



Caro(a) aluno(a),

Este volume explora o tema da Biotecnologia, dando continuidade ao que você estudou sobre DNA nos bimestres anteriores. Nas Situações de Aprendizagem propostas, você terá oportunidade de compreender algumas tecnologias de manipulação de DNA, em especial os testes de identificação baseados em DNA e a produção de transgênicos.

Suas aulas se tornarão ainda mais dinâmicas se você e seus colegas contribuírem com suas experiências de vida e cooperarem na realização das atividades propostas. Nas aulas, o professor irá orientar, mediar e complementar os debates e as pesquisas sobre esses assuntos. Assim, você poderá construir argumentos para discutir os avanços, os riscos e os benefícios da Ciência e da Tecnologia em relação aos conteúdos tratados neste volume.

Este Caderno é um convite para que você mergulhe no universo das ciências e entenda o verdadeiro sentido da vida, da Ciência e da Tecnologia. Bom estudo!

Equipe Técnica de Biologia
Área de Ciências da Natureza
Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo





TEMA:

BIOTECNOLOGIA: TECNOLOGIAS DE MANIPULAÇÃO DO DNA

Neste Caderno, você e seus colegas vão trabalhar com algumas das aplicações tecnológicas desenvolvidas a partir do conhecimento acumulado sobre os mecanismos de herança. Entre elas estão a identificação por perfil de DNA e a produção de organismos transgênicos.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 TESTE DE IDENTIFICAÇÃO PELO DNA

Começaremos o trabalho com biotecnologia mostrando como são feitos os testes de identificação pelo DNA. Trata-se de um tema bastante atual que contribui para a resolução de inúmeros casos de paternidade duvidosa, muitos deles divulgados pela mídia. Além disso, é uma técnica de amplo uso nas diversas áreas de Ciência e Tecnologia.



Desafio!

Nas páginas finais deste Caderno, você vai encontrar um esquema com modelos de nucleotídeos para recortar e montar moléculas de ácidos nucleicos.

Com a orientação do professor, monte, com um colega, uma molécula de DNA com dez pares de nucleotídeos, considerando que 30% da molécula deve ser formada por adeninas. Depois replique essa molécula com os nucleotídeos restantes. Por fim, transcreva essa molécula de DNA utilizando apenas uma das fitas como molde para produzir um RNA complementar.

Dica: os desoxirribonucleotídeos formam as moléculas de DNA e os ribonucleotídeos formam moléculas de RNA.

Para começo de conversa

O mistério de *Dom Casmurro* seria resolvido pelo teste de DNA?

Um dos aspectos mais sedutores da obra *Dom Casmurro*, de Machado de Assis (1899), é o mistério sobre a possível traição da personagem Capitu com Escobar, o melhor amigo de Bentinho, que é o protagonista e narrador da trama. Machado de Assis constrói um personagem atormentado pelo ciúme, colocando em dúvida, inclusive, a paternidade de seu filho, Ezequiel. Após a morte de Escobar, Bentinho começa a suspeitar da esposa, ao notar o grande sofrimento que ela demonstrou



durante o enterro do amigo. A desconfiança de Bentinho chega ao ponto de provocar o rompimento e o fim do casamento. O filho, porém, fica sob a guarda do pai, que, a cada dia, acha que a criança fica mais parecida com Escobar. Essa é uma dúvida que o protagonista não tem como esclarecer; nem consegue provar se Capitu de fato o traiu. Se o romance *Dom Casmurro* estivesse ambientado nos dias de hoje, talvez não fosse tão encantador. O culpado? O teste de DNA.

1. Como o teste de DNA poderia elucidar esse mistério?

2. Possivelmente, você já ouviu falar em teste de DNA. Em quais veículos de comunicação você tomou contato com esse assunto? Em que situações? Quais são os materiais biológicos coletados dos indivíduos envolvidos para fazer o teste de DNA?

Desvendando o mistério de Capitu

Para resolver o mistério de Dom Casmurro, seria necessário realizar um teste de DNA. A primeira etapa seria coletar material biológico dos envolvidos: Capitu, Bentinho, Escobar (o melhor amigo de Bentinho) e Ezequiel (o filho). Geralmente, os pesquisadores empregam células presentes no sangue ou na mucosa da boca, mas podem utilizar células da pele ou presentes na raiz do cabelo.

O DNA é extraído das células, isolado das demais estruturas das células e purificado. Depois ele passa por um processo de clonagem molecular. Aqui, o termo “clonagem” refere-se à produção de cópias idênticas da sequência de DNA utilizando nucleotídeos livres e uma enzima já estudada no Caderno do Volume 3 da 2ª série: a polimerase do DNA.

Atualmente, uma das técnicas mais adotadas para amplificar trechos específicos do DNA é a reação em cadeia da polimerase (PCR). Essa técnica permite que, em curto espaço de tempo, trechos específicos do DNA possam ser amplificados milhões de vezes.

Depois de aumentar a quantidade de DNA por meio da clonagem molecular, os pesquisadores utilizam enzimas de restrição, proteínas capazes de cortar o DNA em pontos definidos, ou melhor, em sequências específicas. As “tesouras moleculares” foram descobertas em diferentes bactérias e, para cada uma delas, é quebrada uma sequência específica do DNA. No quadro a seguir, são apresentadas algumas enzimas e seus pontos de corte.



Sequência reconhecida	Nome	Origem
5' GGATCC 3' 3' CCTAGG 5' (Red arrows: ↓ on G, ↑ on G)	<i>Bam</i> HI	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> H
5' GAATTC 3' 3' CTTAAG 5' (Red arrows: ↓ on A, ↑ on A)	<i>Eco</i> RI	<i>E. coli</i> RY 13
5' GGCC 3' 3' CCGG 5' (Red arrows: ↓ on C, ↑ on C)	<i>Hae</i> III	<i>Haemophilus aegyptius</i>
5' CTGCAG 3' 3' GACGTC 5' (Red arrows: ↓ on C, ↑ on C)	<i>Pst</i> I	<i>Providencia stuartii</i>
5' CTCGAG 3' 3' GAGCTC 5' (Red arrows: ↓ on C, ↑ on C)	<i>Xho</i> I	<i>Xanthomonas holcicola</i>

Especificidade de algumas endonucleases de restrição. As setas indicam o ponto de clivagem na cadeia de DNA.

ZAHA, Arnaldo; FERREIRA, Henrique B.; PASSAGLIA, Luciane M.P. (Org.). *Biologia molecular básica*. 3. ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2003. p. 380.

As setas que aparecem na primeira coluna do quadro simbolizam os pontos de quebra da ligação entre um nucleotídeo e outro. Quando isso acontece, os trechos se separam, formando fragmentos de DNA.

Simulação do teste de DNA

Para simular o teste de paternidade de Ezequiel, você terá acesso a algumas sequências fictícias de DNA humano. Sua tarefa será utilizar a enzima fictícia MDA para produzir os padrões de DNA característicos de cada pessoa. Essa proteína quebra as ligações apenas quando encontra a sequência de DNA apresentada a seguir. As ligações entre o T/G e o A/C são quebradas nesse local.



Esquema para localizar o sítio de restrição da enzima utilizada.

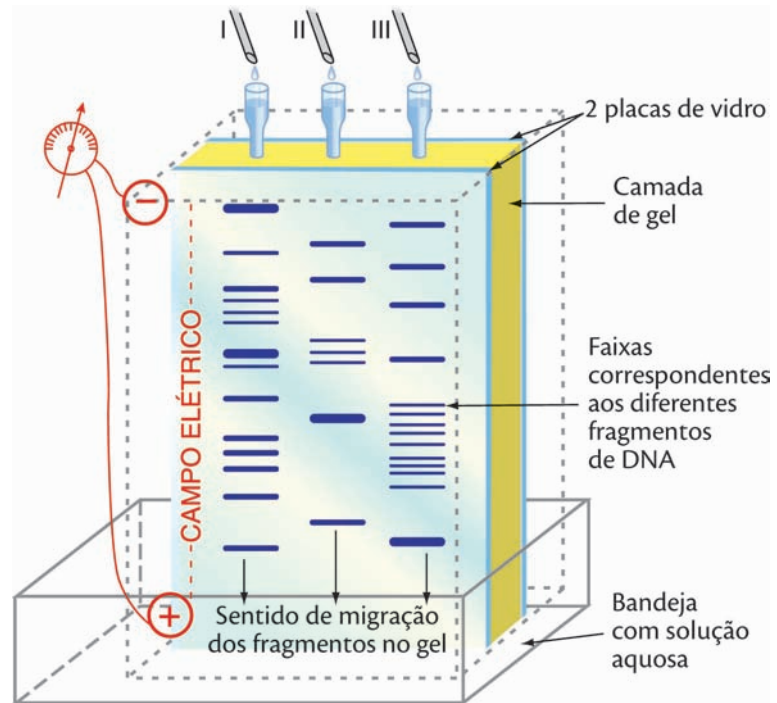
Abaixo, cada dupla fita de nucleotídeos faz parte de um cromossomo dos personagens de Dom Casmurro. Você deve utilizar a enzima de restrição MDA para separar o DNA dos envolvidos em fragmentos menores. Para isso, localize no quadro os sítios de restrição da enzima MDA no DNA de todos os indivíduos.

Capitu	Ezequiel	Bentinho	Escobar
ctatgggctgggaatcccatggccggcgcaaatggcaccctttaaataatggccccctccccgactcc gatacccgaaccttaggtaccggcgcggtaccgtggcaaattttaccgggagggctgaggg	gcaatggcacccttttatggctggaatggccccctcccaatggcaccctgcacccggtttaaacc cgttaccgtggcaaataccgaccttaccgggaggttaccctggcagtgggcaaatgg	tcgcaaccctgatggaccgagccccctccccgactccgctctccgaatggcgcctgaaaccgagca agcgtgggcataacctggctcggggagggctgagggcagaggttaccgaggacttggctcgt	gcaatggcacccttttatggctggaatggccccctcccaatggcaccctgcacccggtttaaacc cgttaccgtggcaaataccgaccttaccgggaggttaccctggcagtgggcaaatgg
caccctcgagcaccctgatggaccccaatggcaccctcccaatggcaccctgcacccggtc9 gtggcagctcgtggcataacctgggttaccctgggaggttaccctgacctgccccggcagc	tcgcaaccctgatggaccgagccccctccccgactccgctctccgaatggcgcctgaaaccgagca agcgtgggcataacctggctcggggagggctgagggcagaggttaccgaggacttggctcgt	tcgcaaccctgatggaccgagccccctccccgactccgctctccgaatggcgcctgaaaccgagca agcgtgggcataacctggctcggggagggctgagggcagaggttaccgaggacttggctcgt	caccgacccgtatggaaatggcacccttaccgtggcagggctccccggctccccgggagcc9 gtggctgggcataaccttaccgtggcagggctccccggctccccgggagcccgggcagc

Simulação de sequências de DNA dos personagens.

Depois de localizar e indicar os locais de corte pela enzima, confira seus resultados com os dos colegas da classe.

Medindo fragmentos de DNA



SASSON, Sezar; SILVA JUNIOR, Cesar da. *Biologia* – volume único. São Paulo: Saraiva, 2007. p. 585.

Esquema simplificado da eletroforese.

Após a produção dos fragmentos de diversos tamanhos, é preciso comparar o DNA dos envolvidos. Para isso, vamos usar uma técnica conhecida como **eletroforese**.

- Descreva essa técnica no espaço abaixo.

O quadro a seguir representa os sítios de restrição do DNA dos envolvidos no caso. No quadro da próxima página, você deve indicar as bandas de acordo com o número de pares de nucleotídeos para obter o padrão de bandas de cada indivíduo.

Capitu	Ezequiel	Bentinho	Escobar
ctatggtgctgggaaatccatggcggcgaatggcaccggtttaaataatggccccctcccgactcc	gcaatggcacccgttttatggctggaatggccccicccaatggcaccctgcaccccgttttaaacc	tcgcaacccgtatggacgccccctcagactccggctcctccgaatggcgccctgaaagcgagca	tgcacccgtatgtagcccttccgactccgactccggctcctccgaatggcgccctgaaacccgagca
gataccgaacctaggtaccggcgcgctaccggtggcaaatatttaccgggagggctgagg	ctataccgtggtaaaaatacccgactaccgggtgggtaccgtggcagtgggcaatttg	agcgtgggcaatacctggctcgggagggtgagggctgagggctaccgcggactttggctcgt	gtggcaccgtatgtagcccttccgactccggctcctccgaatggcaccctgcaccccgttttaaacc
gcaatggcacccgttttatggctggaatggccccicccaatggcaccctgcaccccgttttaaacc	ctataccgtggtaaaaatacccgactaccgggtgggtaccgtggcagtgggcaatttg	agcgtgggcaatacctggctcgggagggtgagggctgagggctaccgcggactttggctcgt	gtggcaccgtatgtagcccttccgactccggctcctccgaatggcaccctgcaccccgttttaaacc
tcgcaacccgtatggacgccccctcagactccggctcctccgaatggcgccctgaaagcgagca	ctataccgtggtaaaaatacccgactaccgggtgggtaccgtggcagtgggcaatttg	agcgtgggcaatacctggctcgggagggtgagggctgagggctaccgcggactttggctcgt	gtggcaccgtatgtagcccttccgactccggctcctccgaatggcaccctgcaccccgttttaaacc
gcaatggcacccgttttatggctggaatggccccicccaatggcaccctgcaccccgttttaaacc	ctataccgtggtaaaaatacccgactaccgggtgggtaccgtggcagtgggcaatttg	agcgtgggcaatacctggctcgggagggtgagggctgagggctaccgcggactttggctcgt	gtggcaccgtatgtagcccttccgactccggctcctccgaatggcaccctgcaccccgttttaaacc
tcgcaacccgtatggacgccccctcagactccggctcctccgaatggcgccctgaaagcgagca	ctataccgtggtaaaaatacccgactaccgggtgggtaccgtggcagtgggcaatttg	agcgtgggcaatacctggctcgggagggtgagggctgagggctaccgcggactttggctcgt	gtggcaccgtatgtagcccttccgactccggctcctccgaatggcaccctgcaccccgttttaaacc
gcaatggcacccgttttatggctggaatggccccicccaatggcaccctgcaccccgttttaaacc	ctataccgtggtaaaaatacccgactaccgggtgggtaccgtggcagtgggcaatttg	agcgtgggcaatacctggctcgggagggtgagggctgagggctaccgcggactttggctcgt	gtggcaccgtatgtagcccttccgactccggctcctccgaatggcaccctgcaccccgttttaaacc
tcgcaacccgtatggacgccccctcagactccggctcctccgaatggcgccctgaaagcgagca	ctataccgtggtaaaaatacccgactaccgggtgggtaccgtggcagtgggcaatttg	agcgtgggcaatacctggctcgggagggtgagggctgagggctaccgcggactttggctcgt	gtggcaccgtatgtagcccttccgactccggctcctccgaatggcaccctgcaccccgttttaaacc
gcaatggcacccgttttatggctggaatggccccicccaatggcaccctgcaccccgttttaaacc	ctataccgtggtaaaaatacccgactaccgggtgggtaccgtggcagtgggcaatttg	agcgtgggcaatacctggctcgggagggtgagggctgagggctaccgcggactttggctcgt	gtggcaccgtatgtagcccttccgactccggctcctccgaatggcaccctgcaccccgttttaaacc
tcgcaacccgtatggacgccccctcagactccggctcctccgaatggcgccctgaaagcgagca	ctataccgtggtaaaaatacccgactaccgggtgggtaccgtggcagtgggcaatttg	agcgtgggcaatacctggctcgggagggtgagggctgagggctaccgcggactttggctcgt	gtggcaccgtatgtagcccttccgactccggctcctccgaatggcaccctgcaccccgttttaaacc

Quadro indicando os sítios de restrição para enzima do DNA dos personagens.

Com base no padrão de bandas de DNA de todos os envolvidos, preencha, na tabela a seguir, as diferentes bandas correspondentes ao padrão de cada indivíduo para determinar as relações de parentesco entre eles. Considere que, em caso de paternidade, deve-se, inicialmente, comparar o perfil de fragmentos de DNA da criança com o da mãe e identificar todos os possíveis fragmentos de DNA da criança que também estão presentes no da mãe. Depois, compare os fragmentos de DNA da criança que sobraram (que não têm correspondência com o DNA da mãe) com os perfis de DNA dos possíveis pais. O provável pai será aquele cujo perfil de DNA contenha todos os fragmentos de DNA complementares aos fragmentos de DNA da criança que não estão presentes no DNA da mãe.

Escala em pares de base (pb)	Envolvidos			
	Capitu	Ezequiel	Bentinho	Escobar
1				
2				
3				
4				
5		■		
6				
7				
8				
9				
10		■		
11				
12		■		
13		■		
14		■		
15				
16				
17				
18				
19		■		
20				
21				
22				
23		■		
24				

Escala em pares de base (pb)	Envolvidos			
	Capitu	Ezequiel	Bentinho	Escobar
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34		■		
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				



Agora, a partir da leitura do padrão de bandas de todos os indivíduos, responda às questões:

1. Quais são as bandas presentes na mãe e no filho?

2. Quais bandas sobraram no padrão do filho sem correspondência com o padrão da mãe?

3. Quem possui todas essas bandas que não têm correspondência com o padrão da mãe?

4. De acordo com a simulação feita, quem é o provável pai de Ezequiel?

5. Elabore uma história em quadrinhos propondo um desfecho para a obra de Machado de Assis, *Dom Casmurro*, com base em um suposto teste de DNA. Esse teste não precisa ter o mesmo resultado da simulação feita, ou seja, o pai de Ezequiel pode ser outro personagem de *Dom Casmurro*.

O que eu aprendi...



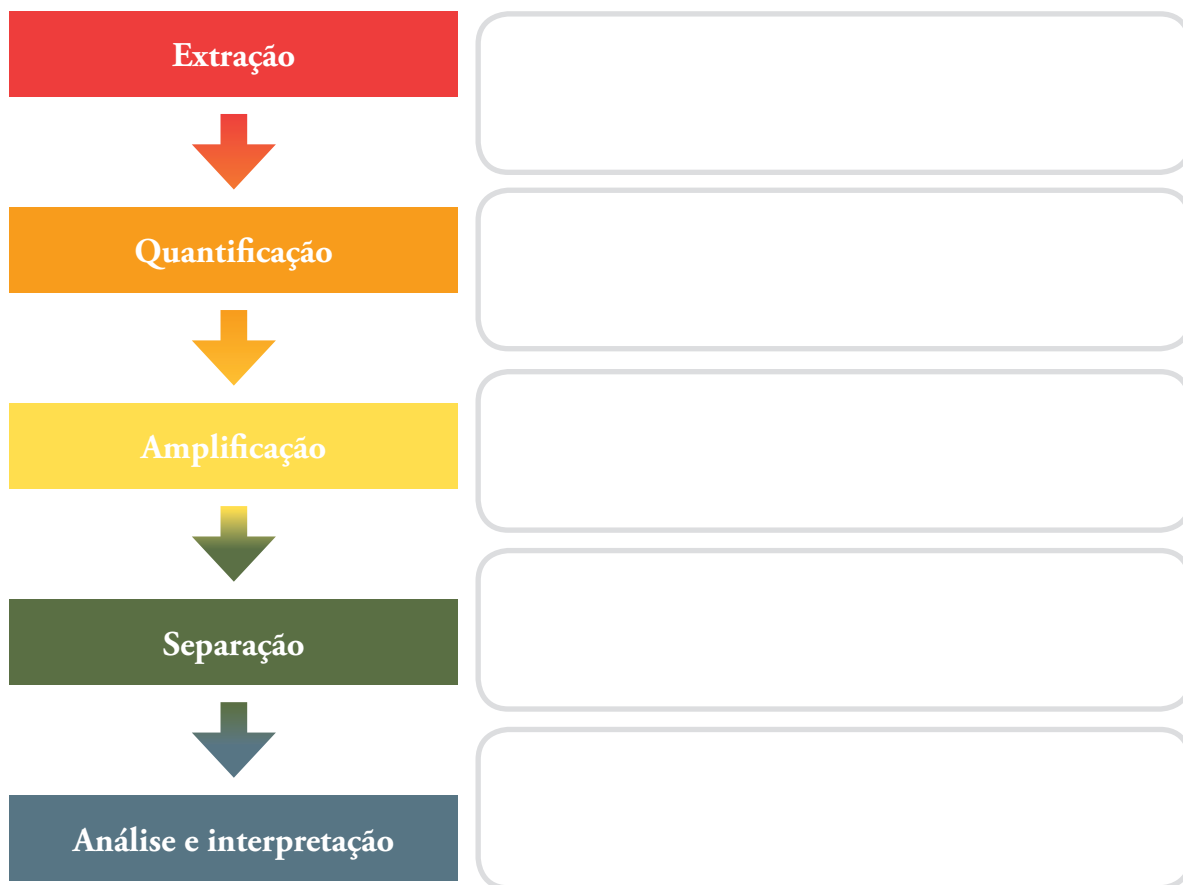


LIÇÃO DE CASA



Etapas para obtenção e análise do DNA

1. Complete o quadro a seguir com informações sobre cada uma das etapas, a partir das explicações de seu professor e de consultas ao livro didático.



2. Pesquise em seu livro o que são enzimas de restrição e como elas atuam.



VOCÊ APRENDEU?



1. Cinco casais procuraram a polícia e afirmaram ser os verdadeiros pais de Gabriela. A garota teria sido roubada de uma maternidade em 1990. Ao assistir à entrevista da garota na TV, esses casais desconfiaram de que poderiam ser os pais. Todos se submeteram ao teste de identificação pelo DNA e os resultados são apresentados a seguir. Quem são os verdadeiros pais de Gabriela? Assinale a alternativa correta.

Gabriela	a) Pai	Mãe	b) Pai	Mãe	c) Pai	Mãe	d) Pai	Mãe	e) Pai	Mãe
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

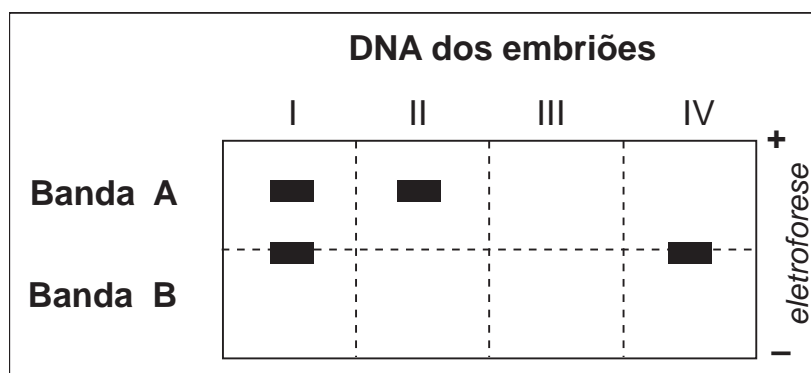
2. Com relação às enzimas de restrição, é correto afirmar que:
- os sítios de restrição nunca acontecem dentro de um gene.
 - para um ser vivo, de nada vale ter ou não sítios de restrição. Eles são úteis apenas na técnica inventada para analisar o DNA.
 - todo sítio de restrição marca também o início da síntese de proteínas.
 - indivíduos de uma mesma espécie possuem o mesmo número de sítios de restrição.
 - irmãos sempre apresentam a mesma quantidade de sítios de restrição.
3. (Fuvest–1997) Enzimas de restrição são fundamentais à Engenharia Genética porque permitem:
- a passagem de DNA através da membrana celular.
 - inibir a síntese de RNA a partir de DNA.
 - inibir a síntese de DNA a partir de RNA.
 - cortar DNA onde ocorrem sequências específicas de bases.
 - modificar sequências de bases do DNA.

4. Explique se as afirmações seguintes, sobre o teste de DNA, são verdadeiras ou falsas:

a) “O exame de DNA só pode ser feito com sangue.”

b) “O resultado mostrou que nós possuímos algumas bandas do mesmo tamanho; logo, está provado que ele é o meu pai.”

5. Com as técnicas estudadas, podemos verificar se existem regiões de interesse na fita de DNA. Chamamos essas regiões de marcadores, já que podemos associá-las a alguma característica em particular. A presença de um marcador no genoma de um indivíduo pode ser visualizada como uma banda de DNA em um gel de eletroforese. Dessa forma, podemos descobrir se um embrião poderá apresentar determinada característica ou doença genética com base na análise de seus marcadores. O esquema abaixo representa a análise de marcadores de DNA de quatro embriões humanos (I, II, III e IV). Apenas a presença de duas bandas (A e B) indica que o indivíduo pode apresentar certa doença quando adulto.



Observe o padrão de bandas do DNA de cada embrião e responda:

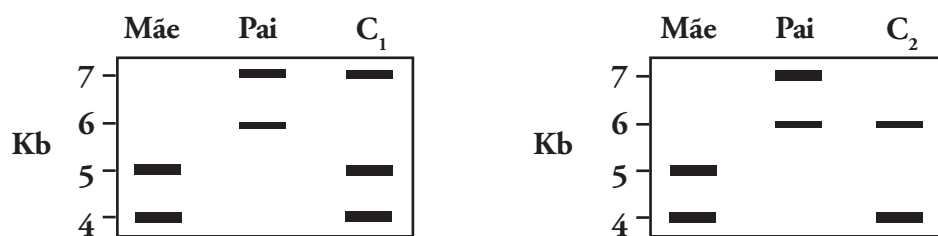
a) Entre os embriões analisados, quais **NÃO** deverão apresentar a doença quando adultos?

b) Supondo que os quatro embriões sejam irmãos, qual é o padrão de bandas (I, II, III e IV) mais provável **PARA CADA UM** de seus pais?

c) Qual banda é formada por fragmentos de DNA de MENOR tamanho? Justifique.

6. A síndrome de Down é ocasionada por uma trissomia do cromossomo 21. Em uma situação hipotética, um casal teve uma criança com a síndrome (C_1) e, na segunda gravidez, resolveu submeter-se a um teste de DNA para verificar se a segunda criança (C_2) também teria a síndrome.

O teste de DNA analisa marcadores para os diferentes cromossomos presentes nas células das pessoas e foi feito a partir do DNA extraído de células sanguíneas dos pais e do primeiro filho (C_1) e de uma punção do líquido amniótico (amniocentese) para analisar o segundo filho (C_2).



Com base na análise dos resultados expressos na ilustração, responda:

a) Qual a origem do cromossomo extra da criança?

b) A segunda criança apresenta ou não a síndrome? Justifique.

c) Faça uma pesquisa e descubra qual a principal razão para que se forme um embrião com trissomia do cromossomo 21.



APRENDENDO A APRENDER

Há diferentes situações nas quais o teste de identificação por DNA pode ser aplicado. Para cada uma das situações a seguir, encontre um exemplo real ou descreva de que forma esse teste é útil.

- Criminalística

- Crimes ambientais

- Tráfico de animais silvestres

- *Pedigree* de animais

- Doenças hereditárias

- Identificação de vírus e bactérias causadores de doenças



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 COMO PRODUZIR UM TRANSGÊNICO?

Eles estão entre nós. Se perguntar aos outros alunos da escola se já viram um organismo transgênico, é provável que a maioria diga que não. No entanto, é possível que a maioria, se não todos, já tenha tido algum contato com produtos derivados de organismos transgênicos. Muitos alimentos industrializados, por exemplo, usam produtos desse tipo em seu processo de fabricação. Da mesma forma, há diversos medicamentos feitos a partir de organismos transgênicos.

- Faça uma pesquisa em seu livro didático ou em outras fontes de informação confiáveis e descubra exemplos de alimentos e medicamentos produzidos com a participação de transgênicos.



Leitura e Análise de Imagem

© Alexandre Camanho



1. Quais são os organismos representados nessa imagem?

2. Os organismos estão representados do modo como os conhecemos? Comente.

3. Se a imagem sugerir a representação de um transgênico, que características dos organismos podem ter sido combinadas para gerar um organismo desse tipo?



Leitura e Análise de Texto

Troca-troca genético

Já viu porco com patas e focinho coloridos? E cabra que dá leite capaz de acelerar a cicatrização de ferimentos? Ao contrário do que você possa estar pensando, não estamos falando de criaturas de filmes de ficção. Esses animais são resultado de experimentos científicos de verdade! Se você tiver curiosidade, podemos conversar sobre como essas e outras modificações nos seres vivos são possíveis e por que os cientistas fazem isso. Que tal?

A cabra e o porco citados na abertura deste texto são apenas exemplos curiosos de seres vivos que receberam características de outras espécies. O porco ganhou a coloração de um tipo de alga marinha. Já na cabra foi introduzida uma característica do sangue responsável pela coagulação, isto é, por evitar hemorragias em cirurgias ou quando você se corta. Como assim? Bem, todos os animais e plantas têm dentro de suas células um conjunto de códigos que os fazem ser do jeito que são. Nos seres humanos, por exemplo, esse conjunto de códigos é responsável por termos dois braços, duas pernas, dois olhos, duas orelhas, um nariz, uma boca, um coração, dois rins... Enfim, por tudo que nos faz ter aparência humana por dentro e por fora. No caso de uma galinha, seu conjunto de códigos é responsável pelas características físicas que ela apresenta. E, assim, cada ser vivo tem o seu próprio conjunto de códigos, que se chama DNA. Guardou isso? Então, vamos adiante porque a conversa só está esquentando!

Você, agora, precisa saber que cada código que forma esse conjunto recebe o nome de gene e que cada gene tem sua função. De novo, vamos pensar em nós, humanos: temos genes responsáveis pelo formato das nossas orelhas; pela cor dos nossos olhos; pela produção de substâncias que nos permitem digerir os alimentos... Enfim, como temos muitas características, nosso DNA é formado por milhares de genes.

Pense bem: se cada espécie de animal e de planta tem características próprias determinadas pelo conjunto de seus genes – isto é, pelo seu DNA –, o que acontece se os cientistas transferirem genes de uma espécie para outra?

A espécie que receber os genes irá desenvolver uma ou mais características que não era sua naturalmente, certo? Pois foi exatamente isso que aconteceu com a cabra ao receber o gene do homem responsável pelo desenvolvimento do fator de coagulação humano no seu leite. E também com o porco, que recebeu da alga-marinha o gene responsável pela sua cor.

Quando um ser vivo recebe um gene de outra espécie de animal ou vegetal, ele é chamado transgênico. Mas os cientistas podem, também, transferir genes entre seres da mesma espécie; estes são chamados organismos geneticamente modificados.

ODA, Leila Macedo; CARNEIRO, Júlia Dias. Troca-troca genético. *Revista Ciência Hoje das Crianças*. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, mar. 2002.



1. Quais relações você faz entre a imagem anterior e o título do texto *Troca-troca genético*?

2. Utilize os termos: “seres vivos”, “células”, “DNA”, “gene”, “característica”, “transgênicos” e “organismos geneticamente modificados” (OGMs) e construa um mapa de conceitos. Para isso, explore as informações do texto e pesquise também em seu livro didático ou em outras fontes confiáveis.





Leitura e Análise de Texto

Para que trocar genes?

Ao transferir genes de uma espécie para outra, os cientistas não estão pensando apenas em produzir porcos coloridos ou cabras com genes humanos. Experimentos como esses são válidos para testar se a troca genética é realmente possível. Se for, plantas podem receber genes de vírus, por exemplo. Este é o caso da alface transgênica, desenvolvida recentemente. Ela recebeu o gene que produz o antígeno do vírus da hepatite B e que pode virar uma vacina! Você comeria uma alface dessas? Pense duas vezes antes de dizer que não, porque o antígeno é a parte do vírus usada nas vacinas. Quando ele entra em nosso corpo, estimula o organismo a se defender da doença causada pelo vírus. Logo, a alface transgênica funciona como uma vacina para a hepatite B. Então, você prefere alface ou injeção?

Gostou da vacina de alface? Melhor é a bebida láctea transgênica! Você sabe do que se trata: são aquelas pequenas garrafinhas que contêm leite fermentado com lactobacilos, bactérias que ajudam a proteger o intestino. Em breve, teremos lactobacilos transgênicos, com os antígenos de seis vírus diferentes. A vacina de leite fermentado vai combater doenças como a difteria, a coqueluche, o tétano, a caxumba, a rubéola e o sarampo, entre outras. No futuro, é provável que as vacinas sejam todas assim. Como é bom sonhar com o adeus às agulhadas...

Podemos, ainda, citar as chances de os organismos transgênicos se tornarem substitutos de remédios, vitaminas e outras substâncias que nosso organismo necessita. Veja: em 1985, começou a ser vendido o primeiro produto proveniente de um transgênico – a insulina, substância que controla a quantidade de açúcar no sangue. O gene humano responsável pela produção de insulina foi retirado de uma célula do pâncreas de uma pessoa saudável e transferido para uma bactéria, que começou a produzir a substância. Hoje, a insulina transgênica ajuda a salvar vidas de pessoas que têm diabetes, uma doença causada pela falha do corpo na produção dessa substância.

Quer saber um pouco mais sobre a cabra que pode ser usada para melhorar a saúde das pessoas? Pois anote: a cabra transgênica (a vaca também pode ser usada), que recebe o gene humano responsável pela coagulação do sangue, produz no próprio leite a substância que possibilita a cicatrização de cortes e machucados nas pessoas. Essa substância é muito importante para tratar os hemofílicos, que não a produzem em quantidades suficientes e podem ter grandes hemorragias a partir do mais simples sangramento.

ODA, Leila Macedo; CARNEIRO, Júlia Dias. Troca-troca genético. *Revista Ciência Hoje das Crianças*. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, mar. 2002.

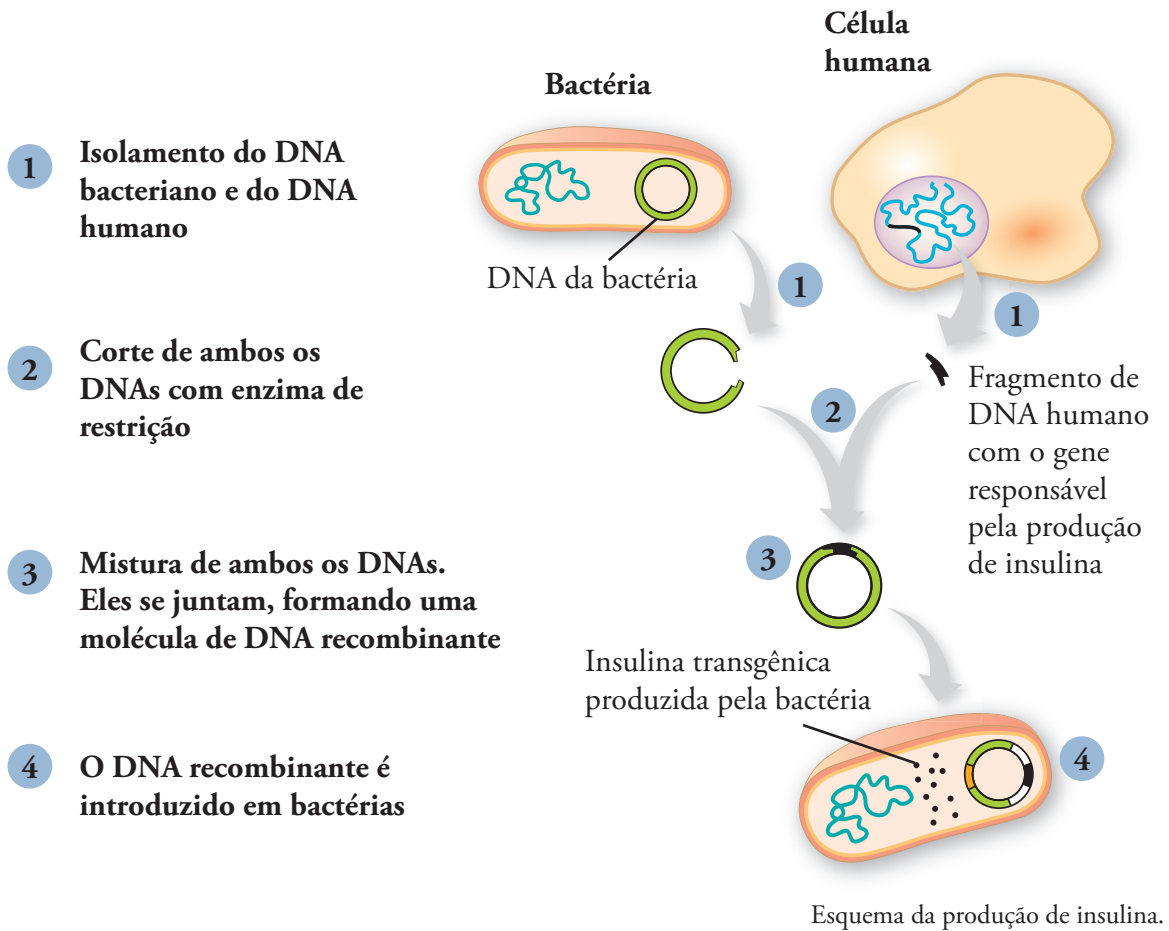
1. Identifique, no texto, exemplos de uso dos transgênicos.

2. O que esses exemplos apresentam em comum?



Leitura e Análise de Imagem

A imagem abaixo é um esquema que busca explicar como se produz insulina transgênica. Após a leitura, responda às questões a seguir.



© Aeroestúdio



LIÇÃO DE CASA



Leitura e Análise de Texto

Troca entre iguais

Agora, vamos falar da troca de genes entre seres da mesma espécie: os organismos geneticamente modificados! Alguém poderia perguntar: para que trocar genes entre seres iguais? Que diferença isso pode fazer? É hora de dizer que, embora organismos da mesma espécie tenham DNA exageradamente semelhante, existem mínimas diferenças que fazem cada ser ter o seu próprio código genético. Por isso, mesmo tendo dois braços, duas pernas, um nariz etc. etc. etc. como o seu vizinho, você é diferente dele! Com os bichos e as plantas também é assim: mesmo tendo um DNA que os caracteriza como sendo de determinada espécie, cada ser tem um código genético só seu.

O uso de plantas geneticamente modificadas também pode aumentar a produção agrícola, o que traz vantagens para o meio ambiente. Quando as lavouras produzem mais vegetais de melhor qualidade, diminui a necessidade de desmatar novas áreas para plantações. Além disso, as plantas podem ser modificadas para que consumam menos água durante o crescimento. Assim o planeta economiza, pois cerca de dois terços de toda a água doce do mundo é consumida na agricultura.

A transferência de genes entre iguais também pode melhorar a qualidade dos alimentos, tornando-os mais nutritivos. É o caso, por exemplo, de um arroz transgênico chamado *golden rice* (ou “arroz dourado”, em português). Ele é mais rico em vitamina A e ferro do que o arroz comum. A carência dessas substâncias no organismo pode causar problemas sérios, como cegueira e anemia. Olha que os animais também podem ser modificados para melhorar sob o ponto de vista alimentar. Cuba, por exemplo, criou uma tilápia transgênica e o Canadá, o salmão transgênico. Esses peixes tiveram alterado o gene responsável pelo crescimento e, por isso, crescem mais e concentram maior quantidade de proteínas.

Apesar das vantagens, muitas pessoas temem as consequências do consumo de produtos transgênicos ou geneticamente modificados. Afinal de contas, esses experimentos são muito recentes. Os próprios cientistas trabalham com cautela, avaliando, a cada nova descoberta, se ela não oferece riscos ao homem e à natureza. É normal que muitas pessoas tenham receio das novas tecnologias; as maiores descobertas científicas da História também encontraram resistência na sua época. Mas quem sabe? Talvez esse troca-troca genético não pareça nada estranho daqui a um tempo.

ODA, Leila Macedo; CARNEIRO, Júlia Dias. Troca-troca genético. *Revista Ciência Hoje das Crianças*. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, mar. 2002.



Após a leitura do texto, responda às questões:

1. Qual o termo mais apropriado para substituir a expressão “código genético” no texto?

2. Com base no texto, faça uma lista de benefícios decorrentes do uso de transgênicos.

3. As autoras se posicionam em relação aos transgênicos ou são imparciais?

Criação de um título

O texto a seguir trata do tema que estamos estudando. Leia com atenção e crie um título. Lembre-se de que, neste caso, além de indicar o assunto tratado, o título deve ser atraente para o leitor.

Título: _____

Fernando Reinach

Ocorreu em um dos melhores hospitais de São Paulo. Fazia menos de 24 horas que ele havia nascido quando me apresentaram um papel para assinar autorizando o procedimento. Consultei o médico, que me assegurou que era o recomendado. Fazer o quê? Autorizei. A injeção foi indolor e logo depois me entregaram a carteira de vacinação. Fiquei feliz, meu filho havia sido vacinado contra o vírus da hepatite B.

Se você acha que isso é uma grande novidade, ainda em fase experimental, está enganado. Neste ano, o Ministério da Saúde adquiriu milhões de doses dessa vacina e agora ela faz parte do programa de imunização do governo brasileiro. Nos próximos anos, praticamente todas as crianças recém-nascidas serão imunizadas com esta vacina “recombinante”, um nome mais “delicado” e que sofre menos discriminação que “transgênica”, apesar de significar exatamente a mesma coisa.



O termo significa que o produto injetado foi produzido por um organismo geneticamente modificado (OGM), assim como o óleo de soja que consumimos, o algodão de muitas das roupas que vestimos ou a insulina que a maioria dos diabéticos recebe todos os dias.

Ao contrário da hepatite A, que geralmente não deixa sequelas, uma infecção pelo vírus da hepatite B é muito mais séria. Ela pode deixar sequelas crônicas no fígado e uma parte dos pacientes pode desenvolver câncer. Como é difícil produzir grandes quantidades desse vírus, o desenvolvimento de uma vacina eficaz e segura só foi possível devido aos avanços da biotecnologia.

A partir do sequenciamento do genoma do vírus, foi identificado o gene que codifica a proteína capaz de tornar as pessoas imunes ao próprio vírus.

Esse gene foi retirado do vírus e transferido para um fungo (semelhante àquele que utilizamos para fazer cerveja). O fungo modificado, por ter em seu genoma um gene originário do vírus, é denominado transgênico. Ele se torna capaz de produzir grandes quantidades da proteína viral. O fungo é cultivado e a proteína é purificada e utilizada na produção da vacina.

Se neste ano estamos comemorando nossa autossuficiência em petróleo, nos últimos anos deveríamos ter comemorado nossa autossuficiência na produção dessa vacina.

A vacina recombinante contra o vírus da hepatite B foi desenvolvida no Instituto Butantan com a ajuda de um cientista que emigrou da ex-União Soviética, na década de 90. A adoção em larga escala dessa vacina nos programas de vacinação do governo vai permitir diminuir a incidência da doença e, de quebra, diminuir o número de casos de câncer de fígado. Espero que ela também ajude a diminuir a desinformação que ronda os transgênicos e os OGMs, afinal é um produto comercial, desenvolvido, aprovado e distribuído pelo governo brasileiro.

Quando recebi meu filho na saída da maternidade, tive a curiosidade de verificar se tinham pendurado nele um “rótulo” com a advertência “pode conter transgênicos”, como exigido pelo governo brasileiro para qualquer produto contendo derivados da soja transgênica. Não encontrei. Tampouco vejo a frase “contém transgênico” tatuada nos diabéticos que devem sua sobrevivência exatamente ao fato de receber, todos os dias, uma dose de insulina transgênica.

REINACH, Fernando. Injetaram proteína transgênica no meu filho! São Paulo. *O Estado de S.Paulo*, 26 abr. 2006. Vida &. Disponível em: <<http://www.reinach.com/Estado/Colunas/2006/79---26-abr-2006.doc>>. Acesso em 25 mai. 2010.

1. Qual parece ser a posição do autor em relação ao uso dos transgênicos?



2. O conceito de organismo geneticamente modificado apresentado no terceiro parágrafo do texto é semelhante ao apresentado no texto *Troca-troca genético* da página 17?

3. O que significa “autossuficiência” em vacinas?

4. Qual é a posição do autor em relação à legislação brasileira de identificação dos produtos que contêm transgênicos?

5. Qual é a principal ideia do texto *Troca-troca genético*? E do texto de Fernando Reinach?



6. Do que você mais gostou nos textos?



LIÇÃO DE CASA



Construção de um texto argumentativo



Leitura e Análise de Texto

Consumo de organismos transgênicos

Paulo Cunha

No blog do jornalista Marcelo Leite (<<http://cienciaemdia.folha.blog.uol.com.br>>), ele comenta o artigo do cientista Fernando Reinach reproduzido nas páginas 23 e 24 deste Caderno. O jornalista considera que o cientista usou apenas exemplos em que produtos extraídos de organismos transgênicos são isolados antes de ser utilizados. Por exemplo, quando o bebê citado no texto recebe a vacina contra hepatite, nada proveniente da bactéria transgênica é consumido, apenas a vacina purificada. Isso, segundo o jornalista, é bem diferente de um produto como biscoitos ou bolachas feitos com farinha de soja. Para a produção da farinha, a semente de soja transgênica inteira é triturada e consumida. Todas as proteínas da semente, bem como todo o DNA de cada célula, serão consumidas também.

Apesar da visão crítica do jornalista, sua posição quanto aos alimentos transgênicos não fica evidente. Ele critica que Reinach tenha usado um exemplo que subestima o problema dos alimentos transgênicos, afinal, comer o DNA transgênico não é igual a ingerir um produto produzido a partir desse material. Para Marcelo Leite, a adoção da vacina seria comparada ao uso do óleo de soja, mas não à ingestão do alimento contendo a semente da soja, como o salgadinho.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.



- Tomando por base as considerações do jornalista, faça uma redação analisando o artigo do cientista Fernando Reinach. No primeiro parágrafo, você deve apresentar o texto que será analisado. No segundo, você pode destacar os aspectos positivos do texto. No terceiro, seus aspectos negativos. Ao longo da redação, deve estar bem explícito o que é fato, o que é opinião do cientista e o que é sua opinião.

Blank writing area with horizontal lines for text entry.





VOCÊ APRENDEU?



1. Pesquisadores inseriram dois genes bacterianos na *Arabidopsis thaliana*, uma espécie de agrião, e criaram uma planta que não tolera solos contaminados. Nesse caso, é correto afirmar que:
 - a) Houve melhoramento genético e, além da qualidade desejada, outras qualidades foram transferidas, porque, invariavelmente, a planta resultante é melhor.
 - b) A planta recebeu naturalmente os genes, pois o próprio ar ou os insetos realizam a troca do pólen contido nas flores das plantas.
 - c) Foi realizada uma transformação genética e apenas os genes de interesse foram transferidos, o que resultou em uma bactéria transgênica.
 - d) Os pesquisadores construíram uma bactéria e uma planta transgênicas com os dois genes de interesse.
 - e) Foi realizada uma transformação genética e apenas os genes de interesse foram transferidos, o que resultou em uma planta transgênica.

2. Com relação aos organismos transgênicos, é correto afirmar que:
 - a) São seres cuja informação genética provém de outra espécie.
 - b) São seres que possuem parte de sua informação genética proveniente de outra espécie.
 - c) São seres que apresentam substâncias mais saudáveis e devem ser consumidos por toda a população.
 - d) Devem ser evitados, uma vez que, por apresentarem composição química modificada, não são produtos saudáveis.
 - e) São seres que, durante o processo de alimentação, incorporam material genético das espécies ingeridas.

3. (Enem – 2005) Os transgênicos vêm ocupando parte da imprensa com opiniões ora favoráveis, ora desfavoráveis. Um organismo, ao receber material genético de outra espécie ou modificado da mesma espécie, passa a apresentar novas características. Assim, por exemplo, já temos bactérias fabricando hormônios humanos, algodão colorido e cabras que produzem fatores de coagulação sanguínea humana. O belga René Magritte (1898-1967), um dos pintores surrealistas mais importantes, deixou obras enigmáticas. Caso você fosse escolher uma ilustração para um artigo sobre os transgênicos, qual das obras de Magritte, a seguir, estaria mais de acordo com esse tema tão polêmico?



a) © Magritte, René, *Decalomania*, 1966, Photothèque R. Magritte, licenciado por AUTVIS, Brasil, 2010



b)



© Magritte, René, *Invenção coletiva*, 1934, Photothèque R. Magritte, licenciado por AUTVIS, Brasil, 2010

c) © Magritte, René, *O sedutor*, 1953, Photothèque R. Magritte, licenciado por AUTVIS, Brasil, 2010



d)

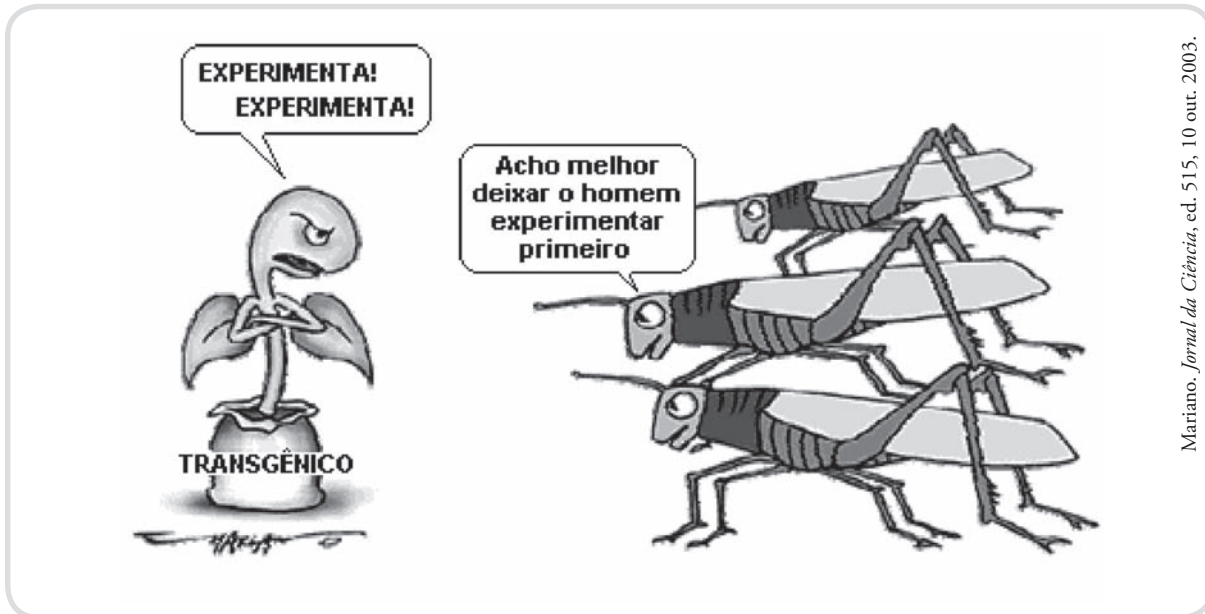


© Magritte, René, *A traição das imagens*, 1928-29, Photothèque R. Magritte, licenciado por AUTVIS, Brasil, 2010

e) © Magritte, René, *Perispicácia*, 1936, Photothèque R. Magritte, licenciado por AUTVIS, Brasil, 2010



4. Analise a charge a seguir:



- Qual deve ser a opinião do autor da charge sobre a liberação das plantações de soja transgênica? A partir dos elementos presentes na imagem, elabore um texto justificando sua resposta.

5. A soja transgênica resistente a uma marca de herbicida foi produzida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e está passando por testes de segurança alimentar e ambiental. Esse processo dura cerca de três anos e consiste na produção de 200 plantas resistentes ao herbicida. A partir desse lote, os pesquisadores escolhem as dez plantas com maior capacidade de gerar descendentes também resistentes. Esses filhotes do lote inicial são expostos a doses de herbicida três vezes maior que as aplicadas convencionalmente. Por fim, as melhores são separadas e apenas uma delas é levada a testes de segurança. Não existe a possibilidade de cruzamento dessas plantas com outras e o risco de polinização cruzada com outro tipo de soja é de apenas 1%. Por isso, os riscos ambientais causados pela soja transgênica são pequenos.

Com base no texto, explique por que a soja transgênica apresenta baixo risco ambiental.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 DEBATE SOBRE TRANSGÊNICOS

Construindo argumentos e aprofundando o conhecimento

Neste Caderno, tratamos das tecnologias do DNA e de suas possíveis aplicações. Acontece que a utilização dessas e de outras tecnologias não é um assunto que deve ficar restrito à comunidade científica. É necessário que diferentes segmentos da sociedade opinem, atuem e ajudem a regularizar a aplicação e o uso de novas tecnologias. É com essa intenção que convidamos você e seus colegas a organizar um debate cujo tema é a implantação da unidade de uma empresa de biotecnologia (fictícia) que utiliza diferentes tipos de organismo transgênico no município de Ecoli (também fictício).



Leitura e Análise de Texto

Caros cidadãos de Ecoli,

Gostaria de solicitar a participação de todos em um debate muito importante para a nossa cidade. A Transbio, que é uma empresa de biotecnologia, acaba de inaugurar suas instalações em Ecoli. Ela utiliza organismos transgênicos para a produção de diversos materiais.

Nessa nova unidade, a empresa atua na área alimentícia, produzindo óleo de soja transgênica e arroz com vitamina B; na área da saúde, insulina humana transgênica; e, na área agropecuária, agrotóxico e soja transgênica resistente a esse agrotóxico. Além de plantar esses organismos na região, ela quer vender tais produtos para a nossa população.

Gostaria de contar com a ajuda de vocês, representantes de diversos setores de nossa sociedade, para elaborar uma carta manifestando seu posicionamento sobre alguns questionamentos:

1. Devemos liberar a produção de todos esses materiais? E a venda? Que condições devem ser atendidas pela empresa?
2. Que cuidados devemos ter com a saúde de nossa população?
3. Quais são os benefícios dessa atividade para nossa cidade? E os riscos?

Conto com a colaboração de todos.

Obrigado,

O prefeito.

Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola.

Depois de ler a carta, siga a orientação de seu professor a respeito da organização do debate. A turma será dividida em equipes que representarão os diferentes grupos sociais envolvidos na situação.

Grupos sociais

Cada grupo vai elaborar uma pesquisa, selecionar e organizar argumentos para defender seu ponto de vista durante o debate. Essa pesquisa pode ser feita em *sites*, em revistas ou em livros didáticos. Seu professor vai marcar uma data para que os grupos apresentem os resultados dessa pesquisa. Veja os grupos participantes do debate.

Empresa de biotecnologia

Formado por administradores e técnicos em biotecnologia, este grupo representa os interesses da indústria Transbio. Seus principais produtos são: na área alimentícia, óleo de soja transgênica e arroz com vitamina B; na área da saúde, insulina humana transgênica; e, na área agropecuária, agrotóxico e soja transgênica resistente a esse agrotóxico. A empresa paga todos os seus impostos e está instalada em cidades do interior de São Paulo com baixa renda *per capita*, como Ecolí. Suas plantações transgênicas são acompanhadas por órgãos de fiscalização e estão de acordo com as regras estabelecidas até o momento.

Profissionais de saúde

Formado por médicos, nutricionistas, enfermeiros e outros profissionais ligados à saúde humana, este grupo representa os interesses da população relacionados ao bem-estar físico. Preocupados com a presença da indústria Transbio na região, esses profissionais começaram a levantar dados sobre a população local para verificar os efeitos do trabalho em plantações transgênicas e, principalmente, as consequências do consumo de alimentos e medicamentos transgênicos. Além da toxicidade de produtos utilizados pela indústria, os profissionais de saúde preocupam-se com as taxas de alergia dos moradores locais.

Setor agropecuário

Formada por proprietários de fazendas de pequeno, médio e grande porte e por trabalhadores rurais, este grupo representa os interesses dos produtores agrícolas, que visam aumentar a produtividade do setor. Segundo eles, a indústria Transbio traria benefícios para a cidade por meio da geração de empregos e de maior atividade econômica na região. No entanto, o setor agropecuário está preocupado com os gastos com matéria-prima e com a rejeição do mercado consumidor.

Poder público

Formado por vereadores e secretários municipais, esta parte do poder público deverá avaliar quais seriam os benefícios das atividades da Transbio para a economia local. Eles devem analisar também as relações comerciais entre a empresa e o setor agropecuário, principalmente no que diz respeito aos *royalties* ou direitos intelectuais. A legislação de venda ao consumidor é responsabilidade deste setor. Seus integrantes podem pensar também em exigências para a empresa, como investir nos hospitais da região o dinheiro que pagariam em impostos.



Pesquisadores da área de ecologia

Formado por biólogos, ambientalistas e ONGs de preservação do meio ambiente, este setor está preocupado com os impactos das atividades da Transbio na área natural da cidade. Ecolí apresenta uma vegetação de Cerrado e de Mata Atlântica, dois importantes biomas no Brasil que estão em risco, pois se encontram muito reduzidos. Este setor deve avaliar os impactos em espécies nativas da região, pensando em como monitorá-los, e levantar informações sobre pesquisas na área.

Apresentando os resultados da pesquisa

Após a pesquisa, você e seus colegas de grupo devem discutir seus argumentos e elaborar uma resposta à solicitação do prefeito, considerando o ponto de vista que representam. É importante que vocês esgotem todas as dúvidas e verifiquem a exatidão das informações dos colegas de grupo para que os dados e os argumentos sejam consistentes.

No espaço a seguir, anote resumidamente os argumentos apresentados separadamente pelos grupos sociais.

- **Empresa de biotecnologia:**

- **Profissionais de saúde:**

- **Setor agropecuário:**





• **Poder público:**

• **Pesquisadores da área de ecologia:**

Agora a turma será reorganizada para iniciar o debate entre os representantes dos diferentes grupos.

Após o debate, os representantes devem elaborar uma carta de consenso. Nela, os diferentes pontos de vista devem ser incorporados caso não seja possível uma proposta única.

Registre, no espaço a seguir, a carta de consenso elaborada pela turma.





PARA SABER MAIS

Livros

- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Produtos orgânicos: o olho do consumidor*. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, 2009. Trata-se de uma cartilha do Ministério da Agricultura produzida para orientar o consumidor sobre o novo selo de certificação de produtos orgânicos, o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica (Sisorg). A publicação é ilustrada pelo cartunista Ziraldo e explica o que é produto orgânico, suas qualidades e como ele deve ser produzido para ganhar o selo.
- LEITE, Marcelo. *Os alimentos transgênicos*. São Paulo: Publifolha, 2000. O jornalista explica os diferentes aspectos do tema.
- LORETO, Élgiom L.S.; SEPEL, Lenira M.N. *Atividades experimentais e didáticas de Biologia Molecular e Celular*. São Paulo: Editora da Sociedade Brasileira de Genética, v. 1, 2003. Esta obra apresenta materiais simples que podem ser utilizados na produção de atividades práticas sobre o tema.

Site e revista

- Os exames de DNA nos tribunais. Texto publicado na *Revista Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 169, mar. 2001.
- *Revista de Biotecnologia*. Disponível em: <<http://biotecnologia.com.br>>. Revista eletrônica com atualidades em biotecnologia. Acesso em: 25 mai. 2010.

Documentários e filme

- *Gattaca: a experiência genética (Gattaca)*. Direção: Andrew Niccol. EUA, 1997, 112 min. 14 anos. Ficção científica sobre uma sociedade organizada com base nas características genéticas das pessoas.
- *Genoma humano: decodificando a vida (Decoding life: the blueprint of the human body)*. Produção: Télé Images. França, 1999. 50 min. Série transmitida pela TV Escola, apresenta diferentes situações relacionadas ao estudo do genoma humano (câncer, herança e envelhecimento, entre outros).



- *Mendel e a manipulação dos genes (Big questions: Mendel and the gene splicers)*. Produção: Channel 4 Learning England. Inglaterra, 2006, 19 min. Exibido pela TV Escola, este episódio da série *Ciência em foco* retrata o trabalho de Mendel e seus desdobramentos no conhecimento atual sobre a herança biológica.

O que eu aprendi...

Handwriting practice area with 20 horizontal dashed lines for notes.





O que eu aprendi...

Handwriting practice area consisting of 25 horizontal dashed lines for text entry.





Desafio!

Conforme proposto no início da Situação de Aprendizagem 1, recorte os nucleotídeos do esquema abaixo e monte as moléculas de DNA e de RNA complementar. Seu professor vai orientá-lo nessa tarefa. Boa sorte!



Biologia - 2^a série - Volume 4

