DNA;
- (b) Fitas lineares de RNA;
- (c) Fitas circulantes de DNA;**
- (d) Fitas circulantes de RNA;
- (e) Fitas circulantes de DNA e RNA.

**Comentário:** Os alunos devem reconhecer os plasmídeos como pequenas moléculas circulantes de DNA, encontradas no citoplasma de bactérias, capazes de se reproduzirem independentes do DNA cromossômico.

3. (UFPI-2002) A sigla OGM significa organismos geneticamente modificados|| ou, simplesmente, transgênicos. Coloque V ou F conforme a afirmativa sobre a obtenção dos OGMs seja verdadeira ou falsa.

- ( ) São obtidos a partir de algumas células oriundas de um outro organismo, que são transferidas para o OGM.
- ( ) São obtidos pela clonagem de genes de um organismo qualquer.
- ( ) São obtidos pela transferência de genes de um organismo qualquer para o DNA genômico de outro organismo.

Agora, assinale a alternativa que contém a sequência correta:

- (a) V F V
- (b) V V V
- (c) F F V**
- (d) V F F
- (e) F V V

**Comentário:** Na primeira afirmativa o erro quanto à obtenção de um OGM está na transferência de células de um organismo para outro. Na segunda afirmativa o erro está, quando se fala na obtenção de OGM por clonagem, a clonagem é uma tecnologia proveniente da engenharia genética, mas não é um OGM.

4. (Uff) Células-tronco adultas são encontradas em vários tecidos (como medula óssea, sangue, fígado, polpa dentária) de crianças e adultos, e também no cordão umbilical e na placenta. Estudos feitos há décadas sobre a hematopoiese (processo de produção de células sanguíneas) a partir de células-tronco, localizadas no interior dos ossos, demonstraram que elas podem originar todos os 9 tipos celulares presentes no sangue.



Adaptada de: *Bio.* Sonia Lopes. 1ª edição, 2002, vol.1, p. 344.

Posteriormente, outro trabalho comprovou que células-tronco da medula óssea podem dar origem a células da musculatura esquelética. Recentemente, pesquisas demonstraram que células-tronco neurais de camundongos adultos podem restaurar as células hematopoiéticas em camundongos que tiveram a medula óssea destruída por irradiação.

**(Adaptado do artigo publicado na revista "Ciência Hoje" (SBPC), vol. 29, no 172, junho de 2001)**

Com base na evolução de todos os resultados obtidos nas experiências relatadas, pode-se concluir que células-tronco:

- (a) Adultas só podem dar origem a células do mesmo tecido;
- (b) Adultas podem dar origem a células de diferentes origens embrionárias;**

- (c) Adultas só podem dar origem a células da mesma origem embrionária;
- (d) De origem embrionária no mesoderma dão origem a células de origem no ectoderma;
- (e) Embrionárias podem-se originar a partir dos nove tipos de células presentes no sangue.

**Comentário:** As células-troco possuem a capacidade de originar diferentes tipos celulares do nosso organismo, por isso, têm alto potencial terapêutico.

5. (FMTM MG) Dois homens, P-I e P-II, disputam a paternidade de uma criança C, filha da mulher M. Diante disso, foi pedido o exame de DNA dos envolvidos. O resultado do teste revelou os seguintes padrões:

	P-I	P-II	M	C
22	□	□	□	□
21	■	□	■	□
20	□	■	□	■
19	■	□	■	□
18	□	■	□	■
17	■	□	■	■
16	□	□	□	□
15	□	■	□	■
14	□	□	■	■
13	■	■	□	□
12	■	■	□	□
11	■	■	□	□
10	□	□	■	■
9	□	□	■	■
8	□	■	□	■
7	■	□	■	□
6	■	□	■	□
5	□	■	□	■
4	■	□	□	□
3	□	□	■	■
2	□	□	□	□
1	■	■	■	■

Acerca dos resultados obtidos foram feitas as seguintes afirmações:

- I. P-II pode ser o pai da criança, pois há maior quantidade de faixas coincidentes com o padrão da criança;

II. as faixas de números 3, 9, 10, 14, e 17 correspondem ao DNA que a criança recebeu da mãe;

III. não é possível excluir a possibilidade de P-I ser o pai da criança.

Está correto o contido apenas em:

(a) I.

(b) I e III.

(c) II.

(d) II e III.

**(e) I e II.**

**Comentário:** Nesta atividade o aluno deverá comparar o padrão das bandas (faixas) entre os possíveis pais, a mãe e a criança.

## Aula 2: discutindo ética e OGMs

Caro aluno, agora que já compreendemos o que é a biotecnologia e como suas técnicas podem ser empregadas em benefício do homem, podemos dar início ao nosso estudo sobre os aspectos éticos associados aos organismos geneticamente modificados (OGMs).

**Ética** é a parte da filosofia dedicada aos estudos dos valores morais e princípios do comportamento humano. A palavra "ética" tem origem grega e estava ligada a aquilo que pertence ao caráter. Já a **bioética** investiga as condições necessárias para uma administração responsável da vida humana, animal e responsabilidade ambiental. Considera, portanto, questões onde não existe consenso moral, como a clonagem, os transgênicos e as pesquisas com células-tronco, bem como a responsabilidade moral de cientistas em suas pesquisas e aplicações.

Conforme vimos na aula anterior, os OGMs como os produtos transgênicos, são manipulações genéticas que combinam características de um ou mais organismos de uma forma que provavelmente não aconteceria na natureza. Ou seja, são todos aqueles que recebem, *in vitro*, um ou mais genes. Assim, a **transgênese** é uma técnica de melhoramento genético pela qual são inseridos um ou mais genes exógenos em um organismo.

Alguns pontos são polêmicos no uso de OGMs. Uma das preocupações manifestadas para fazer em relação à utilização de plantas transgênicas prende-se com a possível **polinização cruzada** entre estas espécies com as existentes na natureza ou com culturas não modificadas. Vários estudos têm demonstrado que a existência de polinização cruzada é real, mas que diminui drasticamente com a distância à cultura transgênica.

Outra controvérsia relacionada com a polinização cruzada foi a utilização da chamada **tecnologia Terminator**. Esta tecnologia baseia-se na adição, à planta transgênica, de um gene que não permite a produção de pólen viável. A utilização desta ferramenta permitiria a não propagação do pólen transgênico, evitando quaisquer cruzamentos com outras plantas. Esta ação das empresas de produção de

transgênicos foi largamente condenada por ser vista como uma tentativa de evitar que os agricultores pudessem propagar as plantas por mais que um ano, obrigando-os a comprar novas sementes, todas as temporadas.

Quanto aos **impactos na saúde** do consumo de produtos transgênicos, os cientistas ainda não chegaram a uma conclusão, os estudos ainda são muito preliminares. As críticas maiores são relacionadas ao fato da maioria dos estudos que não demonstram efeitos nocivos à saúde, serem feitos pelas próprias empresas que comercializam os produtos transgênicos. A exemplo disso em 2007, cientistas reavaliaram estatisticamente dados publicados anteriormente pela empresa Monsanto e declararam que a alimentação de ratos com uma espécie de milho transgênico provocou **toxicidade hepática e renal**, bem como **alterações no crescimento**.

Algumas das críticas que os transgênicos têm recebido têm a ver com a potencial **reação alérgica** dos animais/humanos a estes alimentos. O caso mais conhecido foi a utilização de um gene de uma noz brasileira com vista ao melhoramento nutricional da soja para alimentação animal. A noz já era conhecida como causadora de alergia em determinados indivíduos. O gene utilizado para modificação da soja tinha como função aumentar os níveis de um aminoácido essencial. Estudos realizados verificaram que a capacidade alergênica da noz tinha sido transmitida à soja, o que levou a empresa responsável a terminar o desenvolvimento desta variedade.

Dessa forma, podemos perceber que a utilização dos alimentos transgênicos não é pacífica, pois as novidades são muitas, gerando insegurança para a população mundial, de forma que os riscos envolvendo a segurança dos alimentos geneticamente modificados têm criado mobilização social em todo o mundo.

Segundo a professora Flávia Moreira G. Pessoa, atualmente o **direito penal** enfrenta o dilema de conviver na assim chamada “sociedade de risco”, onde a produção social de riqueza é acompanhada por uma correspondente produção de riscos, ao tempo que se assiste a um extraordinário desenvolvimento da técnica e do bem estar individual. Nesse contexto, o direito penal sofre uma expansão considerável. Dentre as novas vertentes desta ampliação do Direito Penal, assiste-se sua atuação nos ramos ligados à biotecnologia, de forma que o direito penal é convocado a se

posicionar frente à tutela de bens e interesses que se deseja preservar das lesões e ameaças produzidas pela biotecnologia.

A Lei 11105/05 estabeleceu em seu artigo 27, o crime de liberação ou descarte de OGM no meio ambiente, em desacordo com as normas estabelecidas pela **Comissão Técnica Nacional de Biotecnologia** (CTNBIO) e pelos órgãos e entidades de registro e fiscalização. Trata-se de norma penal que vem coibir a liberação ou o descarte de transgênicos no meio ambiente, mas não veda sua importação ou produção.

Como vimos, esse é um tema polêmico, ainda mais se falarmos sobre manipulação genética para escolher o sexo de um bebê, ou selecionar alguma característica física, como cor de olhos, de cabelo, de pele, ou ainda, habilidades intelectuais, atléticas ou ligadas às artes. E você, depois de acabar de ler tudo isso, o que pensa a esse respeito?

Agora que já estudamos alguns aspectos éticos associados aos organismos geneticamente modificados, vamos exercitar nossos conhecimentos?!

## Atividades Comentadas 2

Caro aluno, agora vamos exercitar e desenvolver seus conhecimentos:

1. O que é bioética?

**Resposta:** Parte da ética que investiga as condições necessárias para uma administração responsável da vida humana, animal e responsabilidade ambiental. Considera, portanto, questões onde não existe consenso moral, como a clonagem, os transgênicos e as pesquisas com células-tronco, bem como a responsabilidade moral de cientistas em suas pesquisas e aplicações.

2. Explique o que é a *tecnologia Terminator* na produção de plantas transgênicas e qual a polêmica associada a esta tecnologia.

**Resposta:** A tecnologia *Terminator* é a adição na planta transgênica, de um gene que não permite a produção de pólen viável. A utilização desta ferramenta permitiria a não propagação do pólen transgênico, evitando quaisquer cruzamentos com outras plantas. A polêmica está ligada a ação das empresas de produção de transgênicos que foi vista como uma tentativa de evitar que os agricultores pudessem propagar as plantas por mais que um ano, obrigando-os a comprar novas sementes todas as temporadas.

3. Hoje você faria uso de um alimento identificado como transgênico na embalagem? Justifique sua resposta.

**Resposta:** Essa questão não possui resposta certa ou errada, o aluno deve fazer uma reflexão sobre o assunto, emitir sua opinião e fazer uso de argumentos para defender sua posição.

4. Qual o órgão nacional responsável pela deliberação quanto à produção e comercialização de produtos transgênicos no Brasil?

**Resposta:** Comissão Técnica Nacional de Biotecnologia (CTNBIO).

## Aula 3: algumas técnicas moleculares e suas aplicações

Caro aluno, depois de conhecermos o que é biotecnologia, sua importância e estudarmos os aspectos éticos associados aos organismos geneticamente modificados, vamos agora conhecer algumas técnicas moleculares, como as utilizadas na clonagem, na detecção de doenças e no tratamento.

Os conhecimentos da **engenharia genética** têm afetado cada vez mais a vida das pessoas, seja pela produção de alimentos transgênicos, pela sua aplicação no campo da saúde ou ainda, pelos conflitos éticos decorrentes dessas aplicações. Questões como: se devemos fazer exames pré-natais para detectar doenças genéticas, ou se devemos cultivar plantas transgênicas para aumentar a produção e oferta desses alimentos, tornando-os acessíveis às populações em estado de pobreza absoluta, devem ser pensadas.

Contudo, essa nova tecnologia está presente e trazendo diferentes resultados na vida de todos nós. O **melhoramento genético** é um bom exemplo disso, onde uma espécie é selecionada e aprimorada suas qualidades tendo em vista sua utilização. Como exemplo, podemos observar que um agricultor quando quer obter espigas de milho maiores e com maior número de grãos, seleciona as espigas das plantas com essas características e somente elas são plantadas. O mesmo faz para obter vacas com maior produção de leite, o pecuarista seleciona as vacas com melhor produção e cruza com bois que nasceram de vacas também com elevada produção de leite. Essas técnicas mais antigas tornaram possíveis o desenvolvimento de técnicas mais eficientes de seleção e de melhoramento de características que incorporavam maior valor econômico à essas espécies.

Uma forma de propagação de espécies vegetais melhoradas, utilizada em larga escala, consiste na **cultura de tecidos vegetais** (Figura 1), onde uma pequena porção do tecido vivo da planta é retirada e cultivada em um meio nutritivo, suplementado por hormônios e fatores de crescimento. Dessa forma as células vegetais são capazes de se reproduzirem e gerarem uma planta geneticamente idêntica à planta de onde saiu a porção de tecido original.



Figura 1: Cultura de tecido vegetal.

Fonte: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/mylinks/viewcat.php?cid=5&min=330&orderby=titleA&show=10#>

Porém, o melhoramento genético e a clonagem trazem problemas ligados ao surgimento de gerações que apresenta uma baixa variabilidade genética, tornando-as pouco resistentes a qualquer mudança nas condições do ambiente.

No campo da saúde, observamos que diversas doenças humanas são hereditárias, assim o estudo dos genótipos do casal pode estimar a chance que uma criança nasça portadora de uma doença genética já manifestada em alguns membros da família. Esse tipo de estudo constitui o que chamamos de **aconselhamento genético**.

O aconselhamento genético, bem como os **diagnósticos de doenças genéticas** no pré-natal, a **identificação de portadores de alelos deletérios** (são alelos que causam doenças, ou que diminuem a taxa de sobrevivência ou de reprodução de uma espécie), **determinação de paternidade**, **diagnóstico de doenças causadas por alguns microrganismos** (como meningite, influenza H1N1, AIDS, etc.), **terapia gênica**

(teoricamente seria substituir ou adicionar na pessoa doente uma cópia correta do alelo alterado e responsável por certas doenças genéticas) ou o **uso forense na identificação do autor de algum crime** (através do sequenciamento do DNA), só é possível graças aos projetos de mapeamento genômico, sobretudo o genoma humano.

O **Projeto Genoma Humano** teve início em 1990, sendo finalizado no ano de 2000, com o objetivo de determinar a sequência de todos os nucleotídeos dos 24 cromossomos que formam o genoma humano (22 cromossomos autossômicos e os dois cromossomos sexuais X e Y). Tal esforço para o sequenciamento tem levado a um grande desenvolvimento tecnológico que facilitou o sequenciamento de outras espécies de interesse do homem.

Agora que já conhecemos algumas técnicas moleculares, como as utilizadas na clonagem, na detecção de doenças e no tratamento, vamos exercitar nossos conhecimentos!

### Atividades Comentadas 3

Caro aluno, agora vamos pensar e exercitar sobre o que acabamos de estudar.

1. A engenharia genética refere-se ao:
  - (a) Processo de síntese do RNA;
  - (b) Processo por meio do qual os genes fabricam proteínas;
  - (c) Ramo especializado na produção de equipamentos para laboratório genético;
  - (d) Campo de estudos da biologia relacionado ao DNA humano;
  - (e) Conjunto de procedimentos usados na manipulação do DNA.**

**Comentário:** Nesta questão o aluno deve identificar a engenharia genética como uma tecnologia para a produção de organismos geneticamente modificados, seja pela produção de alimentos transgênicos, pela sua aplicação no campo da saúde.

2. A soja transgênica é produzida por meio de:

- (a) Uso de agrotóxicos;
- (b) Anatomia vegetal;
- (c) Seleção natural;
- (d) Evolução biológica;
- (e) Engenharia genética.**

**Comentário:** Nesta questão o aluno deve identificar a engenharia genética como uma tecnologia para a produção de organismos geneticamente modificados, no caso um alimento transgênico.

3. Explique como podemos usar o melhoramento genético para aumentar a produção de alimentos:

**Resposta:** Com o melhoramento genético uma espécie pode ser selecionada e suas qualidades aprimoradas tendo em vista sua utilização. Como exemplo, podemos observar que um agricultor quando quer obter espigas de milho maiores e com maior número de grãos, seleciona as espigas das plantas com essas características e somente elas são plantadas. O mesmo faz para obter vacas com maior produção de leite, o pecuarista seleciona as vacas com melhor produção e cruza com bois que nasceram de vacas também com elevada produção de leite. Uma forma de propagação de espécies vegetais melhoradas, utilizada em larga escala, consiste na cultura de tecidos vegetais, onde uma pequena porção do tecido vivo da planta é retirada e cultivada em um meio nutritivo, suplementado por hormônios e fatores de crescimento. Dessa forma as células vegetais são capazes de se reproduzirem e gerarem uma planta geneticamente idêntica à planta de onde saiu a porção de tecido original.

4. Como é feito o processo de cultura de tecido vegetal?

**Resposta:** Uma pequena porção do tecido vivo da planta é retirada e cultivada em um meio nutritivo, suplementado por hormônios e fatores de crescimento. Dessa forma as células vegetais são capazes de se reproduzirem e gerarem uma planta geneticamente idêntica à planta de onde saiu a porção de tecido original.

## Avaliação

Caro professor aplicador, sugerimos algumas diferentes formas de avaliar as turmas que estão utilizando este material:

**1º Possibilidade:** as disciplinas nas quais os alunos participam da Avaliação do Saerjinho, podem utilizar a seguinte pontuação:

- **Saerjinho:** 2 pontos;
- **Avaliação:** 5 pontos;
- **Pesquisa:** 3 pontos.

**2º Possibilidade:** As disciplinas que não participam da Avaliação do Saerjinho, podem utilizar a participação dos alunos durante a leitura e execução das atividades do caderno como uma das três notas. Neste caso teríamos:

- **Participação:** 2 pontos;
- **Avaliação:** 5 pontos;
- **Pesquisa:** 3 pontos.

Seguem comentários às questões da avaliação proposta do caderno de atividades do aluno.

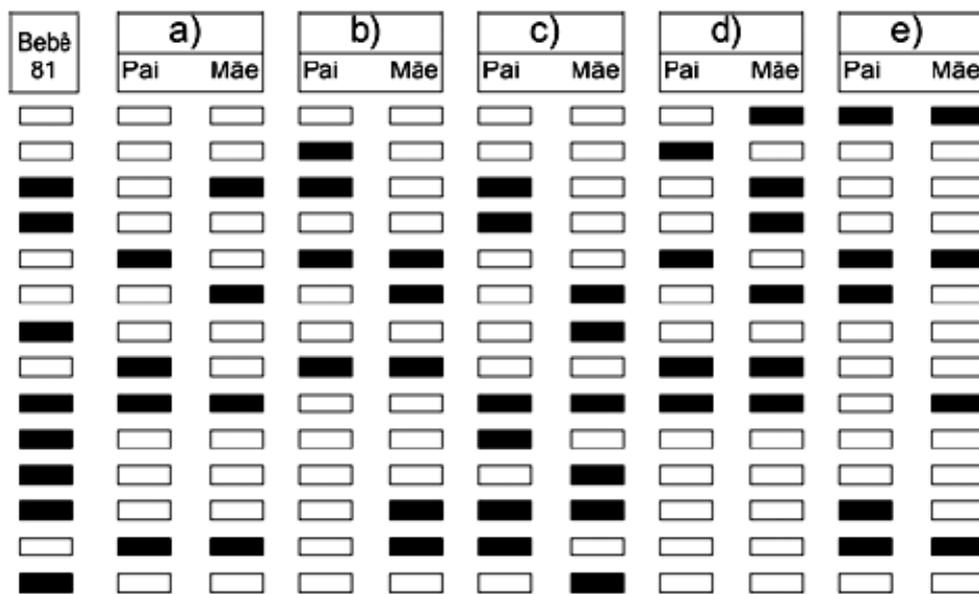
As questões são dissertativas e objetivas.

1. (FUVEST SP) Teste de DNA confirma paternidade de bebê perdido no tsunami.  
Um casal do Sri Lanka que alegava serem os pais de um bebê encontrado após o tsunami que atingiu a Ásia, em dezembro, obteve a confirmação do fato através de um exame de DNA. O menino, que ficou conhecido como "Bebê 81" por ser o 81º sobrevivente a dar entrada no hospital de Kalmunai, era reivindicado por nove casais diferentes.

Fonte: Folhaonline, 14/02/2005 (adaptado).

Algumas regiões do DNA são sequências curtas de bases nitrogenadas que se repetem no genoma, e o número de repetições dessas regiões varia entre as pessoas. Existem procedimentos que permitem visualizar essa variabilidade, revelando padrões de fragmentos de DNA que são “uma impressão digital molecular”. Não existem duas pessoas com o mesmo padrão de fragmentos com exceção dos gêmeos monozigóticos. Metade dos fragmentos de DNA de uma pessoa é herdada de sua mãe e metade, de seu pai.

Com base nos padrões de fragmentos de DNA representados abaixo, qual dos casais pode ser considerado como pais biológicos do Bebê 81?



**Resposta: C**

**Comentário:** Nesta atividade o aluno deverá comparar o padrão das bandas (faixas) entre os possíveis pais e o bebê, constatando que o padrão do casal C é o que é mais refletido na criança em relação aos demais casais.

2. (UECE - 95) Biólogos estão pesquisando um tipo de planta forrageira que seja resistente a grandes estiagens e que tenha um teor de proteínas superior às outras menos resistentes. Para obtenção do espécime em questão, os pesquisadores usam ESSENCIALMENTE no laboratório, técnicas de:

- (a) Citopatologia;
- (b) Ecologia de população;

- (c) Engenharia genética;
- (d) Histopatologia vegetal.

**Comentário:** O aluno deve perceber nessa questão que a engenharia genética proporciona alterar o material genético para proporcionar uma maior resistência às modificações ambientais e o seu enriquecimento nutricional.

3. Qual o órgão nacional responsável pela deliberação quanto à produção e comercialização de produtos transgênicos no Brasil?

**Resposta: Comissão Técnica Nacional de Biotecnologia (CTNBIO)**

**Comentário:** A CTNBio é uma instância colegiada multidisciplinar, criada através da lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, cuja finalidade é prestar apoio técnico consultivo e assessoramento ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa a OGM, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de OGM e derivados.

4. A engenharia genética refere-se ao:
- (a) Processo de síntese do RNA;
  - (b) Processo por meio do qual os genes fabricam proteínas;
  - (c) Conjunto de procedimentos usados na manipulação do DNA;**
  - (d) Ramo especializado na produção de equipamentos para laboratório genético;
  - (e) Campo de estudos da biologia relacionado ao DNA humano.

**Comentário:** Nesta questão o aluno deve identificar a engenharia genética como uma tecnologia para a produção de organismos geneticamente modificados, seja pela produção de alimentos transgênicos ou pela sua aplicação no campo da saúde.

6. (UFC-2002) Plasmídeos são estruturas celulares, que consistem apenas de:
- (a) Fitas lineares de DNA;
  - (b) Fitas lineares de RNA;
  - (c) Fitas circulares de RNA;
  - (d) Fitas circulares de DNA;**
  - (e) Fitas circulares de DNA e RNA.

**Comentário:** Os alunos devem reconhecer os plasmídeos como pequenas moléculas circulantes de DNA, encontradas no citoplasma de bactérias, capazes de se reproduzirem independentes do DNA cromossômico.

## Pesquisa

Caro professor aplicador, agora seguem os comentários à pesquisa solicitada no caderno de atividades do aluno.

I. Pesquise, analise e responda:

Você deverá entrevistar 20 pessoas próximas a você, como família, amigos ou colegas de trabalho, por exemplo. As entrevistas consistirão nas seguintes perguntas:

A) Você sabe o que é um alimento transgênico?

B) Você come e/ou comeria um alimento transgênico? Por quê?

As respostas deverão ser apresentadas consolidadas em forma de gráficos da seguinte forma:

1. Quantos sabem o que é um alimento transgênico e quantos não sabem;
2. Quantos comem e/ou comeriam um alimento transgênico e quantos não comem e/ou comeriam;
3. Crie categorias para agrupar as respostas de porque você come e/ou comeria um alimento transgênico e depois transforme em gráfico. Exemplo: 10 comem e/ou comeriam porque é mais barato; 05 comem e/ou comeriam porque é mais nutritivo e 05 não comem e/ou comeriam porque faz mal a saúde.

**Comentário:** Os gráficos poderão ser construídos manuscritos ou no computador, sendo o gráfico de pizza ou de colunas os melhores modelos para esses dados.

I. Pesquise e responda:

Pesquise no rótulo das embalagens de alimentos nos supermercados ou pela internet, jornais e revista. Identifique quais alimentos são transgênicos e liste-os abaixo:

**Comentário:** A indústria de alimentos é obrigada por lei a informar sobre a presença de mais de 1% de ingredientes transgênicos em qualquer tipo de produto para o consumo humano ou animal. O decreto federal 4.680/2003 regulamentou o direito à informação, assegurado pelo Código de Defesa do Consumidor (CDC). A lei vale, inclusive, para alimentos e ingredientes produzidos a partir de animais alimentados com ração contendo transgênicos.

## Referências

[1] AMABIS & MARTHO. Biologia das populações. Volume 3. São Paulo, Editora Moderna, 2010.

[2] CÉSAR, CEZAR & CALDINI. Biologia Volume 3. São Paulo, Editora Saraiva, 2010.

[3] PORTAL CTNBIO. Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/>. Acessado em: 02/09/2013.

## Equipe de Elaboração

### **COORDENADORES DO PROJETO**

#### **Diretoria de Articulação Curricular**

Adriana Tavares Maurício Lessa

#### **Coordenação de Áreas do Conhecimento**

Bianca Neuberger Leda  
Raquel Costa da Silva Nascimento  
Fabiano Farias de Souza  
Peterson Soares da Silva  
Marília Silva

### **PROFESSORES ELABORADORES**

Alexandre Rodrigues da Costa  
Francisco José Figueiredo Coelho  
Marcio Sacramento de Oliveira  
Rosimeire de Souza Freitas  
Tatiana Figueiredo de Oliveira