

**CEJA** >>

**CENTRO DE EDUCAÇÃO**  
de JOVENS e ADULTOS

**CIÊNCIAS DA  
NATUREZA**

e suas **TECNOLOGIAS** >>

**Biologia**

**Fascículo 8**

Unidades 19 e 20

Edição revisada 2016

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador  
**Luiz Fernando de Souza Pezão**

Vice-Governador  
**Francisco Oswaldo Neves Dornelles**

---

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

---

Secretário de Estado  
**Gustavo Reis Ferreira**

---

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

---

Secretário de Estado  
**Antônio José Vieira de Paiva Neto**

---

FUNDAÇÃO CECIERJ

---

Presidente  
**Carlos Eduardo Bielschowsky**

---

PRODUÇÃO DO MATERIAL CEJA (CECIERJ)

---

Coordenação Geral de  
Design Instrucional

**Cristine Costa Barreto**

Elaboração

**Ana Paula Abreu-Fialho**

**Cláudia Russo**

**Ricardo Campos da Paz**

Atividade Extra

**Roberto Spritzer**

Revisão de Língua Portuguesa

**Ana Cristina Andrade dos Santos**

Coordenação de  
Design Instrucional

**Flávia Busnardo**

**Paulo Miranda**

Design Instrucional

**Aline Beatriz Alves**

Coordenação de Produção

**Fábio Rapello Alencar**

Capa

**André Guimarães de Souza**

Projeto Gráfico

**Andreia Villar**

Imagem da Capa e da Abertura das Unidades

**[http://www.sxc.hu/browse.](http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517)**

**[phtml?f=download&id=1381517](http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517)**

Diagramação

**Equipe Cederj**

Ilustração

**Bianca Giacomelli**

**Clara Gomes**

**Fernando Romeiro**

**Jefferson Caçador**

**Sami Souza**

Produção Gráfica

**Verônica Paranhos**

# Sumário

**Unidade 19 | A árvore e os arbustos da vida** **5**

---

**Unidade 20 | Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa  
ovelha chamada Dolly...** **33**

---

# Prezado(a) Aluno(a),

Seja bem-vindo a uma nova etapa da sua formação. Estamos aqui para auxiliá-lo numa jornada rumo ao aprendizado e conhecimento.

Você está recebendo o material didático impresso para acompanhamento de seus estudos, contendo as informações necessárias para seu aprendizado e avaliação, exercício de desenvolvimento e fixação dos conteúdos.

Além dele, disponibilizamos também, na sala de disciplina do CEJA Virtual, outros materiais que podem auxiliar na sua aprendizagem.

O CEJA Virtual é o Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) do CEJA. É um espaço disponibilizado em um site da internet onde é possível encontrar diversos tipos de materiais como vídeos, animações, textos, listas de exercício, exercícios interativos, simuladores, etc. Além disso, também existem algumas ferramentas de comunicação como chats, fóruns.

Você também pode postar as suas dúvidas nos fóruns de dúvida. Lembre-se que o fórum não é uma ferramenta síncrona, ou seja, seu professor pode não estar online no momento em que você postar seu questionamento, mas assim que possível irá retornar com uma resposta para você.


Para acessar o CEJA Virtual da sua unidade, basta digitar no seu navegador de internet o seguinte endereço:  
<http://cejarj.cecierj.edu.br/ava>

Utilize o seu número de matrícula da carteirinha do sistema de controle acadêmico para entrar no ambiente. Basta digitá-lo nos campos "nome de usuário" e "senha".

Feito isso, clique no botão "Acesso". Então, escolha a sala da disciplina que você está estudando. Atenção! Para algumas disciplinas, você precisará verificar o número do fascículo que tem em mãos e acessar a sala correspondente a ele.

Bons estudos!





o pelo qual os variantes de uma po  
re reprodução. A seleção natural seleciona as  
nos, alguns exemplos de adaptações, como o forma

humanos, possuímos cinco sentidos: olfato, visão, audição, tato e pal  
traças as nossas células nervosas, que captam, por exemplo, o estímulo d  
ovém do ambiente (ou seja, é externo ao nosso corpo). O número e a  
ão dessas células, por sua vez, são determinados pelo nosso material  
s pensar em uma situação hipotética: uma catástrofe na Terra  
glu o nosso planeta e poucos seres vivos, inclusive huma  
e evento. Dos que moravam em seu bairro, você e seu

# **Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa ovelha cha- mada Dolly: a Biotecnologia**

**Fascículo 8**  
**Unidade 20**



# Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa ovelha chamada Dolly: a Biotecnologia

## *Pra início de conversa..*

Beber uma cerveja é um prazer para muitas pessoas. Seja nas horas vagas, nos momentos de descontração ou nas comemorações, essa bebida tem acompanhado os seres humanos há bastante tempo. Muito tempo. Acredita-se que a cerveja foi uma das primeiras bebidas alcoólicas produzidas pelo homem e há registros de sua produção e consumo por povos antigos (como os egípcios, por exemplo), pelo menos desde o ano 6.000 a. C.

A cerveja e também os vinhos têm como bases das suas preparações, misturas ou “sucos” de plantas diferentes: tipos distintos de cerveja podem ser produzidos a partir de diferentes cereais (especialmente a cevada), enquanto diferentes tipos de vinhos têm sua origem a partir do suco de uvas de diferentes qualidades.

Os processos de produção de bebidas alcoólicas em geral, ou simplesmente de álcool (etanol), são atualmente bem conhecidos e rigorosamente controlados em todas as suas etapas (por exemplo, para garantir maior produtividade e melhor qualidade). Comodissemos, isso é feito há milhares de anos. Mas há um detalhe muito interessante e que muitas pessoas desconhecem: não fazemos sozinhos. Precisamos da ajuda de microorganismos, de um uso tecnológico de agentes biológicos.



## Objetivos de aprendizagem

- Identificar ações humanas relacionadas à biotecnologia.
- Posicionar-se frente ao uso da biotecnologia pelo homem, emitindo opiniões baseadas em argumentos sólidos sobre a temática.

## Seção 1

# Biotecnologia, o pão e a cerveja nossos de cada dia!

A utilização de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre os próprios seres vivos envolvidos nesses processos, no intuito de gerar bens e resolver questões nas mais diferentes áreas de atividades humanas, é definida, de maneira geral, como “Biotecnologia”.

Os processos biotecnológicos são muito variados e baseiam-se no conhecimento e na integração de saberes de várias áreas, como, por exemplo, Microbiologia, Genética, Biologia Molecular, Bioquímica, Química, Agricultura e Informática.

Hoje em dia, é bastante comum associar a biotecnologia a usos de conhecimentos avançados de técnicas de Biologia Molecular e à sua associação à informática (bioinformática). Essa é a chamada “Biotecnologia Moderna”, sobre a qual falaremos mais adiante. Mas se olharmos para trás, veremos que há um longo histórico antes disso.

Os povos antigos, provavelmente por acaso, descobriram o fenômeno da fermentação alcoólica. De uma maneira bastante simples e resumida, a fermentação alcoólica acontece em um ambiente sem oxigênio, quando microorganismos, denominados **leveduras**, precisam obter energia para a sua sobrevivência. Para isso, utilizam o amido (ou o açúcar derivado deste) presente no “suco de cevada” (no caso das cervejas) ou no suco de uvas (no caso dos vinhos), transformando-o em etanol e alguns outros compostos.

### Leveduras

São um tipo de fungo, assim como os cogumelos e os bolores que aparecem no pão mofado.

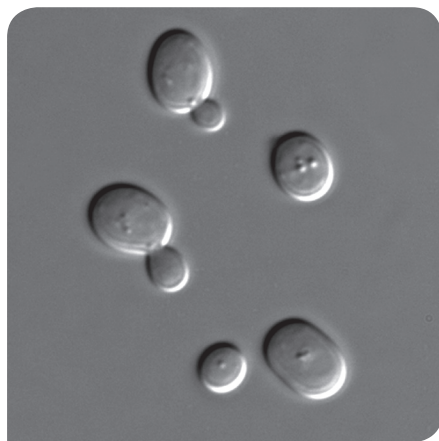


Figura 1: *Saccharomyces cerevisiae*, a levedura que dá origem à cerveja, fotografada com o auxílio de um microscópio.

Informações arqueológicas disponíveis apontam que os povos da antiguidade também descobriram que a fermentação poderia ter outras aplicações... Ao utilizarem o amido da farinha como alimento, as leveduras produzem não apenas álcool, mas também gás carbônico (dióxido de carbono ou  $\text{CO}_2$ ; no caso das cervejas e dos vinhos espumantes, esse gás é o responsável pela formação de “bolhas” no líquido). Dentro da massa do pão, o gás carbônico não consegue escapar facilmente, fazendo-a inchar e “crescer”. Assim, vão sendo formadas pequenas bolhas, as quais deixam a massa porosa e mais fofa - o álcool acaba evaporando durante a etapa de aquecimento da massa.



Figura 2: O uso das leveduras na massa do pão (acrescentadas na forma de um tablete de fermento que vende nos supermercados) faz com que, durante a fermentação, bolhas de gás carbônico formem-se, deixando o pão fofo.

Há outro tipo de fermentação muito útil à nossa alimentação: a fermentação láctea, que dá origem a muitos dos laticínios que ingerimos. Este tipo de fermentação usa o açúcar presente no meio para gerar uma substância, chamada ácido láctico, que constitui os queijos, iogurtes, manteigas...

Os processos de fermentação não têm aplicações somente na indústria alimentícia. Com o tempo, descobriu-se que, a partir da cana-de-açúcar, as leveduras podem fazer o álcool, que hoje utilizamos como combustível para os automóveis. Ou seja, com o tempo, um processo que foi descoberto de forma intuitiva, por meio da observação nos tempos antigos, foi sendo aperfeiçoado para dar origem a compostos que atendem a outras necessidades que o homem possui.

## As festas de Baco continuam até hoje!

Baco, deus romano, retratado por Michelangelo Caravaggio (à direita), é relacionado ao vinho, à Natureza, mas também aos excessos e à embriaguez (embriaguez). As festas em sua homenagem, conhecidas como bacanais, eram sempre regadas à comida e a bastante vinho!

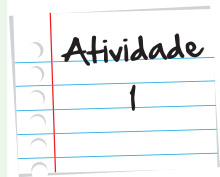
Esse vinho era produzido a partir do suco de uvas, que ficavam por algum tempo armazenadas em tonéis, sem contato com o ar, para que fermentassem. Nesses tonéis, as leveduras consumiam o açúcar do suco de uva e geravam, como produto de seu metabolismo, o álcool que o transformava em vinho.

Hoje em dia, apesar de não cultuarmos Baco como faziam os romanos, também celebramos bastante ao sabor do bom e velho vinho. Mas, será que o vinho atual é produzido da mesma maneira que os antigos?

No Brasil, possuímos grandes produtores de uvas e vinhos. E eles, para produzirem vinhos com mais qualidade e sabor, estão aderindo aos conhecimentos advindos das novas tecnologias.

Há um órgão público brasileiro, a Embrapa Uva e Vinho, que pesquisa e regulamenta novas tecnologias para essa produção. Algumas dessas tecnologias são: quais são os melhores tipos de uva a serem plantados em dado terreno; modificações genéticas das uvas para que elas dêem frutos maiores; estudo dos solos onde as uvas são plantadas; quais são os melhores tonéis para armazenar o suco da uva e fermentá-lo; quais são os melhores equipamentos para tratar do solo antes do plantio.

Agora, considerando a definição de biotecnologia, sublinhe, no texto, todas as técnicas relacionadas a ela.



Anote suas respostas em seu caderno

## Seção 2

# Vacinas

Não sabemos se você se lembra, mas em meados da década de 1980, um “mascote” foi criado para facilitar a vacinação de crianças: o Zé Gotinha.

O Zé Gotinha faz referência explícita a uma gota de um líquido imunizante que protege as crianças de um determinado grupo de doenças. Vamos retomar um pouco do que vimos sobre o sistema imune na Unidade 3 do Módulo 3.

Imunizar significa tornar imune, ou seja, tornar “à prova de” alguma coisa. Temos um sistema no nosso corpo responsável por defendê-lo de microorganismos ou substâncias que possam afetar o seu bom funcionamento – é o sistema imune, que tem duas formas de atuar na proteção do nosso organismo.

Em uma delas, o nosso sistema imune produz uma série de células especiais, os macrófagos e neutrófilos, capazes de destruir microorganismos que possam nos fazer mal.

A outra forma de defesa está relacionada a moléculas, os famosos anticorpos. Anticorpos (ou imunoglobulinas) nada mais são do que proteínas produzidas pelo nosso sistema imune e que são capazes de neutralizar toxinas ou outros antígenos de naturezas diversas que se encontram em nosso organismo. Os anticorpos podem atuar tanto inativando os antígenos quanto facilitando sua destruição pelas células de defesa do restante do sistema.

A relação entre o anticorpo e o antígeno que ele é capaz de neutralizar é muito, mas muito específica. Assim, é necessário que existam anticorpos para cada tipo de antígeno que entrar em contato com nosso organismo, pois, sem a especificidade química, que permite que um se ligue ao outro, não há neutralização e consequente proteção da pessoa.

A gente já nasce com um certo grupo de anticorpos no corpo, e adquire outros pelo colostro, aquele primeiro leite mais grosso com o qual a mãe amamenta o seu filho. Os outros anticorpos vão sendo produzidos no nosso organismo ao longo da nossa vida. E é aqui que entra o Zé Gotinha e a biotecnologia novamente!

Esta história começa lá nos idos do século XVIII e nos mostra, mais uma vez, que a Biotecnologia vem sendo utilizada e aperfeiçoada desde outros tempos para gerar maior qualidade de vida para o homem – este ser que faz parte da árvore da vida e é capaz de impactá-la de maneira tão significativa.

Naquela época, uma doença chamada varíola causava muitas mortes, e não havia tratamento eficaz ou prevenção contra ela. Um médico inglês, chamado Edward Jenner, observou que havia uma forma semelhante de varíola em vacas. Ele percebeu também que as pessoas que ordenhavam as vacas doentes desenvolviam algumas poucas feridas, mas não ficavam realmente adoecidas. Em um experimento, Jenner inoculou (introduziu) uma secreção de um machucado desses das ordenhadoras em um menino saudável, que desenvolveu uma forma bem branda da doença.

Poucos meses depois, colocou esse mesmo menino em contato com o vírus da varíola de verdade: o resultado foi que ele não contraiu a doença, ou seja, estava imune a ela.

A interpretação desse experimento, que deu origem à primeira vacina, veio depois e foi sendo cada vez melhor compreendida por pesquisadores da área. Hoje em dia, sabemos que o que Jenner fez foi pegar uma forma atenuada do vírus da varíola para desencadear no menino a produção de anticorpos que pudessem defendê-lo de uma real infecção com varíola. Sabemos que é possível fazer isso não somente para vírus, mas também para bactérias, e estimular a defesa contra doenças diversas.

As vacinas podem ser produzidas a partir do antígeno vivo atenuado, do antígeno morto ou de partes dele (proteínas específicas, pedaços da membrana etc.) que sejam capazes de desencadear a resposta adaptativa do sistema imune – ou seja, a produção de anticorpos no organismo. O uso de vacinas é mais efetivo no controle de algumas doenças do que simplesmente usar medicamentos quando uma pessoa fica doente, além de proteger contra doenças que não podem não ter seus efeitos revertidos, como é o caso da poliomielite/paralisia infantil.

Falando em paralisia infantil, esta é uma das doenças que, assim como a varíola, já foram erradicadas no Brasil graças às campanhas de vacinação.

### **Oswaldo Cruz e a Revolta da Vacina**

Um dos nomes mais importantes no Brasil, em relação à Saúde Pública, foi Oswaldo Cruz. Este médico foi responsável por, na época do presidente Rodrigues Alves, capitanear uma grande vacinação da população da capital do país (na época, o Rio de Janeiro), revertendo a grande incidência de tifo, varíola e febre amarela.

Em que pese ele tenha feito grandes contribuições para a Saúde Pública da cidade, na época, a maneira como foi conduzido o processo merece um pouco de nossa reflexão. Veja o vídeo disponível em <http://goo.gl/f5RPZ>, sobre a revolta da vacina.

Politicamente, foi uma imposição muito violenta. O bota abaixo do então prefeito do Rio, Pereira Passos, foi uma forma brutal de colocar ordem na cidade, derrubando muitas construções com a finalidade de urbanizar a cidade, alargando ruas, abrindo outras novas. No entanto, tais modificações se deram sem respeitar as pessoas que ali viviam (guardando as devidas proporções, é parecido com o que acontece hoje em dia com os moradores do Morro da Conceição, da Vila Autódromo e de outras partes da cidade). Muitos dos problemas de urbanização que temos hoje, com a população mais pobre com dificuldade de moradia, vêm dessa época.

Na mesma postura autoritária de Pereira Passos, Oswaldo Cruz comandou a vacinação compulsória. As pessoas foram obrigadas a serem vacinadas sem nem entenderem direito como isso funcionava (e, cá entre nós, é realmente uma ideia estranha inocular em você um agente causador de doença para te proteger da doença “de verdade”, não é mesmo?). Hoje em dia, todos sabemos da importância que a vacinação tem em controlar algumas doenças. Mas, na época, a população desinformada tinha medo. Será que a única maneira de estabelecer a vacinação naquela época era a violência? Será que havia tempo para se tentar outra estratégia?



Saiba Mais



Saiba Mais

Não sabemos a resposta. Foram decisões complexas, que envolveram muitas pessoas e que podem acontecer novamente, de outras formas, na nossa sociedade. Por isso, é importante refletirmos sobre ela...

Hoje em dia, Oswaldo Cruz e sua inegável contribuição para a Saúde Pública brasileira dão nome à Fundação Oswaldo Cruz. A Fiocruz tem importante atuação na área da Saúde, tanto no ensino e na pesquisa, quanto na produção de remédios e vacinas que são distribuídos pelo nosso Sistema Único de Saúde (SUS). Se quiser saber mais sobre a Fiocruz, acesse [www.fiocruz.br](http://www.fiocruz.br).



Atividade

2

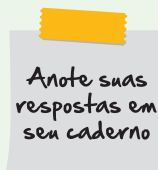
### E quando não há vacina?

Há algumas bactérias e fungos que são tão nocivos (ou patogênicos, como preferir) que, após entrarem em nosso organismo não imune, matam-nos rapidamente. Para muitos desses, não há vacina ou remédio que trate os doentes.

Esse é o caso das bactérias *Yersinia pestis* (causadora da peste bubônica) e *Bacillus anthracis* (provoca o antraz). Elas já foram usadas como armas biológicas, você sabe o que é isso?

Armas biológicas são microorganismos (ou toxinas produzidas por eles) usadas para atingir um oponente durante uma guerra (ou ataque) militar.

É possível, a partir desse novo conhecimento, relacionar as vacinas às armas biológicas?



Anote suas respostas em seu caderno

## Seção 3

# Soja, biotecnologia e a discussão sobre os famosos transgênicos

Há muito tempo, o homem manipula plantações. Arranca plantas que são mais frágeis aos ataques de pragas, deixando apenas aquelas que são mais resistentes; seleciona aquelas que dão os melhores frutos, excluindo da plantação aquelas que dão poucos frutos, ou frutos não saborosos e bonitos.

Você aprendeu no Módulo 1 que o nome deste processo é Seleção Artificial. Ele acontece há muitos séculos e, através dele, características vistas como “mais interessantes” pelos agricultores foram sendo selecionadas. O mesmo vale para criadores de animais, que selecionavam os cavalos que corriam mais, eram mais fortes, as vacas que davam mais leite etc.

Pois bem! Se entendemos Biotecnologia em sentido amplo, em que usamos o conhecimento sobre processos e características biológicas dos seres vivos para gerar benefícios ao homem, a seleção artificial pode ser entendida como um processo biotecnológico também.

Só que no campo da Biologia e da Biotecnologia Moderna, essa seleção foi tomando outros contornos... Conhecimentos sobre a estrutura do DNA e a possibilidade de identificar quais genes são responsáveis por quais características, aliados às técnicas mais desenvolvidas de Biologia Molecular, possibilitaram que o homem fizesse outro nível de seleção. Em laboratório, tornou-se possível que uma planta tivesse seus genes modificados de forma que ela fosse mais resistente a insetos que atacam a plantação, por exemplo.

O processo envolve técnicas relacionadas ao DNA recombinante. Como o próprio nome diz, são técnicas que possibilitam recombinar o DNA de um organismo com outros trechos de DNA (genes), que podem ser de outro organismo ou dele mesmo. Estes organismos que sofreram recombinação de DNA, transferência de genes, são chamados transgênicos.

Há vários propósitos de transgenia. Um muito difundido é a inserção em bactérias do gene que codifica a insulina. A insulina é um peptídeo que, no nosso metabolismo (como você viu na Unidade 5 do Módulo 3), tem o papel de regular a quantidade de açúcar no nosso sangue. Quando há problemas com a regulação dessa quantidade de açúcar, o indivíduo sofre de diabetes e pode precisar de insulina artificial em seu organismo.

Durante muito tempo, essa insulina “extra”, usada como medicamento, foi conseguida a partir de extrações de animais, como boi e porco. Foi na década de 1980 que se descobriu que era possível produzir insulina em laboratório. A prática consistia em inserir o gene que codifica a insulina em uma bactéria que o expressaria (ou seja, produziria a



insulina). Com a multiplicação das bactérias, se multiplicaria também a quantidade de gene expresso e, consequentemente, a quantidade de insulina produzida. A partir daí, por processos de purificação, a insulina poderia ser usada como medicamento normalmente.

Há muitas outras aplicações da modificação genética de organismos. No que se refere à agricultura, como já mencionamos, há uma busca por melhor aproveitamento das plantações.

No Brasil, estima-se que mais da metade das plantações que existem sejam de organismos geneticamente modificados (OGM). De soja, um dos produtos mais importantes na nossa balança de exportações, essa proporção chega a mais de 80%. Todos esses OGM de larga escala (soja, milho e até arroz) têm maior resistência a insetos, porque foram modificados com a inserção de genes com propriedade inseticida. Além disso, têm maior resistência aos agrotóxicos, embora nós, que consumimos os alimentos, não tenhamos sido geneticamente modificados para isso.

Fato concreto é que a manipulação genética de plantas de exportação relevante, como a soja, tem um impacto muito grande na economia. Analisando a questão, de um lado, temos dados científicos obtidos até o momento para defender a plantação de transgênicos. Entidades como a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização das Nações Unidas para Alimentação e para Agricultura (FAO), o Commissariado Europeu para Pesquisa, Inovação e Ciência e várias das principais academias de ciência do mundo avaliam como “normal” a disseminação de transgênicos. Esta é também a posição do nosso Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

De outro lado, há organizações e cientistas que não acreditam que o impacto dos transgênicos já tenha sido avaliado de forma suficiente. O Greenpeace carrega intensamente essa bandeira contrária à disseminação e consumo de transgênicos, e conseguiu que, ao menos, os produtos alimentícios transgênicos fossem identificados em seus rótulos, de forma que cada pessoa tivesse sua oportunidade de escolha. As alegações do “time” contrário aos transgênicos são de que os estudos realizados até o momento não seriam totalmente conclusivos, uma vez que seria necessário avaliar os efeitos do consumo constante e prolongado dos transgênicos ao longo da vida das pessoas para chegar a alguma conclusão. Além disso, a manipulação genética teria um impacto direto na biodiversidade, pois estaria interferindo diretamente na natureza e não seria possível avaliar as consequências disso nos ecossistemas.

O que podemos concluir desse debate é que a discussão sobre os transgênicos precisa ser olhada com muita cautela. De um lado, temos a ciência e muitos interesses econômicos em jogo; de outro, argumentos que, embora mais especulativos, não são “maluquices”...

## Seção 4

### Uma certa ovelha chamada Dolly

Você aprendeu lá no Módulo 1 que existe um tipo de reprodução chamada assexuada. Neste tipo, um organismo dá origem a cópias idênticas de si mesmo – sem “misturar” o seu DNA ao de outro organismo. Isso é o que acontece com as bactérias, por exemplo, e com todas as células do nosso corpo, que se dividem, gerando duas novas células iguais à original.

Em laboratórios, esse princípio é muito utilizado para cultivar células e bactérias com alguma característica específica, por exemplo, como vimos no caso da insulina em bactérias transgênicas. Basta conseguir fazer a inserção do gene da insulina em umas poucas bactérias que, ao se reproduzirem, elas gerarão cópias idênticas contendo esse gene.

Este processo de gerar cópias idênticas de uma coisa chama-se clonagem. Na Natureza, ele é muito comum para alguns tipos de organismos e para células de outros. Gêmeos idênticos também são um caso de clonagem natural: de uma única célula fecundada, por meio de divisões mais aceleradas do que o padrão, em vez de um bebê temos dois, três, quatro sendo formados.

A observação da Natureza fez com que a ciência se interessasse bastante pela clonagem. Em um primeiro momento, a observação mostrava que era muito simples fazer clonagem de seres unicelulares (como as bactérias). Mas seria possível clonar organismos complexos, como um mamífero?

Em 1997, é divulgada a resposta para esta pergunta: a ovelha Dolly, um clone que já tinha alguns meses de vida – era o primeiro clone de um organismo complexo, um mamífero. Um grupo liderado pelo pesquisador Ian Wilmut criou a Dolly, em laboratório, a partir de três ovelhas. A ovelha 1 doou célula-ovo, da qual os cientistas retiraram todo o DNA. Da mama de uma ovelha 2 (a que foi efetivamente clonada, porque seu DNA é que foi usado), eles coletaram células e extraíram o DNA, que inseriram na célula-ovo da ovelha 1. Esta célula-ovo da 1 com o DNA da 2 foi inserida em uma ovelha 3, que serviu de “barriga de aluguel”. Este processo de reproduzir um ser em laboratório por meio de clonagem é chamado *clonagem reprodutiva*.

Dolly nasceu em 1996. Em 1998, teve sua primeira cria, o que mostrou que ela era capaz de se reproduzir, questão que era colocada pela comunidade científica na época. Só que na gestação seguinte, os três filhotes que ela teve apresentaram problemas graves de saúde. Com cinco anos, ela apresentou um quadro grave de artrite, o que não é comum para ovelhas nesta idade. Seria este um sinal de envelhecimento precoce? A Dolly tinha mesmo cinco anos ou tinha onze (soma de sua idade com a idade da ovelha 2, que doou o DNA)? O clone não carrega as características de envelhecimento do seu DNA de origem?

Dolly morreu com sete anos de idade e, embora tenha deixado muitas perguntas sem resposta, a sua “criação” em laboratório abriu uma avenida de possibilidades para os cientistas. Obviamente, ela acenou com a possibilidade de clonagem humana.

Imagine a complexidade deste evento. Quem seria clonado? Quem doaria a célula-ovo? Quem seria a “barri- ga de aluguel” em cada caso de clonagem? Quem arcaria com os custos elevadíssimos desses procedimentos? Foi demonstrado, com a clonagem de outros mamíferos além da ovelha, que é muito difícil clones serem viáveis ou não apresentarem anomalias em seus genomas. Como seria isso com os seres humanos? Para que fim esses clones seriam “usados”? Transplantes de órgãos para o ser “original”? E o clone não é um ser humano também? E, tendo diversos clones, isso não seria um problema para a variabilidade genética de uma população? Se uma catástrofe acontece, como está a capacidade adaptativa se os seres (humanos e bichos) têm o mesmo DNA?

Dado o número de questões sem resposta, em 2003 uma reunião de 63 academias científicas publicou um documento dizendo que seria irresponsável os governos liberarem a produção de clones humanos em seus ambientes científicos.

No entanto, a ciência encontrou um outro princípio de clonagem relevante para a espécie humana: a clona- gem terapêutica. Em vez de se pensar em fazer um ser humano completo clonado, a ideia é fazer tecidos e até órgãos por meio da clonagem, a partir de células-tronco embrionárias. Aqui “mora” o nó crítico da ideia.

Células-tronco, como você viu na Unidade 5 do Módulo 2, são células que ainda não se diferenciaram o suficiente para assumir alguma “função” no nosso organismo. Assim, dependendo do estímulo, elas podem virar qualquer célula. Embora haja células-tronco na medula de indivíduos adultos, nas células embrionárias é que encontramos o maior potencial de multiplicação e diferenciação dessas células. Essas células embrionárias estão presentes no cordão um- bilical, placenta e no próprio embrião.

Células-tronco são utilizadas, já nos dias de hoje, para uma série de tratamentos, como é o caso da diabetes tipo 1. No princípio da clonagem terapêutica, a ideia não é gerar um ser-humano-clone, que vai crescer, ficar adulto, mas sim um embrião com o DNA de uma pessoa que, logo nos estágios iniciais, teria suas células coletadas e induzidas à diferenciação de acordo com a necessidade de quem deu origem a esse embrião (um fígado, um rim, um coração etc).

Este tipo de procedimento, embora seja realizado em alguns países no mundo, ainda é proibido no Brasil. Existem muitas, mas muitas questões éticas, de direitos humanos e mesmo científicas que ainda não foram suficien- temente debatidas para que se pudesse chegar a uma conclusão.

A pessoa que deu origem ao embrião teria sua vida melhorada ou salva pelo transplante. A clonagem tera- pêutica poderia auxiliar também no tratamento de doenças neurodegenerativas, com a produção de novos feixes nervosos para implante nos “donos do embrião”. A fila de transplantes poderia diminuir muito, assim como os riscos de rejeição do órgão transplantado seriam baixíssimos.

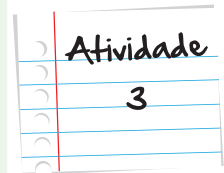
Mas e o embrião, que é descartado depois? Ele é vida ou neste estágio não é considerado vida ainda? Os Direitos Humanos ainda não conseguiram chegar a um consenso sobre o momento em que um embrião é considerado uma vida: se no momento da fecundação, na fixação no útero, no desenvolvimento do encéfalo. Como regulamentar um procedimento onde definições importantes ainda não foram feitas?

### Qual a sua opinião?

No meio científico, há controvérsias quanto à utilização de clones para terapia, assim como no meio político e religioso.

Essas pessoas são, claro, reflexos da sociedade e, por isso, é importante que você conheça essas questões e tenha sua própria opinião sobre a clonagem. Então, em poucas linhas, escreva a sua opinião sobre esse tema: você é a favor que se clone células humanas para fins terapêuticos? Por quê?

Anote suas respostas em seu caderno



## Considerações finais

Depois de tudo o que você estudou aqui nesta unidade, imaginamos que esteja claro o potencial de benefícios do uso tecnológico de sistemas biológicos.

Alguns dos procedimentos biotecnológicos são unânimes hoje, tanto para a população quanto para a comunidade científica em geral. Outros, nem tanto.

No encerramento deste último módulo de Biologia, achamos que a biotecnologia, a manipulação da natureza, nos abre espaço para algumas boas reflexões.

De fato, ainda precisamos de muitos estudos e de tempo para observar e entender as consequências do que o homem vem produzindo. Não há como negar que os cientistas não têm, ainda, como prever o efeito de transgênicos na biodiversidade, a longo prazo. Observações pontuais não dão conta de responder a perguntas como: “o que

acontece com quem se alimenta de transgênicos que possuem “genes-inseticidas” por 30 anos?” ou “o que acontece com os insetos que se alimentam de plantas com essas características? E com outros bichos que se alimentam desses insetos? Como são afetadas as cadeias e teias alimentares?”

Qual é o limite da intervenção do homem na Natureza? Ele existe? Deve existir? A ciência explica e justifica tudo? Quais são as implicações para o próprio homem das interferências que ele vem realizando na natureza? Existem consequências? Quais são?

São muitas as questões sobre as quais temos que refletir. É inegável o avanço da ciência e os benefícios que ela tem trazido para a sociedade. Por outro lado, isso não deve nos permitir colocá-la em um lugar de onisciência absoluta, de quem “sabe-tudo”, sem regulamentação pela própria Ciência, pelo Direito e, principalmente, pela Ética.

## Resumo

- A utilização de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre os próprios seres vivos envolvidos nesses processos, no intuito de gerar bens e resolver questões nas mais diferentes áreas de atividades humanas, é definida, de maneira geral, como “Biotecnologia”.
- Os processos biotecnológicos são muito variados e baseiam-se no conhecimento e na integração de saberes de várias áreas, como, por exemplo, Microbiologia, Genética, Biologia Molecular, Bioquímica, Química, Agricultura e Informática.
- A fermentação alcoólica acontece; em um ambiente sem oxigênio, quando microorganismos, denominados leveduras, precisam obter energia para a sua sobrevivência. Para isso, utilizam o amido (ou o açúcar derivado deste) presente no “suco de cevada” (no caso das cervejas) ou no suco de uvas (no caso dos vinhos),
- Há outro tipo de fermentação muito útil à nossa alimentação: a fermentação láctea, que dá origem a muitos dos laticínios que ingerimos. Este tipo de fermentação usa o açúcar presente no meio para gerar uma substância, chamada ácido lático, que constitui os queijos, iogurtes, manteigas...
- As vacinas são antígenos que não nos fazem mal, mas são capazes de desencadear uma resposta imune adaptativa, ou seja, a produção de anticorpos.
- As vacinas podem ser produzidas a partir do antígeno vivo atenuado, do antígeno morto ou de partes dele (proteínas específicas, pedaços da membrana etc.) que sejam capazes de desencadear a resposta adaptativa do sistema imune – ou seja, a produção de anticorpos no organismo. O uso de vacinas é mais efetivo no controle de algumas doenças do que simplesmente usar medicamentos quando uma pessoa fica doente,

além de proteger contra doenças que não podem não ter seus efeitos revertidos, como é o caso da polio-mielite/paralisia infantil.

- Se entendemos biotecnologia em sentido amplo, em que usamos o conhecimento sobre processos e características biológicas dos seres vivos para gerar benefícios ao homem, a seleção artificial pode ser entendida como um processo biotecnológico também.
- Em laboratório, tornou-se possível que uma planta tivesse seus genes modificados de forma que ela fosse mais resistente a insetos que atacam a plantação, por exemplo.
- O processo envolve técnicas relacionadas ao DNA recombinante. Como o próprio nome diz, são técnicas que possibilitam recombinar o DNA de um organismo com outros trechos de DNA (genes), que podem ser de outro organismo ou dele mesmo. Estes organismos que sofreram recombinação de DNA, transferência de genes, são chamados transgênicos.
- No Brasil, estima-se que mais da metade das plantações que existem sejam de organismos geneticamente modificados (OGM). Analisando a questão, de um lado, temos dados científicos obtidos até o momento para defender a plantação de transgênicos. De outro lado, há organizações e cientistas que não acreditam que o impacto dos transgênicos já tenha sido avaliado de forma suficiente.
- O processo de gerar cópias idênticas de uma coisa chama-se clonagem. Na Natureza, ele é muito comum para alguns tipos de organismos e para células de outros. Gêmeos idênticos também são um caso de clonagem natural: de uma única célula fecundada, por meio de divisões mais aceleradas do que o padrão, em vez de um bebê temos dois, três, quatro sendo formados.
- A ovelha Dolly foi o primeiro clone de um organismo complexo, um mamífero, conhecido, em 1997. Este processo de reproduzir um ser em laboratório por meio de clonagem é chamado *clonagem reprodutiva*. Em 1998, teve sua primeira cria, o que mostrou que ela era capaz de se reproduzir, questão que era colocada pela comunidade científica na época. Só que, na gestação seguinte, os três filhotes que ela teve apresentaram problemas graves de saúde. Com cinco anos, ela apresentou um quadro grave de artrite, o que não é comum para ovelhas nesta idade. Seria este um sinal de envelhecimento precoce?

## Veja ainda

Existem muitas aplicações da Biotecnologia e, neste espaço, claro que não ia ser possível falar de todas elas. Na verdade, essa não é a ideia, mesmo, pois queremos que você vá à Internet, pesquise, descubra coisas e faça as suas próprias reflexões.

Para dar um pontapé, apenas, em temas que não foram abordados, seguem algumas dicas de início de investigação:

- Bioetanol e biodiesel são **biocombustíveis**, ou seja, diferente da gasolina, que vem do petróleo, eles são produzidos de fontes biológicas, como a cana-de-açúcar e óleo de cozinha. Saiba mais em: <http://www.youtube.com/watch?v=vxprpNZaZs0>
- **Biorremediação** é um jeito de “consertar” poluição com a ajuda de microorganismos. Hoje em dia se sabe que, quando há derramamento de petróleo nos oceanos, por exemplo, usar microorganismos para “comer” esse petróleo e limpar as águas pode ser uma boa saída. Assista <http://www.youtube.com/watch?v=HhAjr3EHxKk> para entender um pouco mais sobre os biocombustíveis e sobre a biorremediação.

## Referências

- Documento da convenção sobre diversidade biológica da Organização das Nações Unidas. Disponível em: [http://www.rbma.org.br/anuario/pdf/legislacao\\_01.pdf](http://www.rbma.org.br/anuario/pdf/legislacao_01.pdf). Acesso em 28 fev 2013.  
<http://www.brasilecola.com/geografia/biodiesel.htm>. Acesso em 01 mar 2013  
[http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/o\\_biodiesel.html](http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/o_biodiesel.html). Acesso em 01 mar 2013
- Página do Instituto de tecnologia em imunobiológicos – Bio Manguinhos. Disponível em [www.bio.fiocruz.br](http://www.bio.fiocruz.br). Acesso em 01 mar 2013.
- Revista da Vacina. Disponível em <http://www.ccms.saude.gov.br/revolta/personas/jenner.html>. Acesso em 02 mar 2013.
- Pela 1ª vez, transgênicos ocupam mais da metade da área plantada no Brasil. Disponível em <http://g1.globo.com/economia/noticia/2013/02/pela-1a-vez-transgenicos-ocupam-mais-da-metade-da-area-plantada-no-brasil.html>. Acesso em 03 mar 2013.
- Testes em transgênicos são robustos o suficiente, diz especialista. Disponível em <http://noticias.terra.com.br/ciencia/testes-em-transgenicos-sao-robustos-o-suficiente-diz-especialista,2f7821105c7bc310VgnCLD2000000ec6eb0aRCRD.html>. Acesso em 03 mar 2013.
- Lisboa, Marcia, 2008. Insulina: avanços da pesquisa. Disponível em <http://www.fiocruz.br/jovem/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=printerview&sid=5&inoid=269>. Acesso em 03 mar 2013.
- <http://www.bioetica.ufrgs.br/dollyca.htm>
- <http://www.icb.ufmg.br/mor/mor/Disciplinas/Embriologia/clonagem.htm>

- <https://www.ufmg.br/diversa/4/clonagem.htm>
- <http://www.rc.unesp.br/biosferas/0011.php>

## Imagens



- André Guimarães



- [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/S\\_cerevisiae\\_under\\_DIC\\_microscopy.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/S_cerevisiae_under_DIC_microscopy.jpg)



- [http://farm7.staticflickr.com/6137/5939683445\\_5b0f810ee1\\_b\\_d.jpg](http://farm7.staticflickr.com/6137/5939683445_5b0f810ee1_b_d.jpg) • Dee



- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Michelangelo\\_Caravaggio\\_007.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Michelangelo_Caravaggio_007.jpg)



- <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman

### Atividade 1

- “Esse vinho era produzido a partir do suco de uvas, que ficavam por algum tempo armazenadas em tonéis, sem contato com o ar, para que fermentassem.”

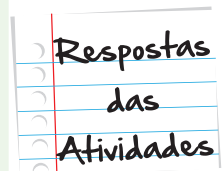
A produção de vinho a partir do suco da uva é uma técnica que se utiliza os processos fisiológicos de dois seres vivos: a planta e o fungo.

- “os melhores tipos de uva a serem plantados em dado terreno”

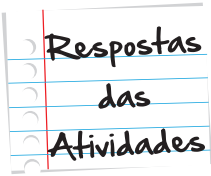
A partir do conhecimento da fisiologia da videira (planta que produz a uva), é possível aferir qual tipo de vida melhor cresce em determinado tipo de solo. Assim, obtemos melhor produto.

- “modificações genéticas das uvas para que elas dêem frutos maiores”

Se modificarmos as informações genéticas de um ser vivo, ele pode passar a conter informações anatômicas e fisiológicas que melhor nos convém.







## Atividade 2

Vacinas e armas biológicas são frutos da Biotecnologia. A partir do conhecimento científico sobre os efeitos dos microorganismos sobre nós, podemos produzir elementos que beneficiem a população humana (como as vacinas) ou, pelo contrário, é possível promover eventos que diminuam a população.

Por isso, é importante sabermos que a chave para o sucesso da ciência não é a quantidade de produção do conhecimento e sim o que você faz com ele. Há de ser se ter responsabilidade com o que produzimos, assim como respeito para com os seres vivos que nos circundam.

## Atividade 3

Causa e efeitos das tecnologias são aspectos que nem sempre um cientista pode apontar. O mesmo vale para clonagem. E é importante que você baseie a sua opinião sobre esse tema em fontes bibliográficas seguras. Portanto, pesquise bastante sobre a clonagem e reflita sobre as consequências de seus usos, assim como os seus porquês.





# Atividade extra

## Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa ovelha chamada Dolly: a Biotecnologia

### Exercício 1 – Cecierj – 2013

Os povos antigos descobriram o fenômeno da fermentação alcoólica de uma maneira simples e resumida, isso acontece, em um ambiente sem oxigênio, quando os microorganismos, denominado leveduras, precisam obter energia para sua sobrevivência.

As leveduras são

- a. os fungos, os vírus e as bactérias.
- b. os bolores, os fungos e os cogumelos.
- c. as bactérias, os micróbios e os fungos.
- d. os cogumelos, bolores, bactérias e vírus.

### Exercício 2 – Cecierj – 2013

O ácido lático é um produto do metabolismo das células na ausência do oxigênio.

Quando isso ocorre em nossas células musculares, sentimos um grande desconforto muscular que é conhecido como

- a. traumatismo.
- b. reumatismo.
- c. paralisia.
- d. câimbra.

### **Exercício 3 – Cecierj – 2013**

Existem algumas bactérias e fungos que são tão nocivos que após entrar num organismo não imune, matam-no rapidamente.

Podemos citar como exemplo deste caso a peste

- a. eqüina.
- b. aviária.
- c. bovina.
- d. bubônica.

### **Exercício 4 – Cecierj – 2013**

No Brasil, em relação aos transgênicos, estima-se que mais da metade das plantações vinculadas à produção para exportação estejam geneticamente modificadas (OGM).

Os produtores utilizam essa tecnologia em suas plantações para

- a. fazer rações em larga escala.
- b. tentar globalizar os produtos.
- c. diminuir a utilização de adubos químicos.
- d. combater pragas e fungos que possam danificar o produto.

### **Exercício 5 – Cecierj – 2013**

O bioetanol e o biodiesel são biocombustíveis, ou seja, diferente da gasolina, que vem do petróleo, eles são produzidos de fontes biológicas.

Cite dois exemplos dessas fontes biológicas que são capazes de produzir biocombustíveis?

# Gabarito

## Exercício 1 - Cecierj - 2013

- A B C D

## Exercício 2 - Cecierj - 2013

- A B C D

## Exercício 3 - Cecierj - 2013

- A B C D

## Exercício 4 - Cecierj - 2013

- A B C D

## Exercício 5 - Cecierj - 2013

Dois entre mamona, cana de açúcar, óleo de dendê e óleo de cozinha.

