

**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

# **BIOLOGIA**

**ENSINO MÉDIO**

**2<sup>a</sup> Edição**



**Este livro é público - está autorizada a sua reprodução total ou parcial.**

**Governo do Estado do Paraná**

Roberto Requião

**Secretaria de Estado da Educação**

Mauricio Requião de Mello e Silva

**Diretoria Geral**

Ricardo Fernandes Bezerra

**Superintendência da Educação**

Yvelise Freitas de Souza Arco-Verde

**Departamento de Ensino Médio**

Mary Lane Hutzner

**Coordenação do Livro Didático Público**

Jairo Marçal

Depósito legal na Fundação Biblioteca Nacional, conforme Decreto Federal n.1825/1907, de 20 de Dezembro de 1907.

É permitida a reprodução total ou parcial desta obra, desde que citada a fonte.

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

Avenida Água Verde, 2140 - Telefone: (0XX) 41 3340-1500

e-mail: dem@seed.pr.gov.br

80240-900 CURITIBA - PARANÁ

Catalogação no Centro de Editoração, Documentação e Informação Técnica da SEED-PR

Biologia / vários autores. – Curitiba: SEED-PR, 2006. – p. 296

ISBN: 85-85380-31-4

1. Biologia. 2. Ensino médio. 3. Ensino de biologia. 4. Organização dos seres vivos. 5. Mecanismos biológicos. 6. Biodiversidade. 7. Avanços biológicos. I. Folhas. II. Material de apoio pedagógico. III. Material de apoio teórico. IV. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. V. Título.

CDU 573+373.5

2<sup>a</sup> Edição

IMPRESSO NO BRASIL

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

***Autores***

Cecília Helena Vechiatto dos Santos  
Denise Estorilho Baganha  
Dione Aparecida de Souza Durães  
Iara Suyama Ferrari  
Joel Weçolovis  
Marilene Mieko Yamamoto Pires

***Equipe técnico-pedagógica***

Danislei Bertoni  
Denise Estorilho Baganha  
Marina de Oliveira Santos

***Assessora do Departamento de Ensino Médio***

Agnes Cordeiro de Carvalho

***Coordenadora Administrativa do Livro Didático Públíco***

Edna Amancio de Souza

***Equipe Administrativa***

Mariema Ribeiro  
Sueli Tereza Szymanek

***Técnicos Administrativos***

Alexandre Oliveira Cristovam  
Viviane Machado

***Consultora***

Maria Cristina R. Maranhão Schlichting - UnicenP

***Leitura Crítica***

Lourdes Aparecida Della Justina - Unioeste

***Colaboradoras***

Leidimeri dos Santos  
Luciane Cortiano Liotti

***Consultor de direitos autorais***

Alex Sander Hostyn Branchier

***Revisão Textual***

Renata de Oliveira

***Projeto Gráfico e Capa***

Eder Lima / Ícone Audiovisual Ltda

***Editoração Eletrônica***

Ícone Audiovisual Ltda

## Carta do Secretário

Este Livro Didático Público chega às escolas da rede como resultado do trabalho coletivo de nossos educadores. Foi elaborado para atender à carência histórica de material didático no Ensino Médio, como uma iniciativa sem precedentes de valorização da prática pedagógica e dos saberes da professora e do professor, para criar um livro público, acessível, uma fonte densa e credenciada de acesso ao conhecimento.

A motivação dominante dessa experiência democrática teve origem na leitura justa das necessidades e anseios de nossos estudantes. Caminhamos fortalecidos pelo compromisso com a qualidade da educação pública e pelo reconhecimento do direito fundamental de todos os cidadãos de acesso à cultura, à informação e ao conhecimento.

Nesta caminhada, aprendemos e ensinamos que o livro didático não é mercadoria e o conhecimento produzido pela humanidade não pode ser apropriado particularmente, mediante exibição de títulos privados, leis de papel mal-escritas, feitas para proteger os vendilhões de um mercado editorial absurdamente concentrado e elitista.

Desafiados a abrir uma trilha própria para o estudo e a pesquisa, entregamos a vocês, professores e estudantes do Paraná, este material de ensino-aprendizagem, para suas consultas, reflexões e formação contínua. Comemoramos com vocês esta feliz e acertada realização, propondo, com este Livro Didático Público, a socialização do conhecimento e dos saberes.

Apropriem-se deste livro público, transformem e multipliquem as suas leituras.

Mauricio Requião de Mello e Silva

**Secretário de Estado da Educação**

## Aos Estudantes

Agir no sentido mais geral do termo significa tomar iniciativa, iniciar, imprimir movimento a alguma coisa. Por constituírem um *initium*, por serem recém-chegados e iniciadores, em virtude do fato de terem nascido, os homens tomam iniciativa, são impelidos a agir. (...) O fato de que o homem é capaz de agir significa que se pode esperar dele o inesperado, que ele é capaz de realizar o infinitamente improvável. E isto, por sua vez, só é possível porque cada homem é singular, de sorte que, a cada nascimento, vem ao mundo algo singularmente novo. Desse alguém que é singular pode-se dizer, com certeza, que antes dele não havia ninguém. Se a ação, como início, corresponde ao fato do nascimento, se é a efetivação da condição humana da natalidade, o discurso corresponde ao fato da distinção e é a efetivação da condição humana da pluralidade, isto é, do viver como ser distinto e singular entre iguais.

Hannah Arendt  
*A condição humana*

Este é o seu livro didático público. Ele participará de sua trajetória pelo Ensino Médio e deverá ser um importante recurso para a sua formação.

Se fosse apenas um simples livro já seria valioso, pois, os livros registram e perpetuam nossas conquistas, conhecimentos, descobertas, sonhos. Os livros, documentam as mudanças históricas, são arquivos dos acertos e dos erros, materializam palavras em textos que exprimem, questionam e projetam a própria humanidade.

Mas este é um livro didático e isto o caracteriza como um livro de ensinar e aprender. Pelo menos esta é a idéia mais comum que se tem a respeito de um livro didático. Porém, este livro é diferente. Ele foi escrito a partir de um conceito inovador de ensinar e de aprender. Com ele, como apoio didático, seu professor e você farão muito mais do que “seguir o livro”. Vocês ultrapassarão o livro. Serão convidados a interagir com ele e desafiados a estudar além do que ele traz em suas páginas.

Neste livro há uma preocupação em escrever textos que valorizem o conhecimento científico, filosófico e artístico, bem como a dimensão histórica das disciplinas de maneira contextualizada, ou seja, numa linguagem que aproxime esses saberes da sua realidade. É um livro diferente porque não tem a pretensão de esgotar conteúdos, mas discutir a realidade em diferentes perspectivas de análise; não quer apresentar dogmas, mas questionar para compreender. Além disso, os conteúdos abordados são alguns recortes possíveis dos conteúdos mais amplos que estruturam e identificam as disciplinas escolares. O conjunto desses elementos que constituem o processo de escrita deste livro denomina cada um dos textos que o compõem de “Folhas”.

Em cada Folhas vocês, estudantes, e seus professores poderão construir, reconstruir e atualizar conhecimentos das disciplinas e, nas veredas das outras disciplinas, entender melhor os conteúdos sobre os quais se debruçam em cada momento do aprendizado. Essa relação entre as disciplinas, que está em aprimoramento, assim como deve ser todo o processo de conhecimento, mostra que os saberes específicos de cada uma delas se aproximam, e navegam por todas, ainda que com concepções e recortes diferentes.

Outro aspecto diferenciador deste livro é a presença, ao longo do texto, de atividades que configuram a construção do conhecimento por meio do diálogo e da pesquisa, rompendo com a tradição de separar o espaço de aprendizado do espaço de fixação que, aliás, raramente é um espaço de discussão, pois, estando separado do discurso, desarticula o pensamento.

Este livro também é diferente porque seu processo de elaboração e distribuição foi concretizado integralmente na esfera pública: os Folhas que o compõem foram escritos por professores da rede estadual de ensino, que trabalharam em interação constante com os professores do Departamento de Ensino Médio, que também escreveram Folhas para o livro, e com a consultoria dos professores da rede de ensino superior que acreditaram nesse projeto.

Agora o livro está pronto. Você o tem nas mãos e ele é prova do valor e da capacidade de realização de uma política comprometida com o público. Use-o com intensidade, participe, procure respostas e arrisque-se a elaborar novas perguntas.

A qualidade de sua formação começa aí, na sua sala de aula, no trabalho coletivo que envolve você, seus colegas e seus professores.

# Sumário

<b>Apresentação</b> .....	10
---------------------------	----

## **Conteúdo Estruturante: Organização dos Seres Vivos**

Introdução do Conteúdo Estruturante	
Organização dos Seres Vivos .....	12
<b>1</b> – Bactérias: “um universo microscópico” .....	15
<b>2</b> – Vírus: “fluído venenoso” .....	31

## **Conteúdo Estruturante: Mecanismos Biológicos**

Introdução do Conteúdo Estruturante Mecanismos Biológicos .....	44
<b>3</b> – Célula: que unidade é essa que constitui e mantém todos os seres vivos? .....	47
<b>4</b> – Osmose: o equilíbrio natural é necessário .....	63
<b>5</b> – Embriões: a fantástica obra em construção! Como acontece este processo? .....	75

## Conteúdo Estruturante: Biodiversidade

Introdução do Conteúdo Estruturante Biodiversidade .....	92
<b>6 –</b> As cobras rastejam por que não têm pernas ou elas não têm pernas por que rastejam? .....	95
<b>7 –</b> A reprodução é uma consequência da vida ou a vida é uma consequência da reprodução?.....	111
<b>8 –</b> DNA: a longa cadeia da vida .....	129
<b>9 –</b> Sangue: um mar vermelho que sustenta a vida.....	145
<b>10 –</b> Que herança é essa?.....	161
<b>11 –</b> Biomas: paraísos naturais ou recursos inesgotáveis?.....	179
<b>12 –</b> Mata Atlântica: socorro!!! Cadê você??? .....	193
<b>13 –</b> Os problemas ambientais são desencadeados pela ação humana na natureza ou são castigo divino? .....	209

## Conteúdo Estruturante: Implicações dos Avanços Biológicos no Fenômeno VIDA

Introdução do Conteúdo Estruturante Implicações dos Avanços Biológicos no Fenômeno VIDA.....	224
<b>14 –</b> Células - tronco: a realidade de muitos sonhos ou a frustração da humanidade? .....	227
<b>15 –</b> Clonagem: receita pronta para planejar novas gerações ou para produzir seres inimagináveis?.....	241
<b>16 –</b> Vacinas: como estaria a humanidade sem esses guerreiros em defesa de nosso organismo? .....	255
<b>17 –</b> O alimento que você consome diariamente é trans-gênico? .....	269

# A p r e s e n t a ç ã o

Prezado estudante do Ensino Médio

Você está recebendo o Livro Didático de Biologia. Com este material, você terá a oportunidade de aprofundar e ampliar seus conhecimentos nesta disciplina, além de buscar novos conhecimentos a partir das relações interdisciplinares estabelecidas em cada um dos conteúdos específicos desenvolvidos.

A Biologia, como Ciência, ao longo da história da humanidade, vem construindo modelos para tentar explicar e compreender o fenômeno VIDA. Com isto, estuda os seres vivos quanto a: classificação; mecanismos de funcionamento; origem, evolução e distribuição das espécies; e manipulação do material genético pelo homem.

A proposta deste Livro é apresentar a Biologia a partir da conceção de Ciência como construção humana, buscando na História e na Filosofia da Ciência a fundamentação necessária para a compreensão da construção do pensamento biológico.

O Livro está organizado com base nos Conteúdos Estruturantes da disciplina, ou seja, conteúdos que se constituíram historicamente e estruturaram o Ensino da Biologia. Apresentamos, assim, os seguintes Conteúdos Estruturantes:

- Organização dos seres vivos;
- Mecanismos biológicos;
- Biodiversidade, e
- Implicações dos avanços biológicos no fenômeno VIDA.

**B  
I  
O  
L  
O  
G  
I  
A**

Para cada Conteúdo Estruturante, foram elaborados textos no formato Folhas. Esta nova forma de apresentação dos conteúdos propõe o estudo dos conceitos da Biologia e de suas relações interdisciplinares, a partir da leitura textual e da resolução das atividades, bem como, do aprofundamento dos conteúdos estudados por meio das pesquisas e dos debates indicados no decorrer dos textos.

Em cada Folhas, os conteúdos específicos serão desenvolvidos por professores e alunos, a partir das discussões sobre a problematização inicial, e, na seqüência, pelo aprofundamento dos conteúdos da disciplina de Biologia e das disciplinas de relação interdisciplinar estabelecidas. Durante o estudo, a busca por outros referenciais da própria disciplina e das disciplinas de relações interdisciplinares envolvidas, permitirão o aprofundamento dos conteúdos e o entendimento de como estes são elementos importantes para a compreensão do momento histórico em que vivemos.

Desta forma, o que se pretende com este material de apoio pedagógico é despertar, no âmbito da esfera escolar, as discussões conceituais da disciplina de Biologia, independente do tempo de aula necessário para que ocorra a compreensão dos conceitos envolvidos.

É importante destacar que cada Folhas não apresenta todos os conceitos biológicos que gostaríamos que fossem estudados no Ensino Médio, porém, a organização do tempo e do encaminhamento das discussões serão determinantes para que, a partir dos recortes feitos, muitos outros conceitos sejam estudados e pesquisados.

Bom estudo para todos!

I  
n  
t  
r  
o  
d  
u  
ç  
ã  
o

## ■ Organização dos Seres Vivos

Neste Conteúdo Estruturante, você encontrará uma proposta de estudo que torna possível a compreensão da organização dos seres vivos, relacionando a existência de características comuns entre os mesmos.

Independente do reino a que pertençam, todos os organismos vivos mostram certas características: todos são compostos por células; executam determinadas funções, simples ou complexas, que garantem a sua sobrevivência de acordo com a escala evolutiva da espécie.

Para classificar ou distribuir alguma coisa, alguns critérios precisam ser estabelecidos, pois nenhum sistema isolado de classificação é completamente aceito por todos.

Em relação a classificação e distribuição dos seres vivos, neste Livro utilizaremos o sistema dos cinco reinos de acordo com a proposta de Robert Whittaker (1920 – 1980), baseada no tipo de célula, no nível de organização celular, e no tipo de nutrição:

- Monera: procariontes unicelulares, autótrofos e heterótrofos;
- Protista: eucariontes unicelulares e pluricelulares, autótrofos e heterótrofos;
- Fungi: eucariontes unicelulares e pluricelulares; heterótrofos;
- Plantae: eucariontes pluricelulares, autótrofos.
- Animalia: eucariontes pluricelulares, heterótrofos.

E quanto aos vírus? Você percebeu que eles não estão incluídos nesta classificação com a qual nos propusemos trabalhar? Por que será que eles não fizeram parte dessa classificação? Eles são ou não entidades vivas?

O estudo desses organismos (vírus, bactérias, protozoários, algas, fungos, vegetais e animais), possibilita a compreensão da vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico.

Estes organismos perpetuam-se por meio da reprodução e modificam-se no tempo em função de fatores evolutivos, originando a diversidade de formas vivas e as complexas relações de dependência entre elas e o ambiente em que vivem. Dessa forma, recentes estudos sobre

a filogenia, a classificação e a organização dos seres vivos possibilitam o conhecimento das características gerais e aspectos básicos desses seres, o que permite ao ser humano reconhecer sua importância ecológica e econômica, interferindo no desenvolvimento de tecnologias para modificação do material genético, importante para a produção de produtos farmacêuticos, hormônios, vacinas, alimentos, medicamentos e as implicações éticas, morais, políticas, econômicas e ambientais dessas manipulações.

O conhecimento sobre a ultra estrutura, metabolismo e propriedades hereditárias dos microrganismos, ao longo das últimas décadas, tem resultado no acúmulo de novos conhecimentos que contribuem para atuais informações sobre a natureza fundamental de todos os organismos vivos.

Os seres microscópicos, por exemplo, contribuem com soluções para muitos problemas humanos, tais como: melhoramento na produção de alimentos, exploração de minérios, e solução para os derramamentos de óleo. Por esta razão, mesmo as pessoas que não são cientistas, deveriam estar de alguma forma familiarizadas com as propriedades e atividades dos microrganismos no ambiente.

Os resultados desses estudos são muito interessantes e irão ajudá-lo a identificar quem são os diferentes seres vivos, desde aqueles microscópicos, como as bactérias, até os maiores, como os mamíferos.

Neste Livro, você terá a oportunidade de conhecer melhor a estrutura organizacional dos seres vivos. No Folhas: **Vírus: “fluído venenoso”**, conhecerá também os vírus, seres cuja especificidade estrutural tem causado muita controvérsia sobre sua identidade.

Já no Folhas: **“Bactérias: um universo microscópico”**, você saberá um pouco mais sobre as teorias evolucionistas, sobre a origem da vida, bem como a diversidade, importância econômica, ecológica e biotecnológica dos seres microscópicos e macroscópicos e as transformações que eles podem realizar no planeta.

Bom estudo!

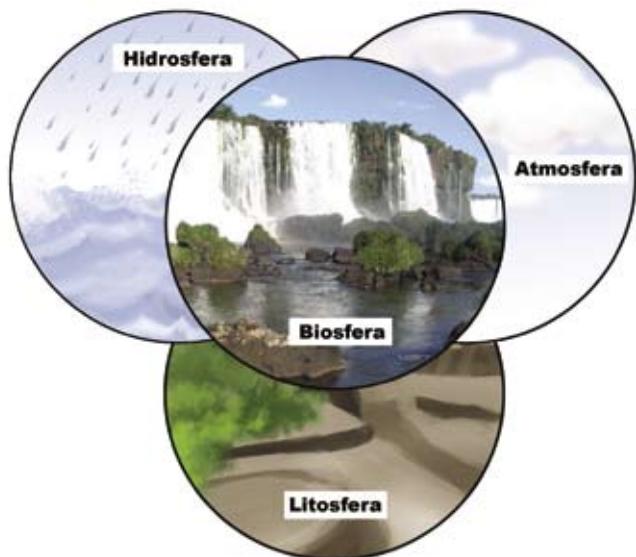
**B  
I  
O  
L  
O  
G  
I  
A**



# BACTÉRIAS: “UM UNIVERSO MICROSCÓPICO”

■ Dione Aparecida de Souza Durães<sup>1</sup>

sando seu conhecimento sobre Biologia, responda rápido: quais são os seres vivos mais abundantes da biosfera? Serão estes seres microscópicos ou macroscópicos ?



■ Elementos que compõem a Biosfera. A Biosfera compreende parte do planeta ocupada pelos seres vivos. Geralmente, a expressão refere-se ao conjunto de todos os ecossistemas da Terra.

Imaginem vocês que no passado, a ciência acreditou que os seres vivos criados por Deus permaneciam imutáveis ao longo de sua vida. Esta concepção ficou conhecida como Teoria Fixista. Essas idéias influenciaram o pensamento científico por um longo período. A partir do final do século XVIII, com os avanços da geologia e da paleontologia, as idéias fixistas começaram a ser questionadas. Na Inglaterra, com a expansão ferroviária e a extração mineral, a geologia avança e aprofunda seus conhecimentos com novos achados fósseis que surgem das escavações promovidas pela extração mineral.

Esses achados fósseis trouxeram evidências sobre a diversidade e alterações dos grupos de seres vivos, propondo novas explicações para o problema da história geológica da Terra, contrapondo-se ao fixismo.

As idéias evolucionistas se fortalecem como uma nova explicação para a origem da vida.

### Você sabia ...

que até o século XVIII as idéias criacionistas explicavam a existência dos fósseis (FIGURA 1) como pedras com formatos estranhos ou então moldes imperfeitos descartados no momento da criação?



■ FIGURA 1 – Réplica do *Archaeopteryx*, dinossauro do Período Jurássico, sendo mais antigo a apresentar penas, mostrando o seu parentesco com as aves. **Fonte:** Foto cedida pelo Professor Dr. Luiz Eduardo Anelli, Museu de Geociências da Universidade de São Paulo.

Mesmo assim, com o achado de fósseis marinhos nas rochas das montanhas, os defensores do fixismo lançaram a hipótese de que os achados eram restos de criaturas mortas durante o Dilúvio Universal, pois segundo a Bíblia, nesse período, as águas cobriram totalmente os picos das montanhas.



■ O Dilúvio foi um episódio obscuro da história da humanidade e está descrito na Bíblia. Noé construiu uma arca para abrigar um casal de cada espécie de animal e sua própria família, enquanto Deus inundava toda a Terra com uma chuva que durara 40 dias e 40 noites. **Fonte:** "Miguel Ângelo", MICHELANGELO DI LODOVICO BUONARROTI SIMONI (1475 - 1564), The Deluge, 1508-09, oitava cena da ordem cronológica da história bíblica do trabalho feito por Michelangelo no teto da Capela Sistina, Vaticano. 280 x 570 cm. Técnica: Afresco ou fresco. Web Gallery of Art.

Noé solta um corvo e depois uma pomba. E soltou um corvo, que saiu indo e voltando até que as águas se secaram de sobre a terra. Depois, soltou uma pomba, a ver se as águas tinham minguado de sobre a terra. (...)

E esperou ainda outros sete dias e enviou fora a pomba, mas não voltou mais a ele. E aconteceu que, no ano de seiscentos e um, no mês primeiro, no primeiro dia, as águas se secaram de sobre a terra. Então Noé tirou a cobertura da arca e olhou, e eis que a face da terra estava enxuta. E no segundo mês, aos vinte e sete dias, a terra estava seca.

**Fonte:** BÍBLIA, 1995. (Adaptado do Livro do Gênesis cap. 7 e 8)



## ATIVIDADE

**Com as informações fornecidas até o momento, você já tem condições de responder:**

Qual a importância dos achados fósseis para o estudo dos seres vivos?

### A pré-história do Paraná

#### Fósseis da era Paleozóica são coletados por acadêmicos de Biologia

(Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Cornélio Procópio - FAFICOP)

O Paraná pode ser delimitado, de acordo com sua topografia, em cinco grupos de paisagens naturais: o litoral, a Serra do Mar, o primeiro planalto, ou de Curitiba, o segundo planalto, ou de Ponta Grossa, e o terceiro planalto, ou de Guarapuava.

A constituição litológica do segundo planalto – o Planalto de Ponta Grossa – é devido a depósitos sedimentares, ocorridos em ambientes marinho e continental, formados na era Paleozóica, com idades oscilando entre 570 e 230 milhões de anos a.C.



**Fonte:** <http://faficp.br/noticias/2004/ndxpai.html>. Foto de Juliana Gomes.

A idéia criacionista, entretanto, não foi aceita por todos, e pouco a pouco, a interpretação literal do livro do Gênesis, mesmo tendo uma forte influência sobre o pensamento humano, teve que dar lugar a sede de conhecimento, buscando uma nova compreensão da história da vida na Terra.

Essa idéia está fundamentada no livro do Gênesis, que explica a criação da Terra e de todos os seres vivos como obra de Deus. Leia no box abaixo alguns fragmentos da criação, segundo a visão bíblica:

No princípio, criou Deus os céus e a terra.(...)

E disse Deus: produza a terra alma vivente conforme a sua espécie; gado, e répteis, e bestas-feras da terra conforme a sua espécie. E assim foi.

E fez Deus as bestas-feras da terra conforme a sua espécie, e o gado conforme a sua espécie, e todo o réptil da terra conforme a sua espécie. E viu Deus que era bom.

E disse Deus: façamos o homem à nossa imagem, conforme a nossa semelhança; e domine sobre os peixes do mar, sobre as aves dos céus, e sobre toda a terra, e sobre todo o réptil que se move sobre a terra.

E criou Deus o homem à sua imagem; à imagem de Deus o criou; macho e fêmea os criou. (...)

BÍBLIA, 1995. Adaptado do Livro do Gênesis cap.1.

As teorias que explicam a origem do universo e da vida são, sem dúvida, um antigo dilema na história da filosofia científica. De um lado, o universo e todos os seres vivos teriam sido criados por ato direto e especial de Deus; por outro lado, teriam surgido por acaso e se desenvolvido pelos mecanismos naturais da evolução que teria produzido a fabulosa variedade dos seres vivos atuais. Enfim, são muitas as teorias que explicam o processo de criação e evolução dos seres vivos, mas não contemplaremos todas elas neste Folhas.

No entanto, você poderá pesquisar sobre a teoria da evolução, neste Livro Didático Público, no Folhas: **As cobras rastejam porque não tem pernas ou elas não têm pernas porque rastejam?**

Você pode estar se perguntando por que demoramos tanto tempo para aceitar as evidências acerca dos fatos que auxiliam no entendimento sobre a evolução dos seres vivos!

Hobsbawm, em seu livro “A Era das Revoluções”, discorre sobre a influência das pressões político-sociais sobre a produção científica. Questiona ele: “quais seriam as consequências das idéias evolucionistas para a estabilidade político-social defendida e apregoada pela Igreja em nome da Providência Divina?” (2001, p. 312).

As pressões políticas acabavam favorecendo a divulgação, ao público, dessa nova teoria. Mas havia, por parte de alguns setores da sociedade, resistência às idéias evolucionistas e preocupação com as consequências desastrosas que poderiam ocasionar um caos social.

Sob a influência da idéia criacionista, a hierarquia social e a distribuição de bens mantinham-se estáveis e inquestionáveis, pois o servo acreditava que sua posição social era dada por Deus. A maioria da população passava a vida sem lutar para mudar sua condição social.

Esta condição favorecia alguns grupos que mantinham a maioria da população num regime de servidão. Sua riqueza jamais seria questionada, pois foi dádiva divina, merecimento.



■ A cena representa um episódio do Livro do Gênesis no qual Deus cria o primeiro homem: Adão. **Fonte:** "Miguel Ângelo", MICELANGELO DI LODOVICO BUONARROTI SIMONI (1475 - 1564), The Creation of Adam, 1510-11, quarta cena da ordem cronológica da história bíblica do trabalho feito por Michelangelo no teto da Capela Sistina, Vaticano. 280 x 570 cm. Técnica: Afresco ou fresco. Web Gallery of Art.

As idéias evolucionistas trariam inquietação à população. Se os seres marinhos sofrem evolução ao longo de sua vida, por que o homem também não evoluiria?

Na perspectiva das Ciências Sociais, especificamente da Antropologia, a discussão sobre a evolução humana legitimou a hierarquização dos seres humanos. Isso fez com que alguns povos europeus se julgassem superiores aos outros povos que não se enquadravam no modelo preestabelecido pelas idéias evolucionistas, classificando e subjugando o diferente como inferior.

Contudo, muitas críticas foram levantadas a partir do final do século XIX, desmontando, tanto nas Ciências Sociais quanto nas Naturais, tais idéias e práticas, pois, ao longo da história, essas idéias legitimaram a discriminação, preconceitos, desigualdades sociais e muitas práticas violentas de dominação.



## DEBATE

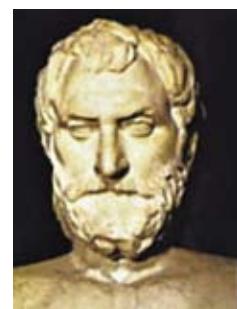
Em termos de evolução, “os fósseis são então o testemunho concreto da transformação das espécies no tempo. Algumas espécies desapareceram e outras, suas descendentes, se desenvolveram em tempos subsequentes”. (Questão 11, vestibular 2005, UEPG).

**Você concorda com tal afirmação? Justifique e discuta em sala.**

## Afinal, o que é evolução?

Como você pode perceber, as idéias evolucionistas estavam presentes mesmo antes da Teoria Evolucionista se consolidar. Já no século VI a.C., a hipótese da evolução da vida na Terra havia sido apresentada por alguns filósofos gregos, como: Tales, Anaximandro e Empédocles. Passados aproximadamente 25 séculos, no século XIX, os novos conhecimentos sobre a difusão dos organismos no tempo e no espaço geológico reacenderam o interesse e a discussão sobre evolução dos seres vivos na Terra.

Em 1859, o naturalista inglês Charles Darwin (1809 - 1882), estimulado pelas idéias evolucionistas presentes no contexto histórico e social da época, coleta e estuda seres vivos e fósseis durante sua viagem ao redor do mundo, publicando o livro “A origem das espécies”, dez anos após o seu retorno, no qual expõe a sua explicação sobre a Teoria da Evolução das Espécies. Em poucas palavras, essa teoria afirma que as espécies atuais são descendentes de outras que viveram no passado e que ambas possuem ancestrais comuns. Quanto aos seres



■ Tales de Mileto (data aproximada 645 a.C. - 547 a.C.), filósofo apontado como um dos sete sábios da Grécia Antiga. **Fonte:** GNU Free Doc. Licence, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

humanos, a teoria afirma, por exemplo, que nós e os chimpanzés pertencemos, hoje, a espécies obviamente diferentes, mas nossos antepassados, há milhões de anos, pertenceram à mesma espécie.

Atualmente, estudos sobre a teoria da evolução baseiam-se na reconstrução da história evolutiva, agregando as evidências fósseis aos estudos da anatomia, embriologia, fisiologia comparada e genética dos organismos, buscando relações filogenéticas: quanto maior a afinidade entre duas espécies, maior a probabilidade de terem um ancestral comum.

## ■ Mas onde começa a história evolutiva da vida?

Seres **procariontes** são aqueles que não possuem núcleo celular organizado. Seu material genético está solto no citoplasma.

Seres **eucariontes** são aqueles que possuem núcleo celular organizado, delimitado por uma membrana. Seu material genético está dentro do núcleo.

## ■ Como uma única célula pode dar origem a tamanha diversidade entre os seres vivos?

É difícil responder a essa pergunta com precisão, mas sabemos que a diversidade dos seres vivos do nosso planeta se manifesta em todos os níveis de organização – da célula aos ecossistemas – e diz respeito a todas as espécies vegetais, animais e aos microrganismos.



- Existem sete espécies de tartarugas marinhas, agrupadas em duas famílias - a das Dermochelyidae e a das Cheloniidae. Dessas, cinco são encontradas no Brasil: 1. Tartaruga-Cabeçuda (*Caretta caretta*); 2. Tartaruga-Gigante (*Dermochelys coriacea*); 3. Tartaruga-de-Pente (*Eretmochelys imbricata*); 4. Tartaruga-Verde (*Chelonia mydas*); 5. Tartaruga-Oliva (*Lepidochelys olivacea*). **Fonte:** Projeto Tamar.

A variedade desses seres é fundamental para que eles possam enfrentar as modificações ambientais. Quanto maior a diversidade, maior a opção de respostas da natureza, pois a distribuição dos seres vivos no planeta não é homogênea, nem estática.

É sabido que as formas de vida, inclusive a do homem, não foram sempre assim como conhecemos hoje. Desde que a vida surgiu no planeta Terra, vem sofrendo modificações, sejam elas provocadas pelo meio externo ou pelo meio interno (pH do citoplasma, herança genética, entre outros fatores).

Os biólogos avaliam que, desde o surgimento da vida, existiram de 100 a 250 milhões de espécies, 90% das quais já desapareceram por completo. Essa diversidade biológica tem sua origem na variabilidade genética e nos processos de adaptação que permitem aos seres vivos responder à enorme variedade de estímulos do ambiente.

Como o ambiente e as situações que ele impõe aos seres vivos, mudam continuamente, novas adaptações aconteceram e continuam acontecendo. As espécies que não são bem sucedidas entram em extinção (seleção natural). Entretanto, o caráter evolutivo não está restrito aos seres vivos, mas ao próprio meio, que também está sujeito à ação destes seres.

Atualmente, são conhecidos entre o total de organismos, como animais, plantas, fungos e microrganismos, aproximadamente 1.700.000 espécies, mas os cientistas estimam que exista mais de 10 milhões de organismos ainda por descobrir e que, infelizmente, muitos deles desaparecerão antes que o homem possa conhecê-las.

Cada organismo possui estruturas, funções e comportamentos que lhe permitem sobreviver, reproduzir e desfrutar dos recursos do ambiente no qual vive, ou seja, “resolver problemas” que o ambiente pode apresentar. Chamamos esse processo de **adaptação**.



## DEBATE

### Você já parou para pensar!

Por que existem tantos tipos diferentes de seres vivos? Por que alguns seres se assemelham mais do que outros? Por que existem tantos tipos de árvores? Por que uma laranjeira e um limoeiro são parecidos, enquanto uma macieira e um jatobá são tão diferentes?

Foi a partir de indagações como essas que os pesquisadores procuraram elaborar um sistema de classificação, numa tentativa de organizar a incrível abundância do mundo natural. E foi por meio da observação e da reflexão, que a humanidade foi conhecendo aspectos importantes a respeito dos seres vivos, os quais serviram como critério para identificação, a base para a sua classificação.

**Analise as figuras a seguir:**



## ATIVIDADE

Separe as figuras acima em 2 grupos:

Tendo os 2 grupos formados, separe novamente as figuras em 4 grupos.

Agora, tente separar as figurar formando mais de 4 grupos.

### Discuta com seus colegas:

Para separar os grupos, você usou algum critério? Qual? Por quê?

Foi fácil separá-los em 2 grupos? E em 4 grupos? E em mais de 4 grupos?

O que é classificar?

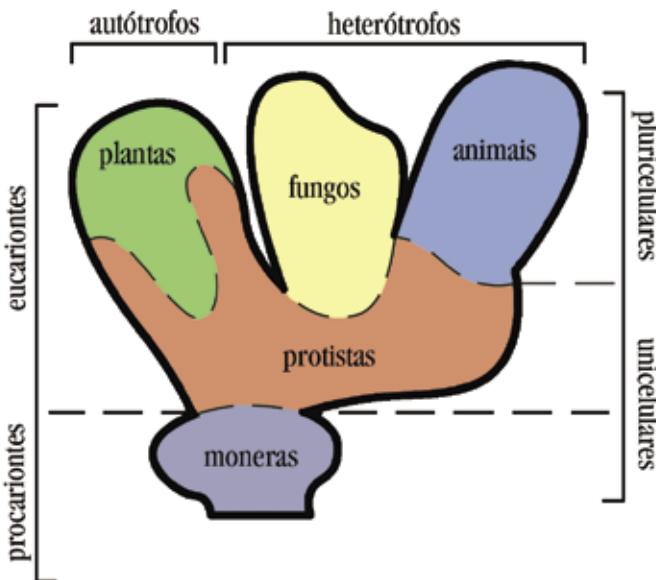
Qual a importância de um sistema de classificação?

Com atividades como esta você pode verificar que, ao longo da história, o homem aprendeu que a prática de classificar seres e objetos facilita a manipulação, além de permitir que seu estudo seja compartilhado entre pessoas, constituindo um eficiente método de comunicação.

É importante que você saiba que nenhum sistema de classificação é completamente aceito por todos os biólogos. Um dos mais aceitos na comunidade científica, atualmente, é o Sistema de Classificação em Três Domínios, por possuírem um ancestral comum na evolução: Archaea e Bactéria (seres procariôntes), e Eukarya (seres eucariôntes).

Mas, para facilitar a compreensão da distribuição dos seres vivos, utilizaremos o Sistema de Classificação em Cinco Reinos (FIGURA 1), proposto em 1969 pelo zoólogo Robert H. Whittaker (1920-1980), tendo

como base para este sistema, a maneira pela qual os organismos obtém nutrientes de sua alimentação e como principal vantagem a clareza com que lida com os microrganismos. Fizemos tal escolha por ser o sistema de classificação que você já utiliza para identificar os seres vivos.



■ FIGURA 1 – Esquema dos Reinos dos seres vivos proposto pelo zoólogo Robert H. Whittaker, em 1969.

As características e os membros de cada um dos cinco reinos estão resumidos no quadro abaixo:

Reinos	Monera	Protista	Fungi	Plantae	Animalia
<b>Membros</b>	bactérias e cianobactérias	protozoários e algas	cogumelos, orelha-de-pau, bolores e leveduras	musgos, samambaias, pinheiro, laranjeira, etc	estrela-do-mar, minhoca, sapo, homem, etc
<b>Organização celular</b>	unicelulares	unicelulares e pluricelulares	unicelulares e pluricelulares	pluricelulares	pluricelulares
<b>Tipo celular</b>	procariontes	eucariontes	eucariontes	eucariontes	eucariontes
<b>Nutrição</b>	absorção (heterótrofos), alguns fotossintetizantes outros quimissintetizantes (autótrofos)	ingestão ou absorção (heterótrofos), alguns fotossintetizantes (autótrofos)	absorção (heterótrofos)	absorvente, fotossintetizantes (autótrofos)	ingestão, ocasionalmente alguns parasitas por absorção (heterótrofos)
<b>Reprodução</b>	assexuada ou sexuada*	assexuada ou sexuada	assexuada ou sexuada	assexuada ou sexuada	assexuada ou sexuada

\* Considera-se a troca de material genético no processo de conjugação de bactérias como um tipo de reprodução sexuada.



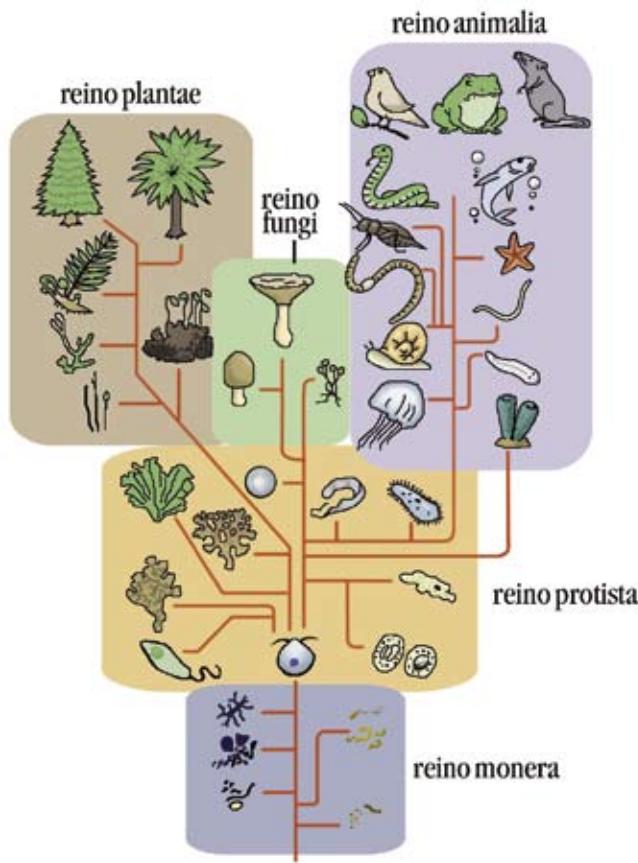
## PESQUISA

Caso você não lembre dos termos usados no quadro anterior, faça uma pesquisa e construa seu próprio glossário de Biologia.

A partir da classificação dos três domínios e a classificação dos cinco reinos, faça um relato das diferenças entre os dois sistemas de classificação.

### ■ Você já parou para pensar: com a existência de tanta diversidade, quais são os seres mais abundantes da biosfera?

No esquema de classificação apresentado, os procariontes constituem o reino Monera, considerado o reino mais primitivo e normalmente obtendo alimento por absorção, no caso das bactérias, e por fotossíntese ou quimiossíntese, no caso das cianobactérias. O reino Protista inclui os microrganismos eucariontes e já apresentam três tipos de nutrição: por ingestão ou absorção, no caso dos protozoários e pela fotossíntese, no caso das algas unicelulares.



■ Esquema da classificação dos seres vivos em cinco reinos.

Os organismos eucariontes superiores são colocados nos reinos: Fungi (absorvem os nutrientes, por não apresentarem pigmento fotosintetizante, a clorofila), Plantae (plantas verdes e algas superiores fotossintetizantes) e Animalia (que ingerem os alimentos e em alguns casos, como dos parasitas, que obtém seus nutrientes por absorção).

Neste universo tão diversificado de seres vivos, cada qual com características próprias, a reprodução vem como diferencial para resolvemos o problema inicial sobre os seres mais abundantes que existem. Em condições adequadas de alimento e temperatura, uma bactéria pode reproduzir-se a cada 20 minutos, dando origem, 11 horas depois, a seis bilhões de células (número próximo da população humana mundial em 1999, segundo dados da ONU).

Os Protistas não se desenvolvem a partir de um embrião, como ocorre em plantas e animais, não se desenvolvem a partir de esporos característicos como nos fungos, e nem com a rapidez das bactérias. Como exemplo, temos a ameba (figura 2), que em condições ideais de laboratório (24º C), necessita de alguns dias para se reproduzir.

No caso dos fungos, eles têm em comum com as plantas a formação de esporos, por esta razão, foram por muito tempo classificados no reino das plantas. Porém hoje formam um grupo à parte. Sabe-se que não formam sementes, são desprovidos de pigmentos fotossintetizantes e responsáveis pelos processos decompositores. Quanto à reprodução vamos usar um exemplo muito conhecido, o fermento biológico comprado no supermercado, conhecido como lêvedo, cujo nome científico é *Saccharomyces cerevisiae*.

Ao longo de sua vida, uma célula, por gemação, pode produzir cerca de 20 células-filhas. Temos também nesse grupo o champignon *Agaricus bisporus* que leva em média 20 dias para se reproduzir.

Mas existem seres que necessitam muito mais tempo

para a reprodução, como a Pitangueira, uma Angiosperma que leva de sete a oito anos, em condições favoráveis de solo, clima e luminosidade, para gerar seus descendentes. Entretanto, dentro das Gimnospermas, existem outras espécies que levam muito mais tempo para alcançar a maturidade de reprodução, como é o caso da *Araucaria angustifolia* (Pinheiro do Paraná), com tempo estimado entre 18 a 20 anos.



■ Fungo da espécie *Agaricus bisporus*. É originário da França e pertence à Divisão Basidiomycota, do Reino Fungi. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



■ FIGURA 2 - Esquema de uma ameba (*Entamoeba histolytica*). As amebas são organismos unicelulares e pertencem ao grupo de protozoários denominados de Rizópodes, filo Sarcodina e reino Protista. Nutrem-se por fagocitose e por pinocitose. Algumas amebas causam doenças como a *Entamoeba histolytica* (amebíase), enquanto outras, como a *Entamoeba coli* que habita o intestino humano e contribui com o equilíbrio do mesmo. A digestão nas amebas é intracelular ocorrendo no interior dos vacúolos digestivos. Podem ter até meio milímetro de diâmetro e viver livremente ou parasitando um outro ser vivo.



■ *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná). Iniciada a produção de sementes, a árvore produz em média 40 pinhas por ano. **Fonte:** [www.diaadiadeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiadeducacao.pr.gov.br)

No reino Animalia incluem-se os animais derivados de zigotos (uma célula formada pela união de dois gametas, tais como óvulo e espermatózóide). O tempo aproximado de incubação é característico para cada espécie. No caso de um anfíbio muito comum, o sapo, por exemplo, do momento da fecundação até a metamorfose completa de cada indivíduo, leva em média 3 meses. Já nos grandes mamíferos, 9 meses na espécie humana, e 20 meses no elefante.



## ATIVIDADE

Tendo como base a reprodução comparativa entre os cinco reinos, você já tem condições de responder quais são os seres mais abundantes, micro ou macroscópicos? Justifique.

No interior da bactéria, além do citoplasma encontramos o **nucleóide**, região onde se localiza o cromossomo bacteriano. Além desse cromossomo, a bactéria pode apresentar pequenos cromossomos, também circulares, localizados fora do nucleóide, denominados **plasmídeos**. **Fonte:** JUNQUEIRA e CARNEIRO (2005, p. 268).

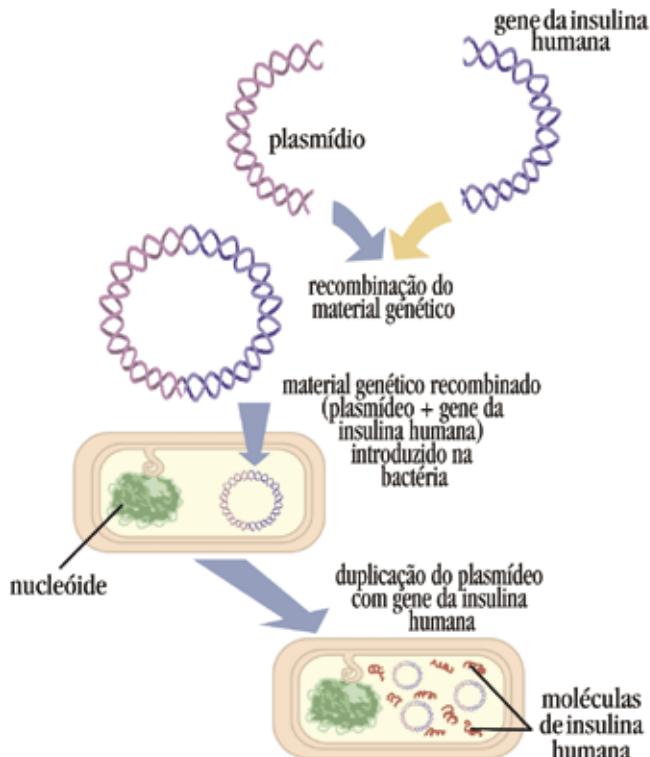


FIGURA 3 – Esquema da produção de insulina resultante de técnica de engenharia genética.

O mundo microbiano é composto por seres que não podem ser vistos a olho nu. São seres muito abundantes no planeta, por serem encontradas nos mais variados ambientes. Seu pequeno tamanho permite um metabolismo elevado, crescimento incrivelmente rápido e velocidade na conversão de nutrientes em energia, como é o caso das bactérias.

Dentre todos estes fatores envolvendo as bactérias, está aí a razão pela qual são amplamente utilizadas em pesquisas científicas e atualmente em grande escala, na engenharia genética.

A engenharia genética desenvolveu técnicas capazes de transferir genes de um ser vivo para outro. Por exemplo, quando o gene responsável pela produção do hormônio insulina, em seres humanos, é transplantado para o interior de certas bactérias, elas passam a produzir o mesmo hormônio, seguindo a informação determinada pelo gene humano (FIGURA 3).

Esse é um exemplo de como os cientistas podem dirigir o “comportamento” de bactérias geneticamente modificadas para fins previamente definidos. As bactérias portadoras de genes transplantados atuam como “fábricas” a serviço dos interesses humanos.

Sem dúvida, estamos diante de um dos acontecimentos mais importantes da história da humanidade, com repercussões incalculáveis em todos os setores da nossa vida. De tal forma, e em tamanha profundidade, podemos dividir a nossa história em pré e pós-engenharia genética, pelos impactos e modificações dessa biotecnologia na medicina, na pecuária, na agricultura e na vida em sociedade.

De fato, temos que concordar: as bactérias estão por toda parte, com uma função ecológica de fundamental importância para a manutenção de vida no planeta. Portanto, vários são os motivos que justificam a importância do mundo bacteriano para a humanidade.

### Bombas de chocolate?

Os doces estão geralmente a salvo da contaminação microbiana, pelo fato de que, sua elevada concentração de açúcar cria uma pressão osmótica elevada demais para que a maioria dos organismos possa sobreviver. No entanto, os amantes do chocolate podem ficar surpresos ao descobrirem que as famosas “bombas de chocolate” podem realmente explodir! Você sabe por quê?

O creme que recheia esses doces pode estar contaminado com *Clostridium*, um tipo de bactéria que produz um gás, o qual faz com que seus chocolates favoritos explodam! (Adaptado de BLACK, J.G. 2002, p.696).



■ Fotomicrografia em coloração por violeta de genciana de *Clostridium botulinum*. Os *Clostridium botulinum* são grandes bacilos gram-positivos, com cerca de 8 micrômetros. Produzem toxinas que podem provocar o botulismo, uma forma de intoxicação alimentar rara, mas potencialmente fatal, presente em alimentos contaminados e mal conservados. Agem como neurotoxinas paralisando os músculos, e, em grande quantidade, podem paralisar o diafragma e impedir a respiração normal, levando à morte por asfixia. **Fonte:** CDC - Centro de Controle e Prevenção de Doenças, Departamento de Saúde e Serviços Humanos, Governo dos Estados Unidos.

## ■ Referências Bibliográficas

- BÍBLIA. Português. **Bíblia sagrada**. São Paulo: Sociedade Bíblica do Brasil, 1995.
- BLACK, J. G. **Microbiologia**: fundamentos e perspectivas. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- HOBSBAWM, E. J. **A era das revoluções**: Europa 1789 – 1848. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

## ■ Obras Consultadas

- CURTIS, H. **Biologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.
- DARWIN, C. **A origem das espécies**. São Paulo: Hemus, 1990.
- FARACO, C. E. et al. Impactos da ciência e da tecnologia na sociedade atual. In: **Ofício do professor**: Aprender mais para ensinar melhor. São Paulo: Abril, 2004.
- JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: Editora Nacional, 2002.
- MACHADO, S. **Biologia**: de olho no mundo do trabalho. São Paulo: Scipione, 2003.
- OLIVEIRA, F. **Bioética**: uma face da cidadania. São Paulo: Moderna, 1997.
- PELCZAR Jr. , M. et al. **Microbiologia**: conceitos e aplicações. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1996.
- PEREIRA, M. S. O curioso mundo das bactérias. **Revista Ciência Hoje das Crianças**, Rio de Janeiro, n. 09, 2. ed. ano 13, dez. 2000.
- RAW, I.; SANT'ANNA, O. A. **Aventuras da microbiologia**. São Paulo: Hacker Editores, 2002.
- STORER, T. I. et al. **Zoologia geral**. São Paulo: Editora Nacional, 2003.
- TRABULSI, L. R. et al. **Microbiologia**. 4 ed. São Paulo: Atheneu, 2004.

## ■ Documentos Consultados ONLINE

- FACULDADE ESTADUAL DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE CORNÉLIO PROCÓPIO. A pré-história do Paraná. **Jornal Notícias da FAFICP**, n. 5, 01 jul. 2004. Disponível em: <<http://faficp.br/noticias/2004/ndxpai.html>> Acesso em: 15 jul. 2005.
- MANFIO, G. P. (coord.) Bactérias de interesse ambiental e agroindustrial. Base de Dados Tropical, **Fundação André Tosello**. Disponível em: <[www.bdt.fat.org.br/bacteria/](http://www.bdt.fat.org.br/bacteria/)> Acesso em: 15 jul. 2005.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA. 2º concurso vestibular de 2005, Comissão Permanente de Seleção, **Questões de biologia**. Disponível em: <[www.uepg.br/cps/](http://www.uepg.br/cps/)> Acesso em: 15 set. 2005.



# **ANOTAÇÕES**



# VÍRUS: “FLUÍDO VENENOSO”

■ Dione Aparecida de Souza Durães<sup>1</sup>

A

final, vocês são seres vivos ou não vivos?





■ Na mitologia grega, Pandora ("bem-dotada") foi a primeira mulher, criada por Zeus como punição aos homens pela ousadia do titã Prometeu em roubar aos céus o segredo do fogo. Em sua criação os vários deuses colaboraram com partes: Hefestos moldou sua forma a partir de argila, Afrodite deu-lhe beleza, Apolo deu-lhe talento musical, Deméter ensinou-lhe a colheita, Atena deu-lhe habilidade manual, Poseidon deu-lhe um colar de pérolas e a certeza de não se afogar, e Zeus deu-lhe uma série de características pessoais, além de uma caixa, a caixa de Pandora. **Fonte:** JULES JOSEPH LEFEBVRE (1836 - 1911), Pandora II, 1882, França. 96,5 x 79,9 cm. Técnica: óleo sobre tela de tecido. The Art Renewal Center - Lefebvre Gallery, Port Reading, New Jersey, EUA.

Você sabia que na antiga Grécia acreditava-se que doenças da humanidade haviam sido trazidas por Pandora, a Eva grega, guardiã de uma certa caixa cujo conteúdo ela desconhecia?

Conta a história que certa vez, por curiosidade, Pandora resolveu abrir a caixa e, ao levantar a tampa, deixou escapar todos os males do mundo. Por sorte, o deus Asclépio (também chamado Esculápio, pelos romanos) possuía um bastão com uma cobra enroscada, cujo poder espantava as doenças.

No século XVII, por volta de 1630, aconteceram muitos flagelos de doenças infecciosas, como a peste bubônica que voltou a atingir a Europa, causando 86 mil mortes. Esse fato fez com que as pessoas deixassem de acreditar no mito de Pandora e passassem a aceitar a explicação que essas epidemias eram causadas por influência dos astros.

Como a astronomia estava em expansão, o físico alemão Johannes Kepler (1571 – 1630), descreveu as leis planetárias e anunciou que a peste era influenciada pelos planetas. Surge então essa nova explicação para a origem das doenças, o movimento dos planetas. É também a partir dessa explicação que surge o termo "Influenza", a influência dos astros.

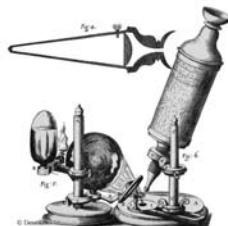


■ Modelo contínuo do sistema solar de Kepler, o Mysterium Cosmographicum (1596). **Fonte:** NEGUS, Kenneth G. The astrology of Kepler. Princeton, Nueva Jersey: Eucopia Publications, 1987.



■ Johannes Kepler (1571 – 1630). Kepler formulou as três leis fundamentais da mecânica celeste, conhecidas como leis de Kepler. Dedicou-se também ao estudo da óptica. **Fonte:** GNU Free Doc. License, www.wikipedia.org

Por muitos séculos, as doenças foram associadas às crenças e superstições. Porém, com os estudos sobre as células e os microrganismos, diretamente ligados ao aperfeiçoamento do microscópio, esses fatos foram sendo esclarecidos.



■ Microscópio de Robert Hooke. Afbeelding uit Hooke's Micrographia, Londen, 1664. **Fonte:** Deutsches Museum ([www.deutsches-museum.de](http://www.deutsches-museum.de)) - Museu alemão dedicado às Ciências, situado em Munique, na Alemanha.



Por volta de 1665, Robert Hooke (1635-1703), na Inglaterra, e Jan Swammerdam (1637-1680), na Holanda, construíram microscópios de pequena resolução que permitiram descobertas importantes sobre microrganismos.

■ Robert Hooke (1635-1703) foi um dos maiores cientistas experimentais ingleses do século XVII e, portanto, uma das figuras chave da Revolução Científica. **Fonte:** GNU Free Doc. Licence, www.wikipedia.org

Antony van Leeuwenhoek (FIGURA 1), também holandês, por volta de 1668, aprendeu a polir lentes com muita precisão, com as quais observou fios de cabelo, pulgas e pequenos insetos, além de realizar a primeira descrição detalhada dos glóbulos vermelhos. Leeuwenhoek descreveu diferentes seres vivos, seus tamanhos, como se moviam e quanto tempo viviam as bactérias, algas e protozoários presentes nas águas de riachos e lagoas. Estes pequenos seres vivos foram descritos como “animáculos”. Inicia-se a partir desses fatos, a história da microbiologia.

- Microscópio construído por Leeuwenhoek. **Fonte:** Este instrumento tem um fator de ampliação de aproximadamente 275 vezes. Pertence a coleção de microscópios do Museu Universitário de Utrecht, Holanda.



■ FIGURA 1 - Antony van Leeuwenhoek (1632-1723). Cientista conhecido pelas suas contribuições para o melhoramento do microscópio, além de ter contribuído com as suas observações para a biologia celular. **Fonte:** GNU Free Doc. Licence, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## ATIVIDADE



“O aperfeiçoamento dos sistemas ópticos melhorou cada vez mais a qualidade e a riqueza de detalhes das imagens microscópicas, portanto, os microscópios são considerados uma tecnologia a serviço da ciência.”

- Você concorda com essa afirmação? Justifique.
- Qual a importância do estudo da microbiologia para a humanidade?

FRIEDRICH LÖFFLER



### A AVENTURA DA VIROLOGIA!

Em 1898, Friedrich August Loeffler, foi encarregado de investigar a febre aftosa, moléstia que infectava o gado, produzindo ulcerações na boca e nos cascos. Loeffler e Paul Frosch testaram dezenas de meios para cultivar o agente desta doença, em meios aeróbios na presença de oxigênio e usando hidrogênio, ácido sulfídrico e dióxido de carbono, para fazer crescer bactérias anaeróbias. Não conseguiram detectar qualquer bactéria. Mesmo assim, coletaram líquido das vesículas infectadas, que quando inoculado na mucosa de vitelas transmitiu a doença.

Decidiram então diluir o líquido num tipo de filtro que retinha todas as bactérias. Testaram para detectar se havia alguma substância capaz de imunizar os animais. Para surpresa, quando inocularam o filtrado em vitelas, em vez de imunizá-las, os animais ficaram doentes e a infecção se alastrou. (Adaptado de: RAW e SANT'ANA, 2002, p.120)

- Friedrich August Johannes Loeffler (1852 - 1915) era um bacteriologista alemão na Universidade Ernst Moritz Arndt, Greifswald, Alemanha. Entre suas descobertas está o organismo que causa a difteria (*Corynebacterium diphtheriae*). **Fonte:** History of Medicine Library & Museum, <http://clendening.kumc.edu>



## ATIVIDADE

Pensando no experimento de Löffler e Frosch, o que são bactérias aeróbias e bactérias anaeróbias?

Os dois pesquisadores testaram dezenas de meios para cultivar o agente da doença que afetava o gado, porém não encontravam as bactérias. O que poderia estar acontecendo? Justifique.

Quando tentaram imunizar os animais inoculando um filtrado, perceberam ainda que a doença persistia e a infecção se alastrou. Por quê?

Para explicar tais resultados, eles pensaram em duas possibilidades:

- o filtrado livre de bactérias continha uma toxina extremamente potente.
- o agente causador da doença, que até então não fora descoberto, seria tão pequeno que os poros do filtro não o reteriam.

Em qual das duas possibilidades você vê uma explicação para o fato descrito no texto do quadro? Justifique.

A febre aftosa, doença que os pesquisadores tentavam encontrar seu agente patológico, tem alguma relação com a doença atual?

Relatório que Friedrich A. Löffler fez às autoridades locais, Alemanha, 1898:

"Graças ao uso do telégrafo para informar sobre os novos surtos de febre aftosa que sua Excelência colocou a nossa disposição, através de contatos com funcionários de muitas localidades, foi possível obter extensas quantidades de material fresco para estes estudos. Como descobrimos que bactéria penetra nas vesículas depois de alguns dias, decidimos usar sempre vesículas frescas para nossos estudos. Vesículas frescas são relativamente raras..." (RAW e SANT'ANA, 2002, p. 120).



## DEBATE

Qual a importância dos meios de comunicação para época, final do século XIX ?

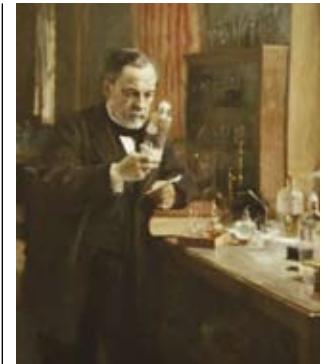
Qual a influência dos avanços tecnológicos nos meios de comunicação?

Faça uma relação entre as pesquisas científicas feitas naquela época e das pesquisas feitas nos dias atuais.

A primeira referência aos vírus foi feita por Louis Pasteur (1822 – 1895) no final do século XIX. Em 1880, na tentativa sem sucesso, de cultivar o agente causador da raiva (hidrofobia), Pasteur utilizou o termo vírus, que em latim significa “veneno”. Poucos anos depois, desenvolveu-se a técnica de esterilizar soluções por filtração. Os filtros eram capazes de reter as bactérias, mas deixavam passar alguns agentes patogênicos - microrganismos menores que as bactérias.

Em 1892, o botânico Dmitry Ivanovski (1864 – 1920) caracterizou o vírus do mosaico do tabaco (doença comum nas folhas do tabaco). Mas somente em 1899, o botânico Mariunus Willen Beijerinck (1851 – 1931), investigando a mesma doença, descobriu que injetando extratos das folhas de tabaco doente, transmitia para plantas sadias a mesma doença. Acreditavam, então, tratar-se de “germe vivo solúvel”, que se proliferava em células vivas das plantas.

Alguns anos mais tarde, entre 1915 e 1917, dois bacteriologistas descobrem a existência de seres que “comem bactérias”, denominando-os de bacteriófago (vírus que atacam bactérias).



■ Louis Pasteur em seu laboratório. Pasteur foi um cientista francês cujas descobertas tiveram enorme importância na história da ciência. A ele se deve a técnica conhecida como pasteurização. **Fonte:** ALBERT GUSTAF ARISTIDES EDELFELT (1854 - 1905), Portrait of Louis Pasteur, 1885, Fotografia exposta atualmente no Museu de Orsay, Paris, França.

## ■ Então até 1917 não se conhecia a existência dos vírus?

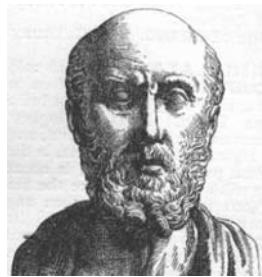


Os registros de doenças provocadas por vírus são milenares. Hieróglifos datados de 1400 a.C. descrevem a sintomatologia da poliomielite. A perna atrofiada da figura masculina neste baixo relevo do Egito Antigo, indica a existência da poliomielite na Antigüidade.

■ Hieróglifo que representa um homem e sua família entregando oferendas à deusa Astarte (deusa do amor e fertilidade). O homem tem a perna fina, debilitada e muitos a consideram como sendo a primeira imagem de um enfermo de poliomielite. **Fonte:** Museu Egípcio de Copenhagen, Dinamarca. 10cm x 15cm. Técnica egípcia: ‘estela de pedra’ em baixo relevo.

O baixo relevo, em geral, é o gênero de escultura que abrange qualquer relevo aderente a um fundo. Para melhor especificação, classificam-no de: alto, médio, baixo, encavado e misto, segundo respectivamente, ele seja todo destacado, medianamente, apenas perceptível, cavado no fundo, ou a reunião de todos os gêneros. Além de servir na ornamentação de inúmeros objetos de uso, tais como: jóias, anéis, moedas, medalhas, etc., é o gênero de escultura preferido na decoração das grandes superfícies arquitetônicas, devido à sua superioridade sobre a estatuária no tocante ao melhor encadeamento de cenas e grupos por ele tratados. Constitui, às vezes, autêntica linguagem ornamental figurada com a qual diversos povos gravaram para a posteridade nos muros de seus templos, palácios, túmulos, etc., os fatos e pormenores de sua civilização.

(Adaptado de [www.studio41.com.br/arte/medalha.htm](http://www.studio41.com.br/arte/medalha.htm)).



■ Hipócrates de Cós. Hipócrates é considerado o pai da medicina. Ele deixou um legado ético e moral válido até hoje. Precursor do pensamento científico procurava detalhes nas doenças de seus pacientes para chegar a um diagnóstico, prescindindo de explicações sobrenaturais apesar da limitação do conhecimento da época. Hipócrates era um asclepiáde, isto é, membro de uma família que durante várias gerações praticara os cuidados em saúde.

**Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

As pinturas e os hieróglifos nas paredes eram formas de inventariar a vida e as atividades diárias dos soberanos falecidos, nos mínimos detalhes. A pintura e a escultura obedeciam a padrões rígidos de representação da figura humana. Em muitos quilômetros de desenhos e entalhe em pedra, a forma humana é representada em visão frontal do olho e dos ombros, e em perfil de cabeça, braços e pernas. Um fato interessante é que o tamanho da figura indica a posição social que a pessoa ocupa, ou seja, os faraós são representados como gigantes, sobressaindo-se entre criados do tamanho de pigmeus.

No século V a.C., o médico Hipócrates (460-377 a.C.), registrou a ocorrência da caxumba e, possivelmente, da gripe (ou influenza) na ilha de Thasos. Descreveu a caxumba, com referências à inflamação dos testículos (orquite) que, segundo os estudos atuais, pode ocorrer em 25% dos casos, principalmente em jovens. Atribui-se a Hipócrates também, o primeiro relato de hepatite benigna.

O faraó Ramsés V que morreu por volta de 1500 a.C., sobreviveu à varíola, o que é testemunhado claramente pelas marcas das lesões (pústulas) deixadas em sua pele e preservadas pela mumificação.

O vírus da varíola foi pela primeira vez assim designado no ano 570 d.C., por Bishop Marius de Avenches, na Suíça. A palavra deriva do latim, *varius ou varus*, que significa bexigas. Esta doença afetou em muito o desenvolvimento de civilizações ocidentais e foi uma das grandes pragas ultrapassando a peste negra, a cólera e a febre amarela no seu impacto. Foi também a causadora da queda de alguns impérios.

Com o crescimento da agricultura no nordeste africano - Egito e Mesopotâmia, por volta do ano 9000 a.C., houve uma aglomeração das populações humanas, o que permitiu a transmissão da doença de pessoa para pessoa, sendo mais tarde levada por mercadores para a Índia, Ásia e Europa. Em 1350 a.C., a primeira epidemia de varíola ocorreu durante a guerra entre os Egípcios e os Hititas, causando o declínio da civilização Hitita.

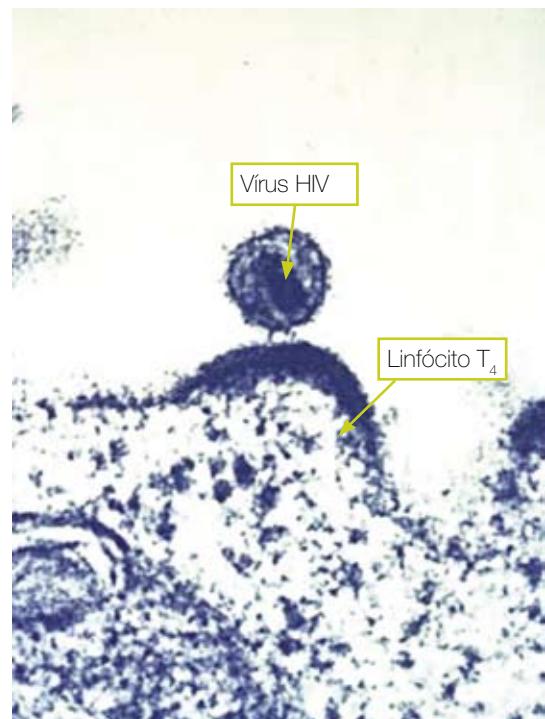
Também na China, por volta do ano 1122 a.C., foi descrita uma doença aparentada com a varíola. Em documentos chineses datados do período entre 37 e 653 d.C., há relatos sobre a varíola e também o sarampo e a raiva (hidrofobia). Em algumas culturas antigas, a letalidade da doença era tão elevada entre as crianças que estas só recebiam o nome se sobrevivessem à doença.

A doença até então era desconhecida no Novo Mundo e foi introduzida pelos Espanhóis e Portugueses, tornando-se uma espécie de arma biológica que ajudou a provocar a queda dos impérios Asteca e Inca. Estima-se que cerca de 3,5 milhões de Astecas morreram vitimados pela doença num espaço de dois anos. Este enorme declínio populacional foi devido ao fato de as populações indígenas nunca antes terem estado em contato com este agente infeccioso, sendo particularmente suscetíveis a este.

## ■ Assim, a ciência continua a se perguntar: Como vocês são? Qual é a sua estrutura?

Por conta do aperfeiçoamento do microscópio e com as contribuições da microbiologia e da medicina foi possível identificar os microorganismos como causadores de grande parte das doenças.

Com o desenvolvimento da pesquisa sobre os vírus, foi possível identificar a existência de uma perfeita relação bioquímica entre a natureza molecular de cada tipo de vírus e certos receptores específicos da superfície das células, justificando o tropismo dos vírus por determinados tipos de tecidos. Assim, o vírus da gripe ataca as células das vias respiratórias; o da hidrofobia (raiva) ataca as células do sistema nervoso; o da caxumba acomete as glândulas salivares parótidas; o da Aids destrói os linfócitos T4 do sistema imunológico. Por isso, os vírus são comumente classificados como pneumotrópicos, neurotrópicos, adenotrópicos, dermatrópicos, ou seja, de acordo com o tipo de célula com a qual se estabelece a relação bioquímica.



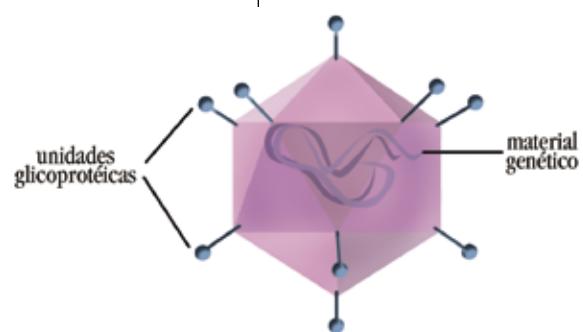
■ Microfotografia do vírus HIV e do linfócito T4. O HIV reconhece a proteína de membrana CD4, presente nos linfócitos T4 e macrófagos, ligando-se a esta proteína. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## ■ Qual a contribuição do microscópio eletrônico para o estudo desses seres?

Como você já percebeu, eles são seres extremamente pequenos. Suas dimensões estão entre 10 a 300 nanômetro (nm), visíveis apenas ao microscópio eletrônico.

O incrível é que ao fotografá-lo no microscópio eletrônico, reconheceu-se que a estrutura básica de todos os vírus (FIGURA 2) é a mesma, ou seja, não apresentavam estrutura celular. São dotados de um cerne (miolo) de ácido nucléico (DNA ou RNA), envolto por uma cápsula de proteína denominada capsídeo que, por sua vez, é formada por unidades chamadas capsômeros.

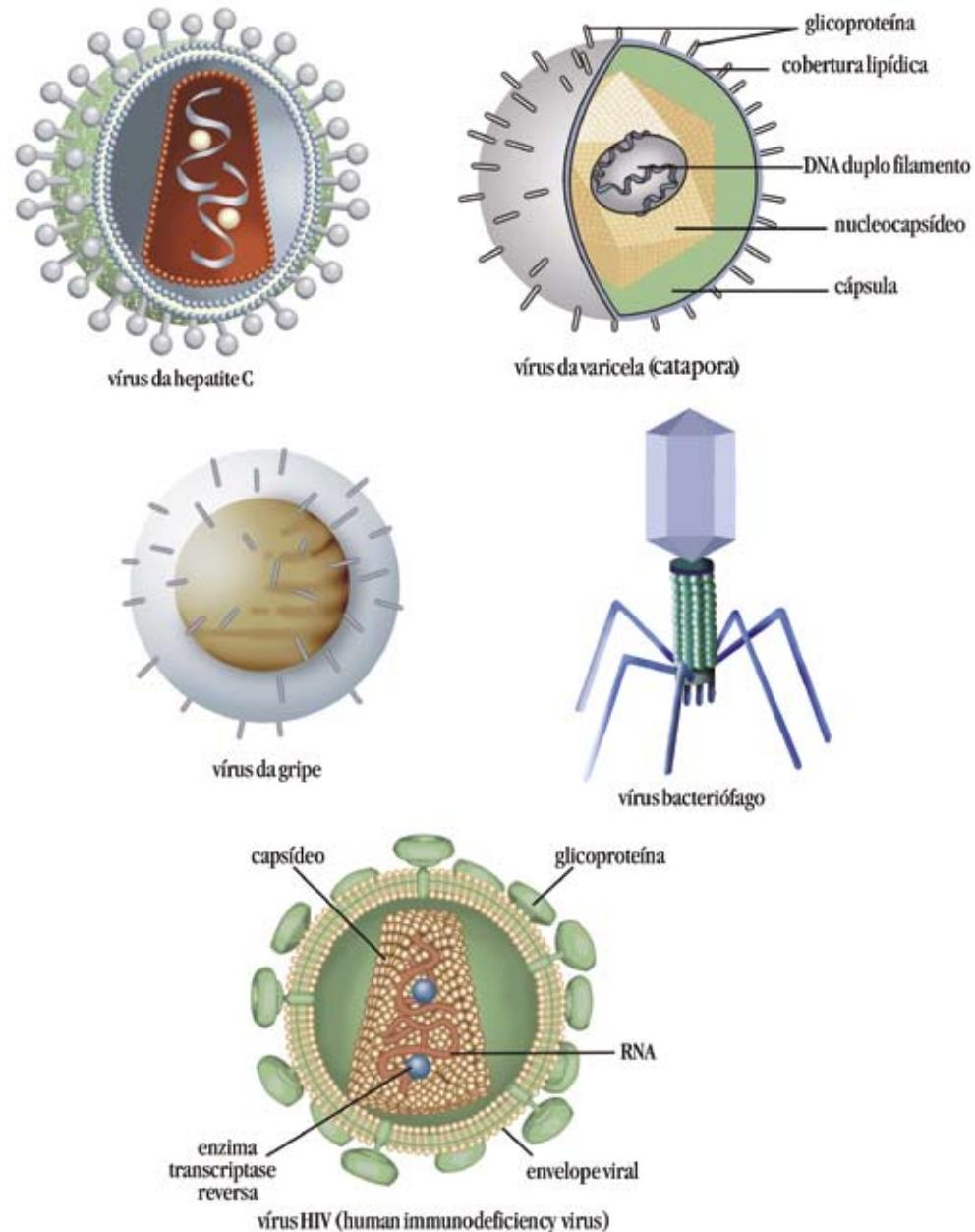
Eles podem ter o material genético formado por DNA de fita dupla (DNAfd), DNA de fita única (DNAfu) ou RNA de fita única (RNAfu), mas em nenhum caso, ocorre a presença dos dois ácidos em um mesmo vírus. A reunião do ácido nucléico com o capsídeo forma o nucleocapsídeo do vírion, que



■ Figura 2 – Representação de um vírus.

é o vírus completo. Pesquisas recentes indicam a existência de um vírus híbrido (com DNA e RNA), o citomegalovírus, que está entre os oito tipos de herpesvírus patogênicos para o homem.

Onde está a célula? Em alguns casos, os vírus realmente são formados apenas pelo nucleocapsídeo, mas em outros existe um envelope (envoltório), que é a parte mais externa do vírus. Esse envelope é formado por proteínas do vírus mergulhadas em lipídios derivados da membrana plasmática da célula que ele está parasitando (os vírus podem parasitar apenas determinados tipos de células, e isso depende das proteínas que eles possuem).



■ Representação de alguns vírus.

De acordo com os seres vivos que parasitam, podemos considerar quatro grupos de vírus:

- bacteriófagos: parasitam bactérias;
- micófagos: parasitam fungos;
- vírus de animais: parasitam animais;
- vírus de plantas: parasitam plantas.

É importante lembrar que o fato de um vírus pertencer a um determinado grupo não significa que ele possa parasitar qualquer indivíduo desse grupo. Por exemplo, um vírus que parasite um determinado animal pode ou não parasitar animais de outras espécies.



## PESQUISA

### Então vamos lá ...

Faça uma pesquisa no folhas **DNA: a longa cadeia da vida**, deste livro e responda as seguintes perguntas:

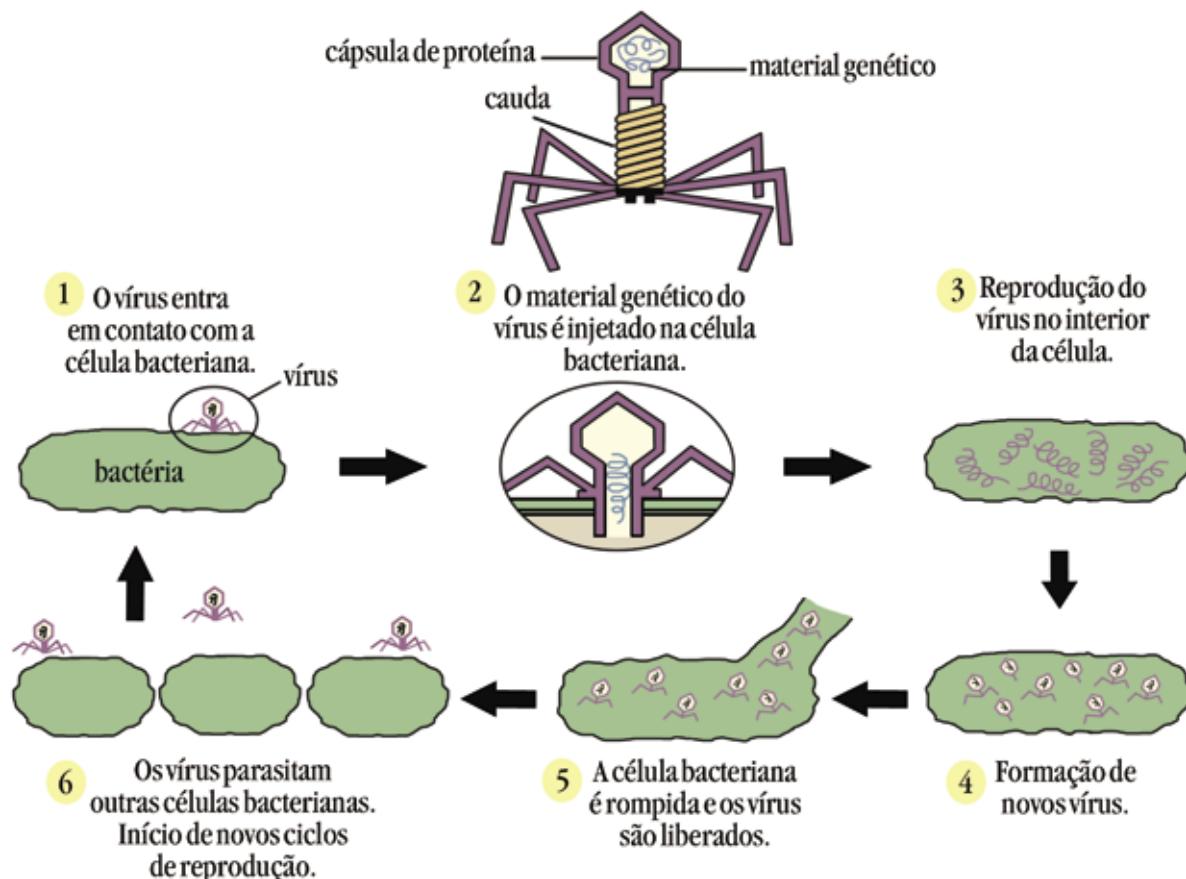
O que é um ácido nucléico? Onde são encontrados? Onde ficam estes ácidos nos seres procariontes? E nos seres eucariontes? E nos vírus, onde ficam os ácidos nucléicos?

Mas, agora é preciso tentar situar os vírus na história da evolução da vida no planeta Terra. Uma das explicações da ciência é que eles se originaram dos fragmentos de ácidos nucléicos liberados pelas células primitivas nos oceanos, onde foram envolvidos por proteínas e adquiriram a capacidade de autoduplicar-se dentro de uma célula e serem transmitidos para outras.

## ■ Você deve ter percebido que não falamos de vírus masculinos e femininos. E então, como eles se reproduzem?

Para se reproduzir os vírus precisam invadir células e “seqüestrar” o mecanismo celular da sua hospedeira. Razão pela qual os vírus são também chamados “parasitas obrigatórios”. Ao invadir a célula hospedeira ele interfere no mecanismo de reprodução para “forçá-la” a produzir novos vírus. A este processo chamamos de replicação, pois os vírus fazem cópias idênticas de si mesmo.

Para você entender o processo de reprodução, usaremos o vírus ‘bacteriófagos’ ou ‘fago’ (FIGURA 3), que é um dos vírus mais estudados, pois ataca as bactérias reproduzindo-se em seu interior. Estes vírus são inofensivos ao homem e a outros animais.



■ FIGURA 3 – Esquema de vírus bacteriófago e seu ciclo de reprodução.

## Mas afinal, eles são seres vivos ou não?

São muitos os requisitos necessários para um organismo ser classificado como ser vivo. Destacaremos apenas alguns: presença de ácido nucléico, capacidade de deixar descendentes, suscetibilidade às mutações, absorção de nutrientes, digestão, excreção, respiração, armazenamento e utilização de energia.



### ATIVIDADE

Os vírus possuem alguns dos requisitos acima citados? Quais?

Existe uma característica que faz parte de todas as formas vivas e somente delas?

Embora o estudo dos vírus tenha começado há pouco tempo, a ocorrência de viroses é tão antiga quanto a própria humanidade. E apenas saber que existiam seres menores que as bactérias, pouco ajudou no combate de doenças por eles causadas. Seria preciso conhecê-los melhor, descrever seus mecanismos de reprodução, formas de contágio, para assim, evitar novas vítimas.

Uma das mais eficientes soluções para as doenças virais é, até agora, a vacinação. A vacina é o mais importante mecanismo utilizado pela medicina preventiva. Existem também, drogas que tratam os sintomas das infecções virais. A vacinação consiste basicamente em estimular o organismo a produzir anticorpos, proteínas especiais capazes de impedir a manifestação de determinadas doenças, ou ainda fazer com que estas apareçam de forma mais branda e menos perigosa para o paciente. Os anticorpos são altamente específicos, ou seja, cada anticorpo reage somente contra determinada doença. Por exemplo, o anticorpo que combate o vírus da gripe não combate o vírus do sarampo, e vice-versa.



■ A primeira vacinação contra o vírus da varíola foi realizada por Edward Jenner, médico rural inglês, em sua residência, em 14 de maio de 1796. **Fon-**  
**te:** ROBERT ALAN THOM, Coleção "Grandes Momentos na Medicina" publi-  
cada por Parke Davis & Companhia, em 1966. aproximadamente 65 x 90  
cm. Técnica: óleo sobre tela.

Para aumentar seus conhecimentos sobre VACINAS, procure no Livro Didático de Biologia, o Folhas **Vacinas: como estaria a humanidade sem esses guerreiros em defesa de nosso organismo?**



## PESQUISA

- Quais as doenças virais que podem ser prevenidas por meio da vacinação?
- Quais as doenças virais que ainda não são prevenidas com a vacina? Quais os motivos?
- Quais as outras formas de prevenção contra as viroses?
- Quais os fatores que justificam a importância de todos nós participarmos das diferentes campanhas de vacinação?

## ■ Por falar em virose, você já ouviu falar da gripe aviária ou gripe do frango?

Os meios de comunicação informam a todo o momento a preocupação dos agricultores, dos consumidores e das autoridades sanitárias com a nova epidemia dessa gripe.



■ Fonte: <http://www.sxc.hu>

A doença foi identificada pela primeira vez na Itália, há cerca de 100 anos. Acreditava-se que a gripe só infectava aves até que os primeiros casos humanos foram detectados em Hong Kong, em 1997. Na época, todas as aves - em torno de 1,5 milhão - foram mortas em três dias. Esta medida foi decisiva para conter a epidemia.

A gripe do frango tem apontado uma taxa de mortalidade elevada em humanos. Em 97, seis das 18 pessoas infectadas morreram.

Nesta nova crise, sete mortes foram comprovadamente causadas pelo vírus. Para efeito de comparação, a Síndrome Respiratória Aguda Grave (Sars) já matou 800 pessoas em todo o mundo e infectou 8.400 desde que surgiu, em novembro de 2002. Um outro problema identificado: o vírus pode sofrer mutações rápidas e infectar outros animais.

Todas as aves são suscetíveis à gripe, mas algumas espécies como patos, são mais resistentes. Os frangos e os perus são particularmente vulneráveis. Eventualmente, porcos também podem ser infectados. Quanto às pessoas, elas pegam a doença por meio de contato direto com aves vivas infectadas. O vírus está presente nas fezes das aves, que secam e são pulverizadas, e depois podem ser inaladas. O vírus consegue sobreviver por um longo período nos tecidos e nas fezes das aves mortas, particularmente sob baixas temperaturas.

Os sintomas dessa doença são similares aos de outros tipos de gripe: febre, mal-estar, tosse e dor de garganta. Também já foram registrados casos de conjuntivite. Nos pacientes que morreram, a doença caminhou para uma pneumonia viral. Existem 15 diferentes variações do vírus, mas é o vírus H5N1 que infecta os humanos e pode causar a morte. Dentre os vírus deste tipo, foram encontradas variações. Os vírus analisados, hoje, também são diferentes dos tipos vistos no passado.

(Adaptado de: Veja on-line, 27/01/04).



### PESQUISA

Deu para você perceber que esse vírus não é nada fácil!?!?... Agora é o seu momento de buscar mais informações sobre a gripe aviária:

Essa doença pode ser tratada?

Essa gripe pode ser transmitida de pessoa para pessoa?

Podemos continuar comendo carne de aves?

Quais as principais medidas adotadas para evitar a propagação desse vírus?



## DEBATE

Diante de tantas informações sobre os vírus, você pode ter chegado a uma conclusão: "Afinal, os vírus são ou não seres vivos?"

## Referências Bibliográficas

RAW, I.; SANT'ANNA, O. A. **Aventuras da microbiologia**. São Paulo: Hacker Editores, 2002.

## Obras Consultadas

CURTIS, H. **Biologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

PELCZAR Jr., M. et al. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1996.

STRICKLAND, C. **Arte comentada: da pré-história ao pós-moderno**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

TRABULSI, L. R. et al. **Microbiologia**. São Paulo: Atheneu, 2004.

## Documentos Consultados *ONLINE*

**Biotecnologia. Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento.**

Disponível em: <[www.bioteecnologia.com.br](http://www.bioteecnologia.com.br)> Acesso em: 11 set. 2005.

CAMPOS, L. A. **Medalha**. Disponível em: <[www.studio41.com.br/arte/medalha.htm](http://www.studio41.com.br/arte/medalha.htm)> Acesso em: 10 set. 2005.

FERREIRA, P. Varíola. **Agência Fiocruz de notícias**. Disponível em: <[www.fiocruz.br/ccs/glossario/variola.htm](http://www.fiocruz.br/ccs/glossario/variola.htm)> Acesso em: 10 set. 2005.

Gripe aviária. **Revista Veja on-line**, 24 jan. 2004. Disponível em: <[http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/280104/gripe\\_do\\_frango.html](http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/280104/gripe_do_frango.html)> Acesso em: 04 nov. 2005.

SILVA, M. L. da. A Varíola, uma doença catastrófica! **Artigos médicos, doenças da imunidade**, 23 dez. 2002. Disponível em: <[www.apol.net/dightonrock/small\\_pox\\_portuguese.htm](http://www.apol.net/dightonrock/small_pox_portuguese.htm)> Acesso em: 10 set. 2005.

SOWERS, H. Smallpox. **Utah Department of Health Bureau of Epidemiology**. December, 2002. Disponível em: <<http://hlunix.hl.state.ut.us/els/epidemiology/epifacts/smallpox.pdf>> Acesso em: 10 set. 2005.

*I**n**t**r**O**d**u**c**ã**O*

## Mecanismos Biológicos

O ser humano sempre foi movido pela curiosidade e pela ânsia do saber. Por vários séculos, realizou estudos e experimentos para tentar dar respostas a muitos problemas ao longo da sua caminhada pela Terra. Com isso, muitas teorias surgiram visando explicar seus anseios e suas necessidades, buscando respostas às seguintes indagações:

- Como a vida surgiu no Universo?
- Que mecanismos garantem a manutenção da vida?

Para responder a estas e tantas outras indagações, valemo-nos atualmente, do estudo dos mecanismos que explicam como funcionam os sistemas que compõem os seres vivos.

Procuraremos levá-los a uma viagem inigualável, rumo ao conhecimento e à busca de algumas respostas que tentam explicar alguns dos mecanismos pelos quais os seres vivos garantem a sua sobrevivência.

Neste Livro, você encontrará muito material para reflexão e que o ajudará a construir novos conhecimentos, como por exemplo:

- “Célula: que unidade é essa que constitui e mantém todos os seres vivos? ”;
- “Osmose: o equilíbrio natural e necessário... ”;
- “Embriões: a fantástica obra em construção! ”.

A própria natureza dessas reflexões já indicam a importância e a amplitude dos assuntos abordados.

Para compreender o funcionamento das estruturas que compõem os seres vivos é necessário pensarmos o organismo de forma fragmentada, separada, permitindo análises especializadas de cada função biológica.

Para compreendermos como interagem os diversos sistemas dos organismos, esta fragmentação será tratada de forma articulada, adentrando-se na compreensão dos mecanismos biofísicos e bioquímicos.

Neste Livro, os estudos dos mecanismos biológicos tendem a concentrar-se no entendimento de como as funções fisiológicas mudaram ao longo da história evolutiva dos seres vivos. Portanto, serão tratados de forma comparativa, procurando mostrar, à você, parte da complexidade dos sistemas.

Para melhor compreender essa complexidade, outras ciências contribuem com seus conhecimentos. Por exemplo, a Física, tem papel fundamental em explicar como ocorrem essas funções vitais. O médico britânico William Harvey (1578–1657), usando conhecimentos físicos sobre a bom-

ba hidráulica, descreveu detalhadamente o sistema circulatório humano ao conceber o coração como uma bomba que impulsiona o sangue por todo o corpo. Efetivamente, os conceitos da Biologia também são indissociáveis dos conceitos da Química, como, por exemplo, na determinação do tipo sangüíneo.

A Ciência tem se mostrado uma poderosa ferramenta para solucionar muitos problemas que surgem, principalmente, da relação entre os seres humanos e o mundo em que eles vivem.

Com os avanços da microscopia eletrônica, a partir da década de 1940, passou a se conhecer muito mais a estrutura celular, do que foi possível com o microscópio óptico. Esse conhecimento, particularmente importante em termos de taxonomia, foi responsável pela classificação celular em duas categorias, de acordo com a disposição do material genético dentro da célula: células eucarióticas e células procarionticas.

Essas unidades estruturais e funcionais básicas de todos os seres vivos, são constituídas por uma infinidade de moléculas e átomos que se agrupam para proporcionar a elas uma individualidade, tornando-as diferentes em sua estrutura, mas com semelhança em suas funções.

Tais funções celulares, desempenhadas pelas organelas citoplasmáticas, controlam cada organismo por meio da síntese de proteínas, do armazenamento e liberação de energia, da produção de substâncias que atuam no meio extracelular, entre outras funções.

Um estudo muito importante que veio auxiliar na cura, na prevenção de algumas doenças e no entendimento de como acontece o desenvolvimento dos organismos é a embriologia. A embriologia explica a anatomia e as anormalidades que se formam nos indivíduos durante seu desenvolvimento. Esses conhecimentos ajudam os médicos a dar aos embriões as melhores possibilidades de desenvolver-se normalmente. Quem não quer ter um filho saudável?

Com estes estudos pretendemos ajudá-lo a compreender as relações que se estabelecem entre o conhecimento científico e o contexto de vida social de cada um, para que você possa participar, de forma crítica, do debate sobre as aplicações dos avanços científicos e tecnológicos utilizando organismos vivos.

Bom estudo!

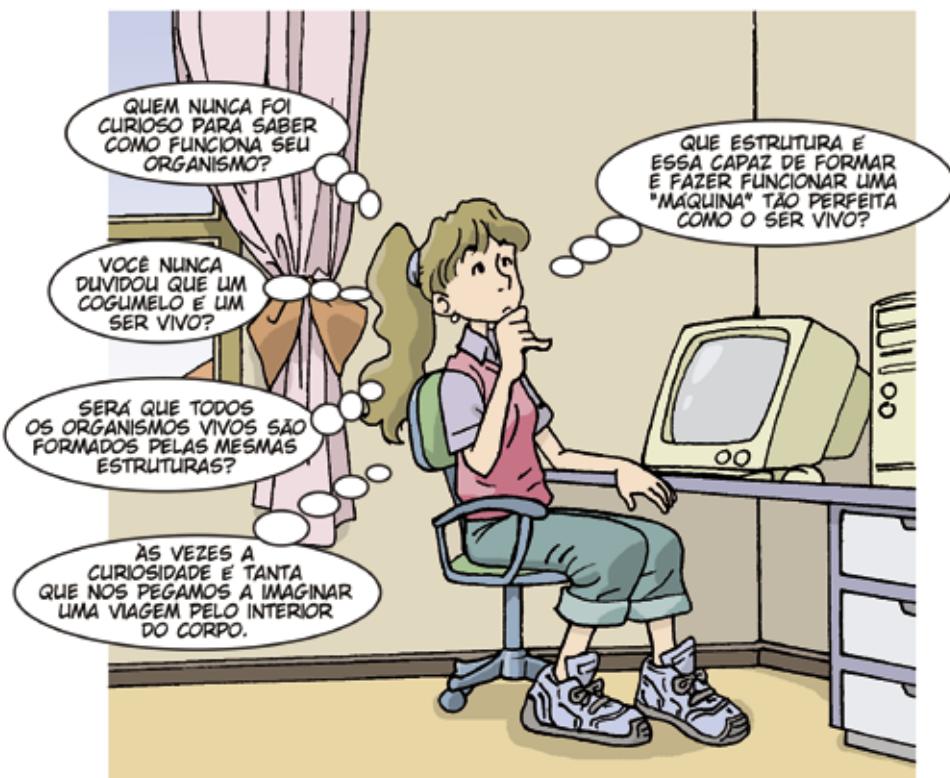
B  
I  
O  
L  
O  
G  
I  
A



DUE  
SANGUE

# CÉLULA: QUE UNIDADE É ESSA QUE CONSTITUI E MANTÉM TODOS OS SERES VIVOS?

■ Cecília Vechiatto<sup>1</sup>, Dione Durães<sup>2</sup>, Iara Suyama Ferrari<sup>3</sup>,  
Joel Weçolovis<sup>4</sup> e Marilene Mieko Yamamoto Pires<sup>5</sup>



<sup>1</sup>Colégio Estadual Marquês de Caravelas - Arapongas - PR

<sup>2</sup>Colégio Estadual Narciso Mendes - Santa Isabel do Ivaí - PR

<sup>3</sup>Colégio Estadual Getúlio Vargas - Iracema do Oeste - PR

<sup>4</sup>Colégio Estadual Eron Domingues - Marechal Cândido Rondon - PR

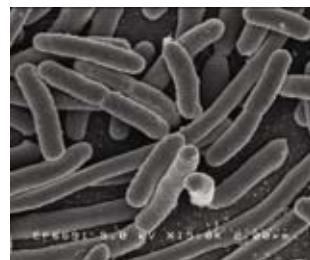
<sup>5</sup>Colégio Estadual Silvio Vidal - Paranavaí - PR

**Observe as figuras abaixo:**

- VEGETAL: pau-brasil (*Caesalpinia echinata*). **Fonte:** IBAMA (Inst. Bras. do Meio Amb. e dos Recursos Naturais Renováveis), MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



- PROTISTA: protozoário ciliado (*Paramecium aurelia*). **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



- MONERA: bactéria (*Escherichia coli*). **Fonte:** Instituto Nacional de Saúde, EUA.



- FUNGO: cogumelo amarelo. **Fonte:** GNU Free Doc. License, EUA.



- ANIMAL: peixe-boi (*Trichechus inunguis*). **Fonte:** Centro Mamíferos Aquáticos/IBAMA/MMA.

Obs.: As ilustrações acima não seguem a proporcionalidade quanto ao tamanho dos seres vivos representados.

**ATIVIDADES**

Você consegue observar alguma semelhança entre os seres vivos representados acima? Liste o que eles têm em comum.

Externamente, talvez seja difícil identificar características comuns a esses seres, mas se você pudesse fazer uma análise interna, seria possível observar unidades que estão presentes na formação e no funcionamento desses seres vivos – a célula.

Em se tratando de células, eis aqui algumas indagações comuns entre as pessoas:

- do que a célula é formada? Todas as células possuem o mesmo tamanho e formato? Todas desempenham a mesma função?

Conhecendo a célula de fora para dentro, você descobrirá que elas são formadas por pequenas unidades: as moléculas.

Dos 92 elementos naturais existentes no Universo, 21 são essenciais para o funcionamento da vida na Terra, sendo assim, importantes para as células. Entre eles, os principais elementos químicos são: o carbono (C), o hidrogênio (H), o oxigênio (O), o nitrogênio (N), o enxofre (S) e o fósforo (P).

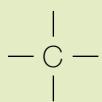
Você deve estar pensando que esses elementos são os mais comuns no Universo e os mais abundantes na crosta terrestre, certo? Se você pensou dessa forma, infelizmente, pensou errado.

Pesquisas espaciais mostram que a ordem decrescente de abundância dos elementos químicos no Universo é diferente. Estas indicam que os mais comuns são: hidrogênio (H), hélio (He), oxigênio (O), carbono (C), nitrogênio (N), neônio (Ne), silício (Si), magnésio (Mg), ferro (Fe), enxofre (S), argônio (Ar), alumínio (Al), cálcio (Ca), níquel (Ni) e sódio (Na). Os elementos químicos mais abundantes na crosta terrestre são: oxigênio (O), silício (Si), alumínio (Al), ferro (Fe), cálcio (Ca), sódio (Na) e potássio (K).

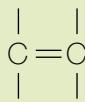
Na célula, encontram-se presentes, aproximadamente, 30 elementos químicos, sendo o carbono (C), o hidrogênio (H), o oxigênio (O) e o nitrogênio (N), os principais.

Mas, por que será que o carbono é o principal elemento formador dos seres vivos?

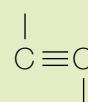
O carbono é encontrado nas análises de amostras de todos os organismos vivos. Ele tem a possibilidade de formar quatro ligações simples, ou ainda, ligações duplas e triplas, sempre procurando adquirir a estabilidade química, isto é, a última camada com a configuração eletrônica semelhante a dos gases nobres.



Ligação simples



Ligação dupla



Ligação tripla

A ligação covalente ocorre quando dois átomos se aproximam um do outro e compartilham um ou mais elétrons.

Nas células, o carbono é o único átomo com capacidade de formar longas cadeias com ligações covalentes entre si, constituindo estruturas complexas com forte estabilidade química, como as proteínas.

Além das proteínas, o átomo de carbono (C) também participa na composição química das moléculas dos carboidratos, lipídios e ácidos nucléicos.

### Moléculas

União estável de dois ou mais átomos.

### Átomo

É a menor partícula de um elemento capaz de formar uma combinação química.

Os ácidos nucléicos (DNA e RNA), conhecidos como moléculas da “vida”, são formados basicamente pelo elemento químico carbono (C), sendo assim, do ponto de vista biológico, o carbono passa a ter importância fundamental.



## PESQUISA

Muitos compostos químicos que tem o elemento carbono (C) na sua constituição, são dissolvidos pela água. Para aprofundar seus conhecimentos, faça uma pesquisa, em grupo, nos livros de Biologia e/ou Citologia, sobre a importância da água para os seres vivos e em que proporção ela se encontra nos organismos de alguns seres, como, por exemplo: na “água viva”, no homem, no cacto, na melancia, no tomate, dentre outros.

Expresse o resultado de sua pesquisa através de um gráfico comparativo e, em seguida, apresente-o aos demais grupos da sala.



A ALFACE (*Lactuca sativa*) é uma espécie vegetal composta por aproximadamente 95% de água. Originária da Ásia, desde a Antiguidade é utilizada na alimentação humana.

**Fonte:** [http://www2.petrobras.com.br/meio\\_ambiente/portugues/posters/posters/verduras/alface.htm](http://www2.petrobras.com.br/meio_ambiente/portugues/posters/posters/verduras/alface.htm)



Garrafa azul (*Physalia physalis*), conhecida no Brasil como Caravela. Tem cor azul e tentáculos cheios de células urticantes. Aparece nas praias de todas as regiões tropicais dos oceanos. A *Physalia* flutua à superfície das águas, empurrada pelo vento, com os seus tentáculos por baixo, sempre prontos a envolverem um peixe para a sua alimentação. **Fonte:** NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration - Departamento de Comércio dos Estados Unidos da América).

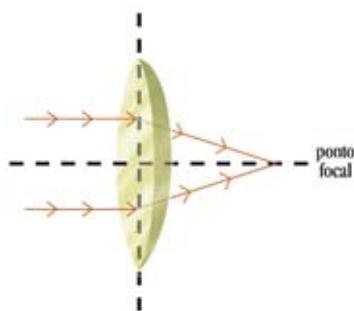


O CACTO é uma planta com modificações de suas folhas em espinhos, como forma de adaptação a ambientes mais quentes e com restrição de água. O caule realiza uma importante função, a fotossíntese, que naturalmente é realizada pelas folhas. A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) é uma espécie da família Cactaceae utilizada no nordeste brasileiro como alternativa de alimentação aos animais, principalmente ruminantes. **Fonte:** INSA - Instituto Nacional do SemiÁrido, Ministério da Ciência e Tecnologia, [www.insa.gov.br](http://www.insa.gov.br)

Tanto os átomos quanto a maioria das células são invisíveis a olho nu. Para visualizar as células, há necessidade de utilizarmos instrumento adequado: o microscópio.

Quem já teve a oportunidade de observar algum material ao microscópio óptico percebeu que ele é formado por um conjunto de lentes, o qual aumenta a imagem do objeto a ser visualizado. No microscópio óptico, uma lente convergente que fica próxima ao objeto a ser observado, a objetiva, é associada a uma outra lente também convergente, mas com função semelhante a da lupa – a ocular. Utilizam-se as lentes convergentes porque quando há a incidência de raios em sua superfície, estes são refratados e convergem para o ponto focal (TIPER, 1995).

A refração se manifesta, por exemplo, com a passagem de um feixe luminoso através de uma lente, tendo a sua direção de propagação modificada, como mostra a figura abaixo:



■ Esquema de uma lente convergente.

Na associação de lentes num microscópio óptico, a lente da objetiva faz a resolução e o aumento da imagem, enquanto a lente da ocular, além de aumentar, projeta a imagem para a visualização. Assim, “a imagem final fornecida ao seu olho pela lente ocular será maior ainda e invertida em relação ao objeto” (GREF, 2000, p. 276). Isto pode ser observado no esquema ao lado pelas linhas que representam os feixes de luz incidentes nas lentes.

Observe a representação esquemática do trajeto da luz para a formação de imagem em um microscópio óptico:

Os microscópios, sejam eles quais forem, com seu conjunto de lentes, permitem visualizar medidas especiais como:

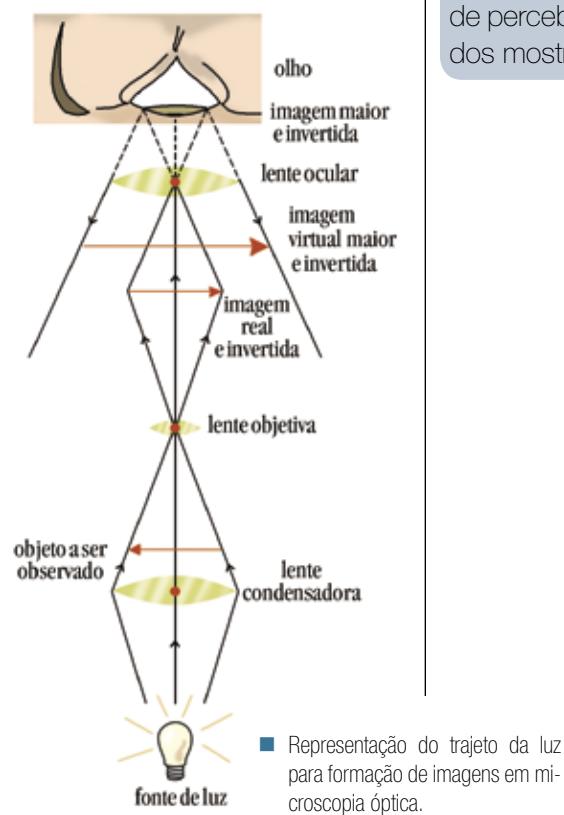
- Micrômetro ( $\mu\text{m}$ ): equivale a um milésimo do milímetro ou  $10^{-6}\text{ m}$ ;
- Nanômetro (nm): equivale a um milésimo do micrômetro ( $\mu\text{m}$ ) ou  $10^{-9}\text{ m}$ ;
- Angström ( $\text{\AA}$ ): equivale a um décimo do nanômetro (nm) ou  $10^{-10}\text{ m}$ .

Para calcularmos qual o aumento do objeto observado, multiplica-se a medida da ocular pela da objetiva; dessa forma, uma ocular 4X com uma objetiva 100X proporcionarão um aumento do objeto de 400 vezes.

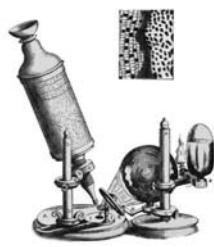
Por falar em microscópio, vamos conhecer um pouco da história deste incrível instrumento que possibilitou o conhecimento da constituição e funcionamento dos seres vivos.

### Resolução

É a separação de detalhes que geram imagens distintas. Ex.: imagine uma pessoa a uma distância qualquer mostrando os dedos indicador e médio, em sinal de “V”. O poder de resolução é a capacidade de perceber os dois dedos mostrados.



■ Representação do trajeto da luz para formação de imagens em microscopia óptica.



■ Microscópio de Robert Hooke. Afbeelding uit Hooke's Micrographia, Londen, 1664. **Fonte:** Deutsches Museum.

No século XVII, o jovem holandês Antony van Leeuwenhoek (1632 - 1723) aprendeu a polir lentes com seu pai, que depois armava em placas de prata e cobre. Essas lentes são precursoras do que conhecemos hoje como lupa. Com este instrumento, ele observava fios de cabelo e pequenos insetos. Para dar continuidade às suas observações, Leeuwenhoek aperfeiçoou o microscópio e visualizou incríveis imagens, como: "diminutos glóbulos de muco" e "animáculos", alguns bem pequenos, outros maiores, lentos ou ziguezagueando em alta velocidade e mudando continuamente de direção, descrevendo-os de maneira magnífica.

Antes de Leeuwenhoek, sábios já haviam construído um microscópio. Alguns livros trazem o físico e astrônomo Robert Hooke (1635 - 1703) como o primeiro a construir um microscópio para observar material biológico. Para ex-

aminar a cortiça ou outras partes das plantas, ele fazia cortes finos para a luz poder atravessar e colocava-os entre vidros. Foi assim que Robert Hooke se tornou conhecido como o primeiro cientista a usar o termo célula para descrever os pequenos espaços vazios da cortiça. Com o aperfeiçoamento do microscópio, foi possível observar que os espaços que Hooke descreveu como vazios são preenchidos por importantes estruturas que mantêm os seres vivos em funcionamento. O conceito de célula, tal como conhecemos hoje, surgiu mais tarde, no início do século XIX, a partir das pesquisas desenvolvidas por Mathias Schleiden (1838), que observou células animais, e Theodor Schwann (1839), que observou células vegetais. Suas observações permitiram concluir que todos os seres vivos são formados por células.

Em 1946, a história da citologia registra uma revolução. Os materiais até então visualizados em microscópios ópticos passam a ser observados em microscópios eletrônicos. Neles, os materiais observados são atravessados por feixes de elétrons e não por feixes de luz - como ocorre nos microscópios ópticos. Desta forma, os materiais observados são aumentados ainda mais.



## ATIVIDADE

Assim como os pesquisadores acima citados, faremos observações usando o microscópio. Com a orientação do seu professor proceda da seguinte forma:

De posse de um palito de sorvete, descartável, raspe a mucosa bucal.

Coloque em uma lâmina para microscopia e observe no microscópio óptico com uma ocular de 10 X e uma objetiva de 20 X.

O que você visualiza?

Quantas vezes o objeto visualizado aumentou de tamanho?

Pegue novamente sua lâmina e pingue uma gota de lugol ou iodo, cubra com uma lamínula.

E agora, o que aconteceu?

Repita o mesmo procedimento com uma película de cebola.

Após as observações realizadas, desenhe o que você viu. Não se esqueça de fazer a identificação das partes de sua ilustração.

Você ficou satisfeito com a observação das células?

Compare o que você viu com a representação de célula de um livro de Biologia. As células que você observou e a ilustrada são parecidas?

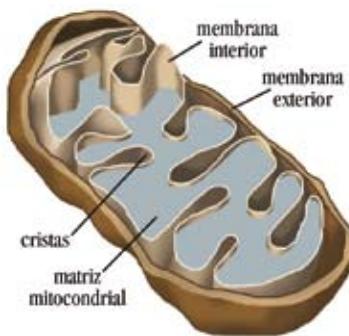
Percebe como é difícil observar uma célula mesmo com o microscópio óptico?

Da mesma forma que seu corpo é formado por vários órgãos e cada órgão possui uma função específica, as células também têm suas organelas com suas respectivas funções. A maioria dessas organelas só pode ser visualizada ao microscópio eletrônico, devido ao seu tamanho muito reduzido, como mostra o esquema abaixo.

Ao olhar a célula de fora para dentro, podemos fazer algumas comparações:

Sabemos que nosso corpo tem uma capa protetora que é a epiderme. A célula também tem a sua proteção que é a membrana plasmática. Além da função proteção, a membrana plasmática controla a entrada ou saída de substâncias na célula.

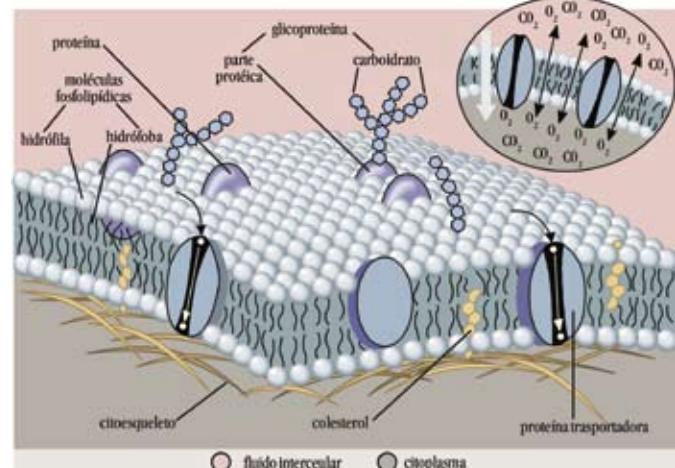
Uma grande fração da energia produzida pelo organismo humano inicia por meio dos processos respiratórios, cujos principais órgãos são os pulmões. Na célula, a produção de energia é tarefa realizada pelas mitocôndrias. Mas para realizar sua tarefa, as mitocôndrias dependem do nariz. Sabe por quê?



■ Esquema representativo da mitocôndria.

Porque grande parte da energia produzida no organismo humano está relacionada ao oxigênio inspirado nos processos respiratórios. Ao chegar aos pulmões, o oxigênio é absorvido através da circulação e chega às células, onde participa dos processos metabólicos de combustão.

Para saber mais sobre a entrada e saída de substâncias na célula, leia neste livro o Folhas 4 - **Osmose: o equilíbrio natural e necessário.**



■ Esquema da membrana plasmática - modelo mosaico - fluído.

Agora, vamos lembrar de sua última refeição...

O que aconteceu com o alimento que você ingeriu?

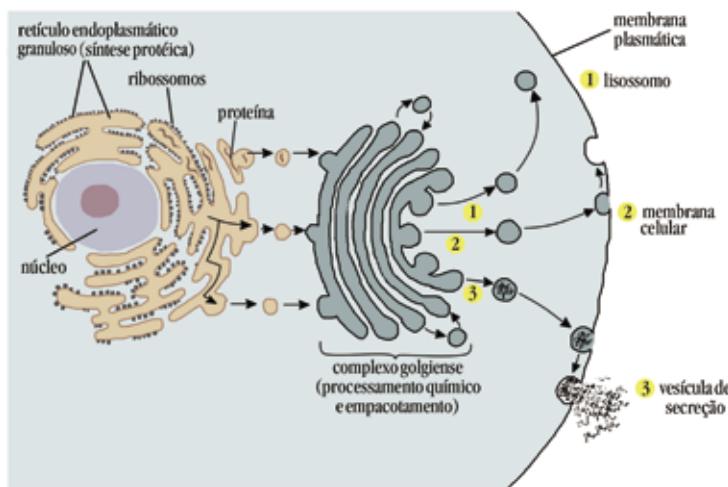
Num rápido pensar, você deve ter respondido que eles foram digeridos no estômago. No interior celular, um processo semelhante é realizado pelos lisossomos. Assim como o estômago, eles também contém enzimas digestivas.

A desintoxicação de seu organismo é realizada pelo fígado, os peroxissomos desempenham papel semelhante no interior das células.

Como é realizado o transporte de substâncias em seu organismo?

Se você respondeu que é por meio dos vasos sanguíneos, parabéns. Você acertou!

Na célula, essa função é executada por meio de redes de canais membranosos semelhantes a labirintos, denominados retículo endoplasmático granuloso. Em determinadas regiões desses canais, encontram-se pequenos grânulos responsáveis pela fabricação das proteínas – os ribossomos. Esses grânulos também podem ser encontrados espalhados no citoplasma celular.



■ Esquema representativo do retículo endoplasmático e do complexo golgiense.

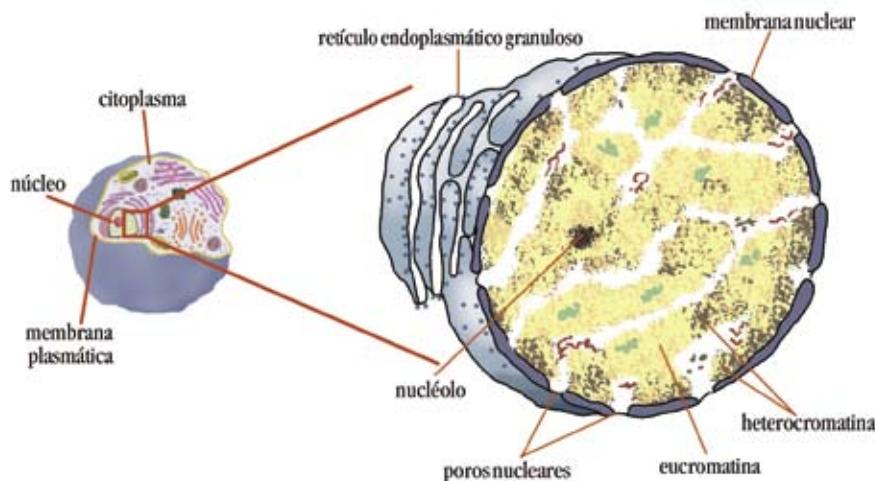
Entre o retículo endoplasmático e a membrana plasmática, encontra-se outra organela, o complexo golgiense. Essa organela participa do processo de transporte e armazenamento de substâncias produzidas pela célula.

### Por que um organismo cresce?

**Uma pessoa é maior que a outra por que possui células maiores?**

Você respondeu as perguntas do debate acima? Achou difícil?

A resposta é simples. As células se multiplicam, aumentam em número. Para realizar a multiplicação elas contam com o auxílio dos centriolos, organelas que se encontram próximas ao núcleo celular.



■ Esquema do núcleo celular.



## ATIVIDADE

Reunidos em grupos, faça uma pesquisa em livros de Biologia e/ou Citologia.

Observe o “modelo” das formas de apresentação das organelas celulares.

A seguir, com massa de modelagem e/ou outros materiais, faça a maquete da célula. Compare a maquete de seu grupo com a dos demais grupos e discutam sobre as funções destas organelas.

O núcleo celular é uma parte da célula que contém, em seu interior, um material especial – os cromossomos. Esses cromossomos são formados por moléculas chamadas ácidos desoxirribonucleicos (DNA).

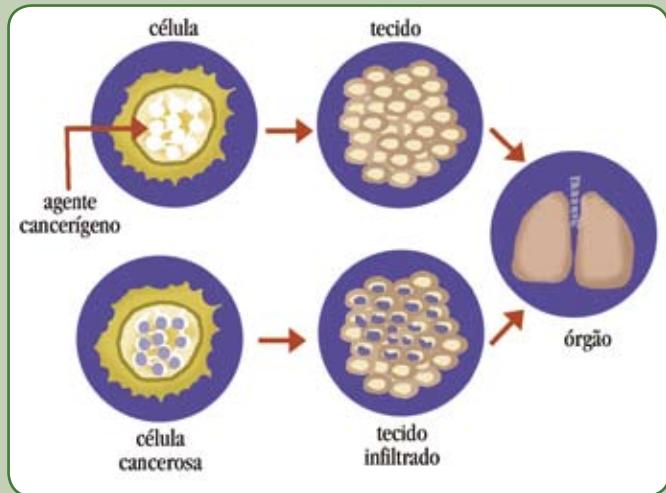
A célula, integrando as ações de todas as suas organelas, realiza em microescala todas as funções essenciais à vida, e assim como os organismos vivos, ela se inter-relaciona funcionalmente com as outras. Caso essas inter-relações não sejam estabelecidas de forma harmoniosa, pode ocorrer um desequilíbrio, principalmente no processo de divisão celular, o que favorece a formação de tumores, geralmente malignos – o câncer.

Para aprofundar seus conhecimentos sobre o DNA leia, neste livro, o Folhas “**DNA: a longa cadeia da vida**” e o Folhas “**Que herança é essa?**

### O que é o Câncer?

Câncer é o nome dado a um conjunto de mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado (maligno) de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se (metástase) para outras regiões do corpo.

Dividindo-se rapidamente, estas células tendem a ser muito agressivas e incontroláveis, determinando a formação de tumores (acúmulo de células cancerosas) ou neoplasias malignas. Por outro lado, um tumor benigno significa simplesmente uma massa localizada de células que se multiplicam vagarosamente e se assemelham ao seu tecido original, raramente constituindo um risco de vida.



Os diferentes tipos de câncer correspondem aos vários tipos de células do corpo. Por exemplo, existem diversos tipos de câncer de pele, porque ela é formada por mais de um tipo de célula. Se o câncer tem início em tecidos epiteliais, como pele ou mucosas, ele é denominado carcinoma. Se começa em tecidos conjuntivos, como osso, músculo ou cartilagem, é chamado de sarcoma.

Outras características que diferenciam os diversos tipos de câncer entre si são a velocidade de multiplicação das células e a capacidade de invadir tecidos e órgãos vizinhos ou distantes (metástases).

**Fonte:** INCA (Instituto Nacional do Câncer) - Ministério da Saúde - [www.inca.gov.br](http://www.inca.gov.br)

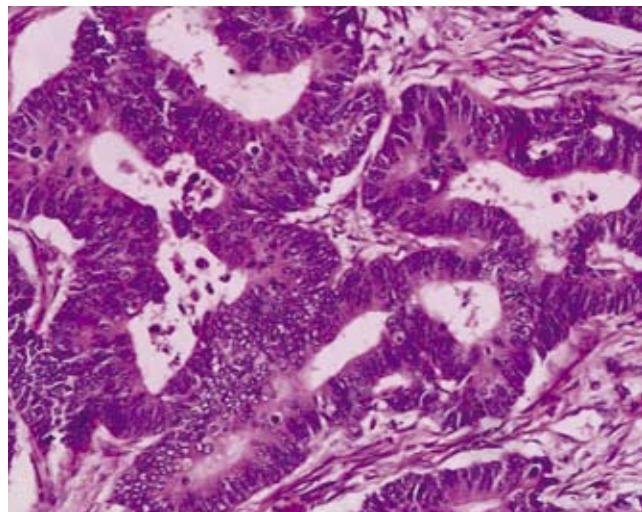
**Câncer**

Doença causada pela multiplicação descontrolada das células.

**Metástases**

É a capacidade que determinadas células cancerosas têm de invadir tecidos e órgãos.

O câncer pode surgir de uma única célula que, pela ação de fatores diversos, sofre mutação, multiplica-se por mitose e suas descendentes mantêm essa mutação, desencadeando um processo que pode dar origem a células cancerosas. Estas células passam a dividir-se rapidamente, modificando seu mecanismo funcional. Elas tendem a ser agressivas, incontroláveis, o que determina o crescimento rápido de um tecido com características diferentes das quais lhe deram origem. Estas células podem invadir outros tecidos e órgãos espalhando-se pelo corpo.



■ Fotomicrografia do adenocarcinoma do reto: células com vários tamanhos, cores e núcleos com formas e condensações atípicas.  
Fonte: Histopatologia realizada no Departamento Clínico de Morfopatologia e Citologia, Universidade Médica de Lódz, Polônia.

Estudos sobre o crescimento desordenado das células têm indicado que, na maioria das vezes, trata-se de um processo lento, o que poderia explicar a maior incidência de câncer em pessoas idosas.

A biologia, para compreender melhor o ciclo mitótico das células cancerosas, desenvolveu as seguintes técnicas de cultivo:

- Estimulação do processo de transformação de células normais em células cancerosas pela exposição a agentes cancerígenos, tais como: vírus, substâncias químicas, radiações, o que origina uma população mais homogênea, facilitando o estudo de sua biologia molecular;
- Estimulação do crescimento de uma população celular a partir de células de tumores cancerosos. A desvantagem é que, em geral, obtém-se uma população heterogênea, o que dificulta o seu estudo.

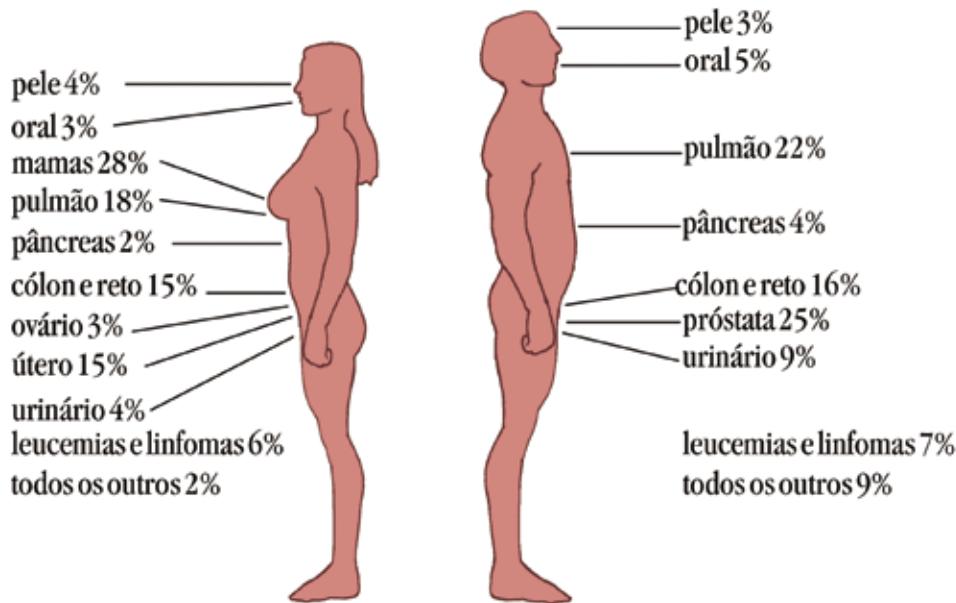
Atualmente, alguns tipos de câncer podem ser diagnosticados precocemente, ou seja, no seu estágio pré-sintomático, através da moderna tecnologia nuclear aplicada à medicina, como a tomografia de emissão de pósitrons (PET). Esta tecnologia oferece nova alternativa para produzir imagens do corpo humano, utilizadas para diagnóstico e tratamento, além de constituir um modelo de cooperação entre os diversos ramos tecnológicos e terapêuticos.

As aplicações da PET para diagnóstico já são utilizadas entre 40 e 50 mil vezes ao dia em todo o mundo, especialmente para detectar metástases ou doenças cardíacas. Esta técnica tem mais precisão que os métodos de diagnóstico conhecidos como raios-X ou tomografia computadorizada, uma vez que é capaz de mostrar os órgãos do corpo humano em funcionamento.

Com o avanço biotecnológico, surge nas clínicas uma nova modalidade de tratamento, a chamada cirurgia guiada por substâncias radioativas – “radioguided surgery” (RIGS), promissora no tratamento de câncer ao permitir a aplicação de uma dose controlada de radiação a um tumor.

O uso desses métodos permite obter diagnósticos na fase inicial de muitas doenças, o que melhora as perspectivas de tratamento e também representa economia financeira para o sistema de saúde.

O câncer é uma patologia que atinge grande parte da humanidade, seja ela do sexo feminino ou masculino. Observe a figura abaixo e compare a incidência de câncer entre os sexos:



■ Representação da incidência de câncer nas faixas etárias médias de ambos os sexos.



## PESQUISA

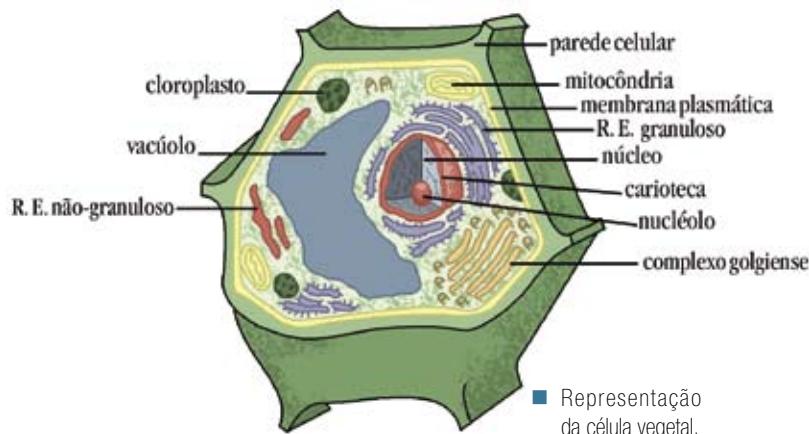
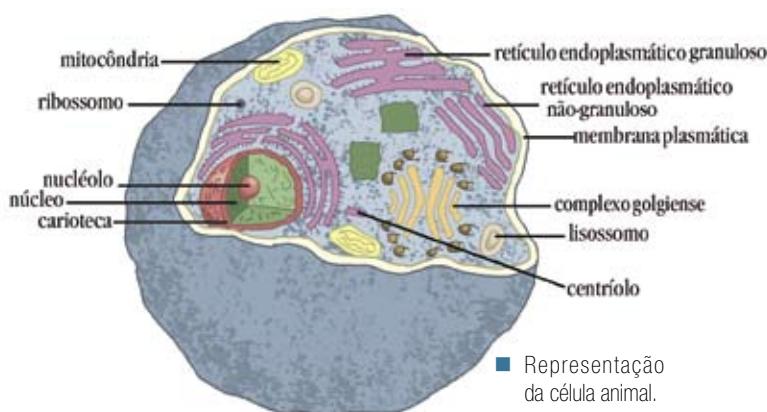
Visite o site da CEONC [www.ceonc.com.br/tipos.htm](http://www.ceonc.com.br/tipos.htm) e faça uma pesquisa sobre os tipos de câncer e em que consistem os tratamentos utilizados.

### PET

É um exame não invasivo cujo princípio fundamental é a utilização de compostos biológicos marcados com elementos de elevada instabilidade atômica que sejam emissores de pósitrons - partículas com a mesma massa de elétrons, porém com carga oposta, como o carbono - 11, nitrogênio - 13, oxigênio - 15, flúor - 18.

Todos os seres vivos são formados por células com as mesmas características?

Observe as ilustrações dos modelos das células animal e vegetal, perceba que elas apresentam algumas organelas em comum e outras não.



■ Fonte: Vanderley Calizotti.

Os cloroplastos estão concentrados nas regiões da planta mais expostas à luz e nas estruturas mais jovens, como folhas e caules.



## ATIVIDADE

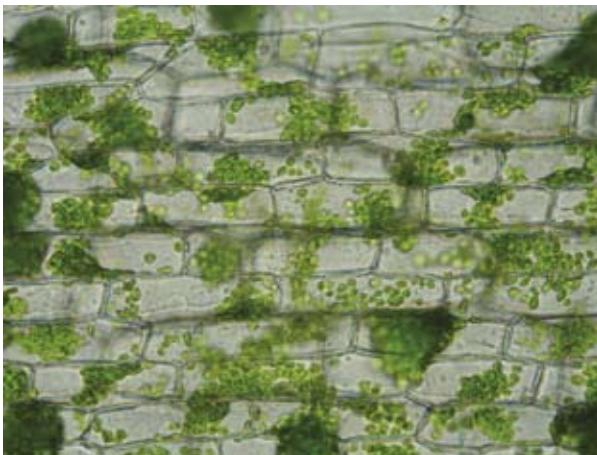
Com a ajuda de seu professor, observe os cloroplastos em células de *Elodea* sp, uma planta aquática facilmente encontrada em lojas que comercializam peixes ornamentais. De posse de um ramo de *Elodea* sp, faça o seguinte procedimento:

Destaque um pedaço do folíolo; coloque numa lâmina de vidro; em seguida, coloque uma gota de água; sobreponha a lamínula e observe ao microscópio óptico.

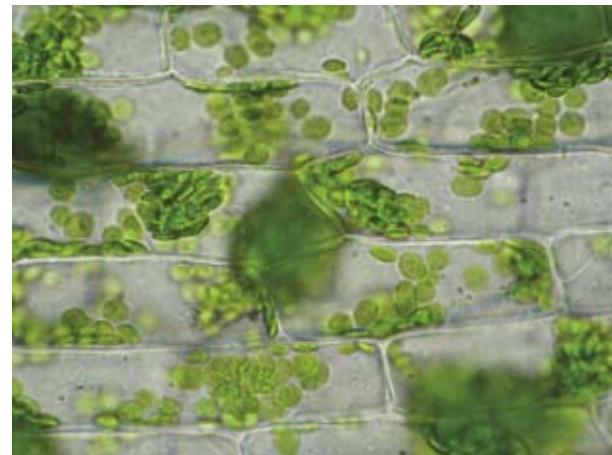
Após a observação, faça um desenho esquemático das estruturas observadas e compare com as FIGURAS 1 e 2 da página 27.

Agora que você identificou as organelas encontradas somente nas células vegetais, veja que elas têm funções especiais.

Os plastos são organelas responsáveis pela síntese de glicídios (açúcares), sendo os cloroplastos os plastos mais abundantes nos vegetais. Eles possuem moléculas de clorofila que capturam a energia solar e, através de reações químicas, produzem moléculas, como glicose, que serão utilizadas pelas mitocôndrias para a geração de energia e armazenadas na forma de ATP (adenosina trifosfato).



■ FIGURA 1 – Células de *Elodea sp* (aumento de 400 vezes em microscópio óptico). **Fonte:** foto cedida pelo Professor Yedo Alquini, Departamento de Botânica da UFPR.



■ FIGURA 2 – Cloroplastos em células de *Elodea sp* (aumento de 1000 vezes em microscópio óptico). **Fonte:** foto cedida pelo Professor Yedo Alquini, Departamento de Botânica da UFPR.

Você se lembra que as células animais possuem um envoltório protetor: a membrana plasmática? As células vegetais, além desse envoltório, possuem mais uma estrutura para a sua proteção: é a parede celular, um tipo especializado de revestimento, mais espesso, mais forte e, o mais importante, mais rígido. Ela tem como função proteger a célula de danos mecânicos e também evitar a perda excessiva de água pela célula.

A célula vegetal possui, ainda, o vacúolo de suco celular, uma organela derivada do retículo endoplasmático que pode conter líquidos e pigmentos, além de diversas outras substâncias. Ele está relacionado com o armazenamento de substâncias e o equilíbrio osmótico, sendo que a sua membrana é denominada tonoplasto.

Alguns vacúolos acumulam grande quantidade de pigmentos coloridos. Estes pigmentos são denominados antocianinas. A presença destes vacúolos contendo pigmentos é que determina cor avermelhada ou arroxeada em certos órgãos vegetais, por exemplo: frutos, como os fígos e as uvas; flores, como as violetas e as rosas.

Neste estudo, vimos que todos os organismos, desde o mais simples até os complexos, são formados por estruturas semelhantes: as células. Embora apresentem diferenças em suas formas, funções e tamanhos, são elas as unidades formadoras de toda a matéria viva.

E agora, você já tem informações suficientes para saber a resposta da indagação: “**Que unidade é essa que nos constitui e nos mantém vivos?**”

## ■ Referências Bibliográficas

GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 2 - Óptica**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

TIPLER, P. A. **Física para Cientistas e Engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1995.

## ■ Obras Consultadas

ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da biologia celular**: uma introdução à biologia molecular da célula. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

ATKINS, P. W.; JONES, L. I. **Princípios de química**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

RAW, I.; SANT'ANNA, O. A. **Aventuras da microbiologia**. São Paulo: Hacker Editores, 2002.

ROBERTIS, E. M. F. de; HIB, J. **Bases da biologia celular e molecular**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

MOISÉS, H. N. & SANTOS, T. H. F. **Biologia** - novo manual Nova Cultural. São Paulo: Nova Cultural, 1993.

ROBERTIS, E. D. P. de; ROBERTIS JÚNIOR, E. M. F. de. **Bases da biologia celular e molecular**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. São Paulo: Makron Books, 1994.

SOLOMONS, T. W. G. **Química orgânica 1**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 1996.

STORER, T. I. et al. **Zoologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1989.

YOUNG, M. **Óptica e lasers**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

## ■ Documentos Consultados *ONLINE*

AGÊNCIA EFE. **Novas opções de tratamento facilitam diagnóstico do câncer. Notícias - saúde**, 14 nov. 2005, 21h18min.. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI754819-EI298,00.html>> Acesso em: 26 nov. 2005.

CENTRO LUSITANO DE UNIFICAÇÃO CULTURAL. A vida química na Terra. **Revista Biosofia**, Disponível em: <[http://biosofia.net/biosofia9/bio9\\_01\\_olhar\\_ciencia2.asp](http://biosofia.net/biosofia9/bio9_01_olhar_ciencia2.asp)> Acesso em: 27 nov. 2005.

CEONC – Centro de Oncologia de Cascavel. **Tipos de câncer.** Disponível em: <[www.ceonc.com.br/tipos.htm](http://www.ceonc.com.br/tipos.htm)> Acesso em: 27 nov. 2005.

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA. **Diagnóstico precoce.** Disponível em: <<http://www.fundep.ufmg.br/homepage/cases/497.asp>> Acesso em: 28 nov. 2005.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instituto de Pesos e Medidas.

**Sistema internacional de unidades - SI.** Disponível em: <[www.ipem.sp.gov.br/metrologia.asp](http://www.ipem.sp.gov.br/metrologia.asp)> Acesso em: 29 nov. 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. INCA – Instituto Nacional do Câncer. **O que é o câncer?**, Disponível em: [www.inca.gov.br](http://www.inca.gov.br) Acesso em: 27 nov. 2005.

Biologia

TERRA FILHO, M. et al. Tomografia por emissão de pósitrons (PET) no tórax: resultados preliminares de uma experiência brasileira. **Jornal de**

**Pneumologia**, Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, Faculdade de Medicina de São Paulo, jul./ago 2000, vol. 26, nº 4, p. 183-188. Disponível em: <[www.scielo.br](http://www.scielo.br)> Acesso em: 26 nov. 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Seara da Ciência. **Origem dos elementos.** Disponível em: <[www.seara.ufc.br/donafifi/elementos/elementos1.htm](http://www.seara.ufc.br/donafifi/elementos/elementos1.htm)> Acesso em: 16 nov. 2005.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Centro de Terapia Celular, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. **Células:** histórico e a invenção do microscópio. Disponível em: <<http://ctc.fmrp.usp.br/education/topicosembiologia/historico.asp>> Acesso em: 15 nov. 2005.



## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



DUE  
SANGUE

# OSMOSE: O EQUILÍBRIO NATURAL E NECESSÁRIO...

■ Denise Estorilho Baganha<sup>1</sup>

Você já observou que se temperarmos uma salada folhosa (alface, por exemplo) muito antes da refeição, quando formos almoçar ou jantar, esta salada estará murcha? Por que os alimentos folhosos murcham algum tempo depois de temperados?



■ FIGURA 1 - Alface. Fonte: [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)

Se você não observou tal fenômeno, experimente fazê-lo em sua casa. Se você já o observou, como você explica este fenômeno?

Quando pensamos que um organismo murcha, imaginamos imediatamente que ele “perdeu” água, não é mesmo? Com certeza. Mas como ocorre a “perda” de água em um organismo?

Os seres vivos, de modo geral, possuem cerca de 70% de água distribuída no interior das células e entre os tecidos, sendo portanto, o componente químico mais abundante da matéria viva. Esta substância tem papéis importantes para o funcionamento dos sistemas que compõem um organismo.

Você pode dizer que a água “mata” a sede, é utilizada para fazermos higiene do corpo, para refrescar e para lavar roupas e calçadas. Todas estas afirmações são verdadeiras, mas ainda podemos abordar de forma bioquímica a importância deste recurso natural.

Como componente inorgânico da célula em maior proporção e como solvente universal, a água atua:

- a) como dispersante de compostos orgânicos e inorgânicos;
- b) como responsável pelo transporte de substâncias intra e extracelular;
- c) na manutenção do equilíbrio térmico;
- d) na eliminação de resíduos e substâncias indesejáveis aos organismos, e
- e) como responsável pelas reações químicas que ocorrem no interior das células.

Percebeu o quanto a água é importante para os seres vivos? Confira com o levantamento feito anteriormente por você!



## DEBATE

Discuta com seus colegas e proponha uma explicação para a seguinte questão:

Qual a relação entre a alface temperada, a não temperada, e a perda de água?



## ATIVIDADE

Experimente em sua casa:

- 1 - Coloque em um prato uma folha de alface sem tempero e em outro uma folha de alface temperada.
- 2 - Marque o horário que você iniciou o experimento.
- 3 - A cada 1 hora observe e registre o que ocorre com as folhas.
- 4 - Estabeleça pelo menos quatro horas para fazer as observações.
- 5 - Descreva o que você observou.

Quanto maior o tempo de observação, mais detalhes você poderá verificar.

Lembre-se que para se fazer uma boa observação é necessário ser sistemático e anotar todos os fatos que ocorrem durante o processo que você estiver observando.



## ATIVIDADE

Elabore um quadro para registrar a hora e as ocorrências que você observar sobre o experimento acima.

Exemplo de um quadro para você fazer suas anotações:

HORA	OCORRÊNCIA

Quais foram os resultados das observações que você fez? Discuta-as com seus colegas.

Agora leia com atenção o texto a seguir. Compare com suas observações e elabore uma conclusão.

Quando a água (solvente) está associada a partículas sólidas (sóluto) forma as soluções salinas hipertônicas, isotônicas ou hipotônicas, conforme a maior ou menor concentração de soluto por solução.

### SOLUÇÕES SALINAS

São soluções compostas por um sal (sóluto) dissolvido em um solvente, normalmente a água.

Observe o quadro abaixo:

HIPERTÔNICA	ISOTÔNICA	HIPOTÔNICA
MAIOR CONCENTRAÇÃO DE SOLUTO	IGUAL CONCENTRAÇÃO DE SOLUTO	MENOR CONCENTRAÇÃO DE SOLUTO
MENOR CONCENTRAÇÃO DE SOLVENTE	IGUAL CONCENTRAÇÃO DE SOLVENTE	MAIOR CONCENTRAÇÃO DE SOLVENTE

↓

**EM RELAÇÃO A UMA OUTRA SOLUÇÃO**



## PESQUISA

Realize uma pesquisa bibliográfica em livros didáticos de biologia ou química, ou ainda na internet em sites sobre água e responda a seguinte pergunta:

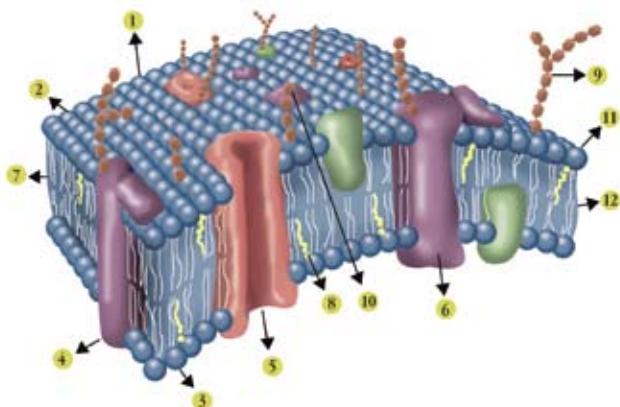
A água que consumimos é classificada como água pura ou solução salina?

Justifique a sua resposta explicando a diferença entre elas.

As substâncias tendem a distribuir-se de forma homogênea entre as células, fazendo com que as concentrações de solvente e de soluto mantenham-se equilibradas garantindo, assim, o bom funcionamento das células.

O equilíbrio entre as diferentes concentrações interna e externa da célula ocorrerá devido à presença da membrana plasmática, também chamada de membrana celular.

A membrana plasmática é constituída por uma bicamada de lipídios com proteínas “encaixadas” entre esta camada e sobre ela. É justamente esta bicamada lipídica que confere a estabilidade e flexibilidade à membrana.



1. bicamada de fosfolipídios
2. lado externo da membrana
3. lado interno da membrana
4. proteína intrínseca da membrana
5. proteína canal iônico da membrana
6. glicoproteína
7. moléculas de fosfolipídeos organizadas em bicamada
8. moléculas de colesterol
9. cadeias de carboidratos
10. glicolipídeos
11. região polar hidrofílica da molécula de fosfolipídeo
12. região hidrofóbica da molécula de fosfolipídeo

■ Representação do modelo mosaico-fluído da membrana plasmática proposto, em 1972, por Singer e Nicolson, e aceito até os dias de hoje.

A molécula de lipídeo possui uma característica bioquímica essencial para formar uma bicamada estável, ainda que fluida. Ela possui uma região hidrofílica e outra hidrofóbica. Enquanto a região hidrofílica interage bem com a água, altamente abundante nos meios intra e extracelular, a região hidrofóbica busca “esconder-se” da água (DUTRA, 2004).

Estas moléculas desempenham funções importantes para a célula, pois estabelecem a comunicação entre os meios intra e extracelulares, servindo como poros e canais. Além de controlar o transporte iônico, servem como transportadoras de outros nutrientes e realizam atividade enzimática.

A membrana plasmática possui propriedade seletiva, o que permite a entrada e saída de determinadas substâncias da célula. Algumas substâncias químicas – soluto – não conseguem atravessar a membrana devido ao tamanho da molécula. Já a água – solvente – movimenta-se livremente entre os meios intra e extracelular, conforme a concentração dos referidos meios.

Ao movimentar-se através da membrana plasmática, o solvente realiza um processo conhecido por OSMOSE (do grego *osmós* = impulso). Este é um processo de difusão que ocorre através de membranas semipermeáveis.

As soluções devem estar com concentrações diferentes. Por conta disso, elas têm certa diferença de pressão. Esta diferença favorece o deslocamento do solvente. Você sabe por quê?

Visualize o processo de estourar pipoca! O que aconteceria se a panela não estivesse fechada? Evidentemente você não estoura pipoca com a panela aberta!! A menos que esteja interessado em sair catando pipocas pela cozinha...

Normalmente, estouramos pipoca com a panela fechada, e ouvimos os estampidos dos grãos batendo nas paredes da panela. É como se os grãos forçassem as paredes para tentar escapar. Ao colidir com a parede da panela, cada grão está exercendo uma força sobre esta. Se você somar as forças exercidas por todos os grãos sobre as paredes, terá uma medida da pressão dos grãos de pipoca. Já pensou se a panela tivesse furos do tamanho das pipocas?

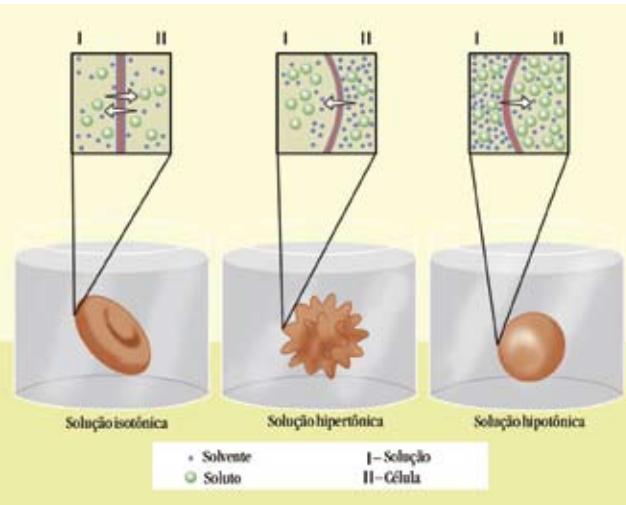
Em geral, quando falamos em pressão (P), associamos uma força (F) a uma certa área (A), podendo representar a pressão pela equação abaixo:

$$P = \frac{F}{A}$$

**Transporte iônico:** é o transporte de íons através da membrana plasmática podendo ocorrer de forma passiva, ou seja, por difusão, ou de forma ativa como ocorre na bomba sódio-potássio.

Outra situação semelhante, acontece no interior de um avião, o ambiente é pressurizado, ou seja, a pressão no interior é maior que no exterior. Se uma janela quebrar, os passageiros serão empurrados para fora devido à diferença de pressão. Isso, se esses passageiros passarem pelo buraco da janela.

O trânsito do solvente através da membrana é devido justamente à diferença de pressão entre os dois lados. Mas por que só o solvente passa? Apenas o solvente se difunde da região hipotônica para a hipertônica, com tendência ao equilíbrio de concentração. Os solutos não conseguem atravessar a membrana devido ao tamanho e à característica da própria membrana celular (porosidade).



■ Esquema da passagem do solvente pela membrana plasmática.

Retomando o caso das folhas de alface:

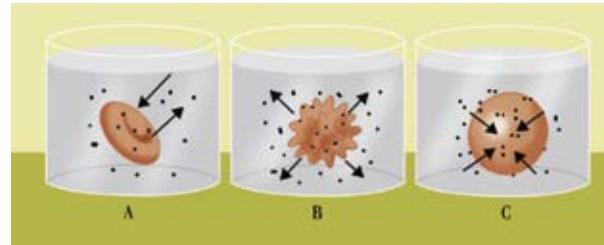


## DEBATE

Discuta com seus colegas e proponha uma explicação para a seguinte questão: Qual a relação existente entre os meios hipertônico, hipotônico, e o fato da folha murchar?

Agora, observe no esquema abaixo, o que acontece com uma hemácia, ou glóbulo vermelho do sangue, quando colocado em meios com diferentes concentrações em relação a uma solução de cloreto de sódio a 0,9% (solução fisiológica):

### Osmose em hemácia



■ Representação de uma hemácia em diferentes soluções.

No 1.º caso, solução isotônica, a célula permanece no seu tamanho normal; no 2.º caso, solução hipertônica, sofre perda de água, murchando; no 3.º caso, solução hipotônica, sofre aumento de volume devido a entrada de água na célula. Este fenômeno é conhecido como **hemólise**.



## ATIVIDADE

Você pode verificar o que acontece com as hemácias, porém com outros componentes. Corte algumas rodelas de pepino e de berinjela. Prepare uma solução utilizando água e sal de cozinha e coloque em recipiente fundo, por exemplo, um copo. Em outro recipiente coloque somente água.

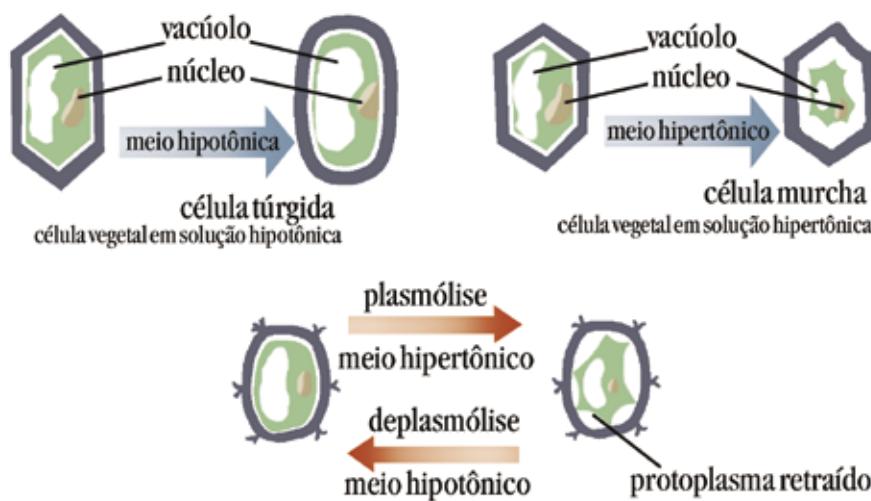
Adicione uma rodelinha de pepino em cada recipiente. Aguarde alguns minutos e observe o que aconteceu.

Repeta o mesmo procedimento com a berinjela e compare-os. Discuta com seus colegas o que ocorre nos dois experimentos e estabeleça as relações existentes entre eles e o mecanismo da osmose.

Após verificar e discutir o que aconteceu com o pepino e a berinjela, você é capaz de explicar o que ocorre com as folhas de alface? Então, exponha suas conclusões aos seus colegas e compare com as conclusões deles.

Na figura *osmose em hemácia* você aprendeu sobre a osmose em célula animal. Na célula vegetal, este mecanismo também ocorre. Em meio hipertônico há saída de água do interior da célula através do vacúolo, provocando diminuição do volume celular. Com isto a membrana celular afasta-se da parede celular.

Este mecanismo é conhecido por **plasmólise**. A célula vegetal geralmente não morre e, se colocada em um meio hipotônico, a água atravessará sua membrana fazendo com que ela volte ao seu tamanho natural. O fenômeno inverso à plasmólise é a **deplasmólise**.



- Esquema dos mecanismos de plasmólise e deplasmólise.



## ATIVIDADE

As questões abaixo se referem a fatos do nosso cotidiano, alguns bem conhecidos por nós. Com certeza você já os observou. Com base em seus conhecimentos responda:

- Por que sentimos sede quando comemos carne salgada?
- O milho verde cozido em água com sal fica, no aspecto físico, diferente do milho verde cozido na água sem sal. Por quê?
- O transporte de seiva pela raiz das plantas só é possível se houver diferença de concentrações entre os meios onde estão dissolvidas as substâncias necessárias para a nutrição do vegetal. O que explica este fenômeno?
- Na célula animal a filtração do sangue que ocorre nos rins é por osmose?
- Um peixe de água doce pode ser colocado em água salgada?
- O que faz a água do solo subir pelas raízes das plantas?
- Por que ficamos com as pontas dos dedos enrugadas depois de um bom tempo na água do mar, numa piscina ou em um banho?



## DEBATE

A carne quando exposta ao sol e ao vento, coberta por sal, desidrata, e assim pode ser conservada. Faça uma pesquisa bibliográfica sobre a “carne seca” explicando esse processo de conservação característico do nordeste brasileiro.

Você deve ter ouvido falar de uma “brincadeira de criança” que consiste em jogar sal sobre lesmas para vê-las “derreter”. O que significa, então, este “derreter”? Justamente o mecanismo da osmose. Este mecanismo acontece e podemos vê-lo perfeitamente se fizermos esta brincadeira. Mas você acha correto verificar este mecanismo desta maneira? Pense um pouquinho! Hoje a legislação ambiental está mais elaborada, então, tome cuidado.

Se fosse assim tão simples, este método de lançar sal sobre animais para eliminá-los, poderia ser utilizado como forma de controle de desequilíbrio ambiental numa invasão de lesmas ou de caramujos, animais invertebrados pertencentes ao Filo Mollusca, Classe Gastrópoda.



## DEBATE

A invasão de caramujos em cidades brasileiras têm sido um problema muito sério desde a década de 1980, pois estes invertebrados podem transmitir doenças e causar desequilíbrio ambiental, além de outros transtornos. Procure em jornais e revistas reportagens que relatam estas invasões para discutir sobre este assunto.

Discuta com seus colegas e com seu professor sobre as causas e consequências da proliferação deste caramujo, e os métodos de controle nestes casos.

Você perguntaria agora: qual a importância de estudarmos este fenômeno? Pense mais um pouco...

Partindo-se dos princípios utilizados no mecanismo da osmose, existe outro processo muito utilizado por empresas de engenharia para a extração de sal da água do mar.

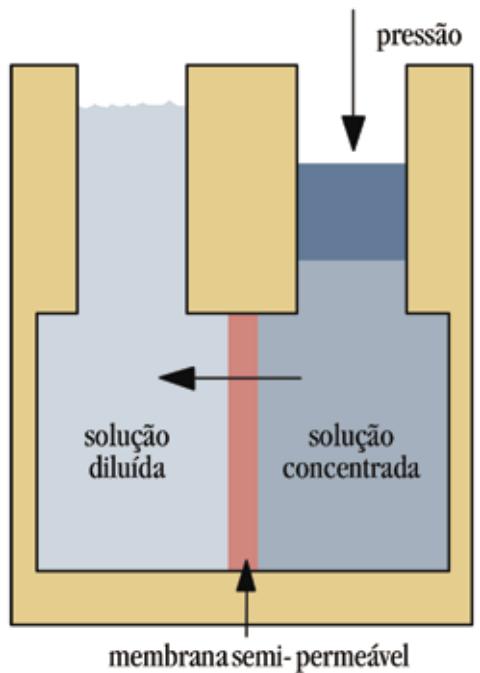
Pois é. Este processo tem sido usado no Nordeste brasileiro para captação de água uma vez que esta região não possui quantidade suficiente de água doce própria para o consumo daquela população. Desta forma, utiliza-se o processo de dessalinização através da osmose reversa, também conhecida por osmose inversa.

O processo de osmose reversa consiste em aplicar uma pressão em uma solução salina hipertônica, que, separada por uma membrana semipermeável, permitirá que a água atravesse para a solução hipotônica. O sal da solução hipertônica permanecerá no recipiente ou será deslocado para outro, sendo separado da água.

As empresas que realizam este processo utilizam membranas semipermeáveis sintéticas específicas para processos industriais, produzidas com tecnologia de ponta.

Tal sistema é utilizado em alguns países, como Arábia Saudita, Israel e Kuwait, além de ser usado em navios que ficam meses no mar, ou ainda em regiões desprovidas de água doce. Na Ilha de Chipre, por exemplo, a água do mar abastece a população porque os lençóis freáticos foram reduzidos pela exploração exacerbada.

Diversos governos e instituições investem em pesquisas para o desenvolvimento de processos de dessalinização que sejam eficientes, adequados às características regionais, e que tenham um custo reduzido, pois esse tipo de tratamento é muito mais caro que o convencional.



■ Representação do processo de osmose reversa.



## PESQUISA

Depois de analisar todas as questões apresentadas anteriormente, pesquise os processos passivo e ativo de transporte através da membrana, para aprofundar os conhecimentos sobre o transporte de substâncias através da membrana celular.

## Obras Consultadas

CARNEIRO, A.; JUNQUEIRA, L. C. U. **Biologia celular e molecular**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1987.

HALL, N. (org). **Neoquímica**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SOUZA, M. **Biofísica**: teoria e prática. Curitiba: Beija-flor, 1979.

STORER, T. I. et al. **Zoologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

## Documentos Consultados *ONLINE*

**Dicionário biológico.** Disponível em: <[www.consulteme.com.br/biologia/biologia.htm](http://www.consulteme.com.br/biologia/biologia.htm)> Acesso em: 02 mai. 2006.

DUTRA, W. O. **Membrana plasmática**. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <[www.icb.ufmg.br/~biocelch/membrana/membrana.html](http://www.icb.ufmg.br/~biocelch/membrana/membrana.html)> Acesso em 23 set. 2004.

MOURA, C. V. R. **Tratamento de água**. Departamento de Química, Universidade Federal do Piauí. Disponível em: <[www.ufpi.br/quimica/carla/](http://www.ufpi.br/quimica/carla/)> Acesso em: 27 set. 2004.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. **Dessalinização**. Disponível em: <[www.sabesp.com.br/sabesp\\_ensina/intermediario/default.htm](http://www.sabesp.com.br/sabesp_ensina/intermediario/default.htm)> Acesso em: 27 set. 2004.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA - Organização não governamental. **Dessalinização da água**. Disponível em: <[www.uniagua.org.br/website/default.asp](http://www.uniagua.org.br/website/default.asp)> Acesso em: 24 abr. 2006.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Centro de Divulgação Científica e Cultural.

**Osmose**. Disponível em: <[www.cdcc.sc.usp.br/quimica/experimentos/ensinomedio.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/quimica/experimentos/ensinomedio.html)> Acesso em: 27 set. 2004.



# **ANOTAÇÕES**



DUE  
SANGUE

# EMBRIÕES: A FANTÁSTICA OBRA EM CONSTRUÇÃO! COMO ACONTECE ESTE PROCESSO?

■ Cecília Helena Vechiatto dos Santos<sup>1</sup>



Você já parou para pensar que você foi ovo, embrião, feto, criança com dentinhos de leite, e agora é adulto caminhando rumo à velhice? Se você observar uma pessoa idosa, verá que ela não tem a mesma habilidade de quando era jovem ou criança e que dificilmente conseguirá jogar amarelinha como nos tempos atrás. Isso demonstra que os seres vivos estão em constante desenvolvimento. Mas o que é desenvolvimento? Como os seres se desenvolvem? Existe alguma etapa na vida dos seres vivos que eles se desenvolvem mais?

**Ovócito**

Célula que irá formar o óvulo.

**Espermatócito**

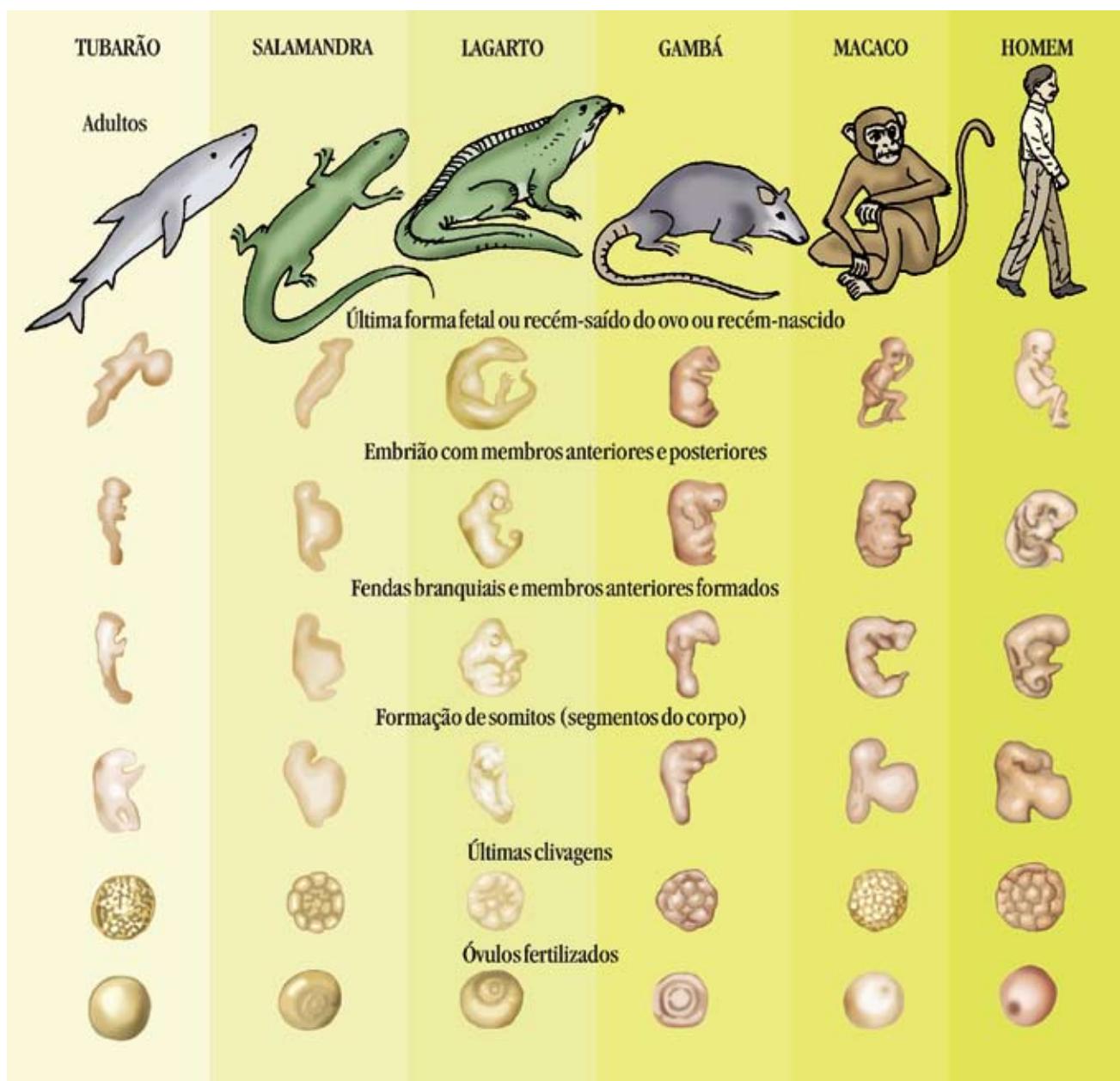
Célula que irá formar o espermatozóide.

O auge do desenvolvimento pode ser o momento em que o **ovócito** ou o **espermatócito** seja capaz de questionar, tempos depois, sobre si mesmo, sobre sua origem, ou seja, o auto-reconhecimento: “Como estou aqui neste momento? Como fui originado?”

Todo organismo humano é originado a partir da fecundação do óvulo (ovócito) pelo espermatozóide. Quais as diferenças e semelhanças existentes entre essas células? Como elas se formam?

Muitas das transformações do desenvolvimento no organismo acontecem antes do nascimento, ou seja, na fase embrionária. É nesta fase da vida que todos os órgãos e tecidos são formados.

O estudo do desenvolvimento do organismo animal, desde ovo até o nascimento, é realizado pela embriologia.



■ Embriologia comparada.

## Vamos contar um pouco da história da embriologia?

A embriologia começa a ter seus primeiros registros a partir do século V a.C.. A escola do filósofo Hipócrates, por volta de 460-377 a.C., desenvolveu um imenso corpo de conhecimentos e teorias anatômico-fisiológicas, constituindo a base para o ressurgimento da anatomia e da fisiologia durante a Renascença. Hipócrates aconselhava os gregos a colocar 20 ou mais ovos de galinhas para serem incubados e a cada dia, a partir do segundo, quebrar e analisar um ovo até o da eclosão (GARCIA, 1991).



■ Estátua de Hipócrates de Cós na Faculdade de Medicina da Bahia, em Salvador, Bahia. Hipócrates de Cós (aproximadamente 468 a.C. - 377 a.C.) nasceu na Antiga Grécia, considerado por muitos como uma das figuras mais importantes da história da saúde – é freqüentemente considerado o “Pai da Medicina” ou o “Pai das Profissões da Saúde”. Hipócrates era um asclepíade, isto é, membro de uma família que durante várias gerações praticara os cuidados em saúde. Seus escritos sobre anatomia contêm descrições claras tanto sobre instrumentos de dissecação quanto sobre procedimentos práticos. **Fonte:** Faculdade de Medicina da Bahia, [www.medicina.ufba.br](http://www.medicina.ufba.br)

Aristóteles (384-322 a.C.) foi o primeiro a explicar histórias de vida de grande número de espécies animais. Ele procurava pelas causas, o “porquê” e não se satisfazia com um simples “o que é”. Seu interesse pelos estudos da natureza se justifica pela busca de explicações racionais para a existência das “coisas”. Era, portanto, uma motivação filosófica, saber o como e por que as coisas são e como são. Em suas pesquisas com pintos e outras aves concluiu que o embrião é o resultado da mistura do sêmen e do sangue menstrual. Atualmente, Aristóteles é considerado o fundador da embriologia (GARCIA, 1991).

■ Pintura Platão(esq.) e Aristóteles(dir.). Aristóteles(em grego Αριστοτέλης) nasceu em Estagira, na Calcídica, território Macedônico. O grego, no entanto, era o idioma falado. Era filho de Nicômaco, amigo e médico pessoal do rei macedônio Amintas II, pai de Filipe e avô de Alexandre, o Grande. É provável que o interesse de Aristóteles por Biologia e Fisiologia decorra da atividade médica exercida por seu pai. **Fonte:** Disponível na Universitat Würzburg, na cidade de Würzburg, da região de Francónia, do Estado da Baviera, na Alemanha.



Na Idade Média (1000-1400 d.C) a ciência passou por um longo período de desenvolvimento, mas o crescimento das pesquisas embriológicas nessa época foi muito lento, talvez pelo não conhecimento do microscópio.

Algumas citações no livro sagrado dos muçumanos – Corão - demonstram que muitos pesquisadores na Idade Média se preocupavam com o desenvolvimento do organismo. Nesse livro, há relatos de que os seres humanos são resultado de uma mistura de secreções do homem e da mulher. Destacam, também, a importância do esperma para a formação de um novo ser, o qual seria fixado na mulher como uma semente (GARCIA, 1991).

A idéia considerada por muitas pessoas que o embrião só se torna humano a partir do 40º ao 42º dia após a fecundação, pode ter sido trazido do Corão, pois até este tempo, o embrião humano é muito parecido com embriões de outros animais (GARCIA, 1991).



■ Foto do Corão, o livro sagrado do Islam. **Fonte:** Centro Cultural Beneficente Islâmico de Foz do Iguaçu, [www.islam.com.br/default.htm](http://www.islam.com.br/default.htm)



## PESQUISA

Faça uma pesquisa sobre a reprodução humana e o processo de fecundação com a finalidade de responder ao seguinte questionamento:

Como e em que parte do aparelho reprodutor feminino ocorre a fecundação do óvulo pelo espermatozóide?

No Renascimento, período compreendido entre os séculos XIV e XVI, na Europa, começando pela Itália, houve uma mudança na concepção dos padrões culturais. Valorizou-se o homem e suas potencialidades (teoria antropocêntrica) em detrimento à supervalorização do divino, do sagrado (teocentrismo), como ocorria na Idade Média.

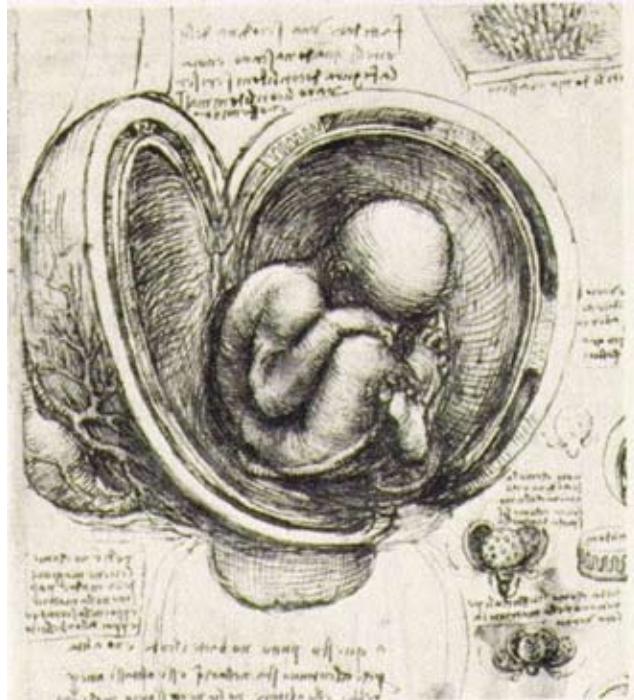
Neste período renascentista, algumas cidades italianas, como por exemplo, Gênova, Veneza e Florença, começaram a acumular muitas riquezas vindas do comércio. Os ricos comerciantes passaram a investir nas artes, isso conduziu a um aumento no desenvolvimento artístico e cultural. Por esse motivo a Itália é conhecida como o berço do Renascimento.

Entre vários artistas italianos, destacamos Leonardo Da Vinci. Os interesses e conhecimentos de Da Vinci abrangiam engenharia, astronomia, matemática, história natural, música, escultura, arquitetura, pintura e anatomia. Da Vinci desenvolveu seu lado artístico muito cedo. Nos seus desenhos havia precisão científica e um grande poder imaginativo.

Como anatomista, Da Vinci deu atenção aos sistemas internos do corpo humano, e como artista preocupou-se com os detalhes externos da forma humana. Quando mulheres grávidas morriam, Da Vinci observava os bebês que ainda se encontravam no útero dessas mulheres, e a partir dessas observações fazia ilustrações tão precisas e autênticas que estaria apto a ensinar embriologia aos estudantes de hoje. Desenhou com muita precisão uma série de úteros grávidos dissecados, e membranas fetais, como demonstra a FIGURA 1:



■ Auto-retrato de Leonardo da Vinci. (1452-1519) **Fonte:** Famous Painters' Paintings, galeria de pinturas e de desenhos, <http://www.elrelojdesol.com/famous-painters-paintings-list.htm>



■ FIGURA 1 - Estudo sobre fetos, de Leonardo da Vinci. Original: The Foetus in the Womb (1510-1512). Técnica: Pen and ink with wash over black chalk and red chalk on paper. **Fonte:** Pertence ao Palácio de Windsor Castle, Windsor, Inglaterra. Famous Painters' Paintings, galeria de pinturas e de desenhos, <http://www.elrelojdesol.com/famous-painters-paintings-list.htm>



## PESQUISA

Faça uma pesquisa em revistas, livros, jornais e/ou internet recortando fotos ou ilustrações de bebês com aproximadamente 4 meses de gestação no útero da mãe. Observe atentamente cada figura. Em seguida, compare as figuras pesquisadas com a FIGURA 2 da página 80, relatando as diferenças e semelhanças existentes entre elas.



■ Homúnculo de Nicolas Hartsoeker, 1694. O desenho dele representa um espermatozóide com uma miniatura do ser humano no seu interior. Acreditava-se que os seres humanos eram miniaturas e cresciam depois da penetração do espermatozóide no óvulo. **Fonte:** GNU Free Doc. Licence, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Com o surgimento do microscópio, um novo mundo se abre para a Ciência. Com o auxílio das lentes microscópicas, Graaf, em 1672, observou pequenas câmaras (hoje conhecidas como blastocistos) no útero de coelhas e concluiu que deveriam ser provenientes de outro órgão – o ovário. Foi ele quem descreveu os folículos ovarianos, conhecidos hoje como folículos de Graaf, em sua homenagem.

Usando um microscópio aperfeiçoado, Hamm e Leeuwenhoek, em 1677 observaram pela primeira vez espermatozóides humanos, mas eles não compreenderam a função do espermatozóide na fertilização. Eles acreditavam que dentro do espermatozóide havia um ser humano pré-formado em miniatura (homúnculo). Esse conhecimento gerou tantas preocupações aos cientistas que se estabeleceram duas correntes de pensamento: as dos ovistas, ou seja, no organismo feminino havia indivíduos pré-formados; e os animanculistas, o homúnculo estava dentro do espermatozóide (MOORE, 2000).

Influenciados pelas idéias pré-formistas, matemáticos da época fizeram cálculos do tamanho dos ovários de Eva, considerada, pela Bíblia, a primeira mulher do mundo, para saberem quantas crianças pré-formadas estavam contidas neles, quando nasceria a última criança, e quando seria o fim do mundo (GARCIA, 1991).

A embriologia avançou muito com o conhecimento da teoria celular, em 1838 - 1839, por Schleiden e Schwann. A conclusão de que o organismo é composto de células e produtos celulares conduziu à compreensão de que o embrião é originado de uma única célula, denominada zigoto.



## PESQUISA

Olhe para você e pense: Como de uma única célula forma-se um ser tão complexo? Vamos estudar para saber como seu corpo foi formado com o auxílio de livros e websites.

Você sabia que o zigoto (também chamado ovo) é o ponto de partida para a formação de um novo organismo por reprodução sexuada? E que após a fecundação do óvulo pelo espermatozóide, muitas transformações começam a ocorrer no ovo?

Essas transformações são o produto de sucessivas divisões mitóticas que resultam em numerosas células as quais se diferenciam para a formação dos tecidos e órgãos do ser em desenvolvimento – embrião.



■ FIGURA 2 - Representação do desenho de Leonardo da Vinci, feito no século XV, mostrando um feto dentro do útero cortado e aberto. **Fonte:** Ilustração de Poliana Garbelini.

O período embrionário humano vai até o final da oitava semana de gestação. É nesse período que as principais estruturas iniciam seu desenvolvimento. Somente a circulação e o coração é que funcionam nesse momento. Após esse período (8 semanas), o ser humano é denominado feto (MOORE, 2000).

Durante o período fetal, ocorre um processo de diferenciação celular para especialização de tecidos e órgãos, possibilitando reconhecer olhos, nariz, braços e pernas.

## ■ Veja como o zigoto se desenvolve!

O desenvolvimento de um novo ser se inicia com a fertilização, ou seja, após o contato de um espermatozoide com um ovócito, que acontece, usualmente, na ampola da tuba uterina, formando o zigoto.

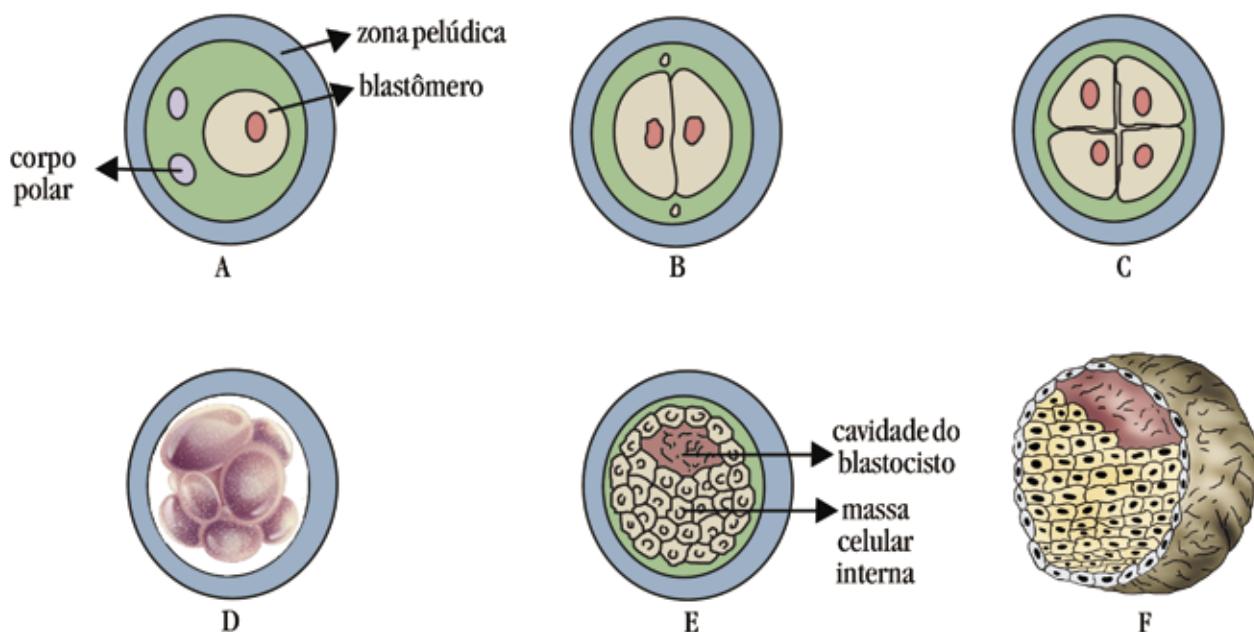
Ao caminhar pela tuba uterina em direção ao útero, o zigoto sofre a clivagem (várias divisões celulares mitóticas), ficando constituído por células menores, os **blastômeros**. Por volta do 3º dia após a fertilização uma bola contendo 12 ou mais blastômeros, a **mórula**, entra no útero. Após a mórula ter atingido o útero, começa a receber fluidos uterinos, surgindo pequenos espaços cheios de líquido. Algumas células permanecem num dos pólos, formando um agrupamento em forma de botão. Esta fase é denominada **blastocisto**. Ao final da primeira semana, o blastocisto é introduzido no **endométrio**.

### Divisão mitótica

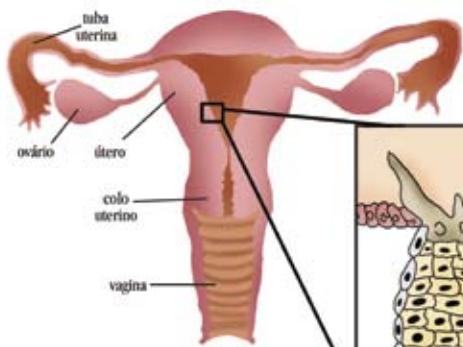
Divisão que ocorre com células somáticas, as quais originam duas células-filhas idênticas às de origem.

### Endométrio

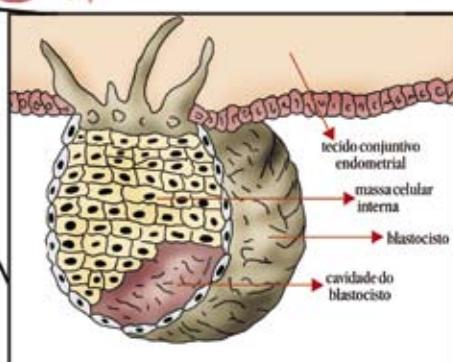
Membrana que reveste a cavidade uterina.



■ Representação dos períodos de clivagem do zigoto e formação do blastocisto. A: período de 1 célula; B: período de 2 células; C: período de 4 células; D: período de 8 células; E: início do blastocisto; F: blastocisto. **Fonte:** Vanderley Calizotti .



■ Representação da ligação do blastocisto ao epitélio do endométrio.  
Fonte: Vanderley Calizotti



Durante a segunda semana do desenvolvimento embrionário, as células se organizam formando os folhetos germinativos: o ectoderma e o endoderma. O ectoderma forma o “chão” da cavidade amniótica, o endoderma constitui o teto do saco vitelino. Por volta do 13º dia de desenvolvimento inicia-se a etapa da gastrulação, levando à formação do terceiro folheto germinativo, o mesoderma.

### Folhetos germinativos

Camadas laminares de células que originam os mais diversos tecidos do corpo do embrião.

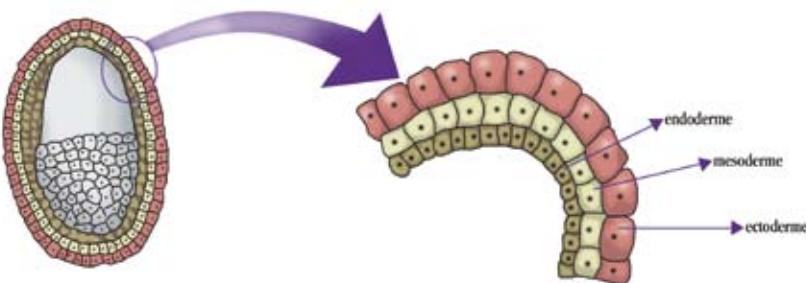
As células dos folhetos germinativos se dividem, migram e se agrupam para formar os diversos sistemas de órgãos. É entre a quarta e a oitava semana que os sistemas de órgãos iniciam seu desenvolvimento. Conforme os tecidos e órgãos vão se formando, a forma do embrião vai se modificando, e, a partir da oitava semana, o embrião passa a ter formato distintamente humano.

## Que interessante! Vamos ver o que cada folheto germinativo forma?

O **ectoderma** forma o sistema nervoso periférico; o sistema nervoso central (encéfalo e medula espinhal); a epiderme e anexos (pêlos e unhas); o epitélio do olho, do nariz e das orelhas; as glândulas mamárias e as subcutâneas; a hipófise e o esmalte dos dentes.

O **mesoderma** forma o tecido conjuntivo, ossos, músculos estriados e lisos, cartilagens, coração, vasos linfáticos e sanguíneos, rins, testículos e ovários, ductos genitais, baço, córtex das supra-renais e as membranas serosas que revestem as cavidades do corpo.

O **endoderma** forma o revestimento epitelial da bexiga urinária e a maior parte da uretra, o timo, o fígado e pâncreas; o revestimento epitelial da cavidade do tímpano, do antro tímpano e da tuba auditiva; o parênquima das tonsilas, as glândulas tireóide e paratireóide; o revestimento epitelial dos tratos gastrintestinais e respiratório.



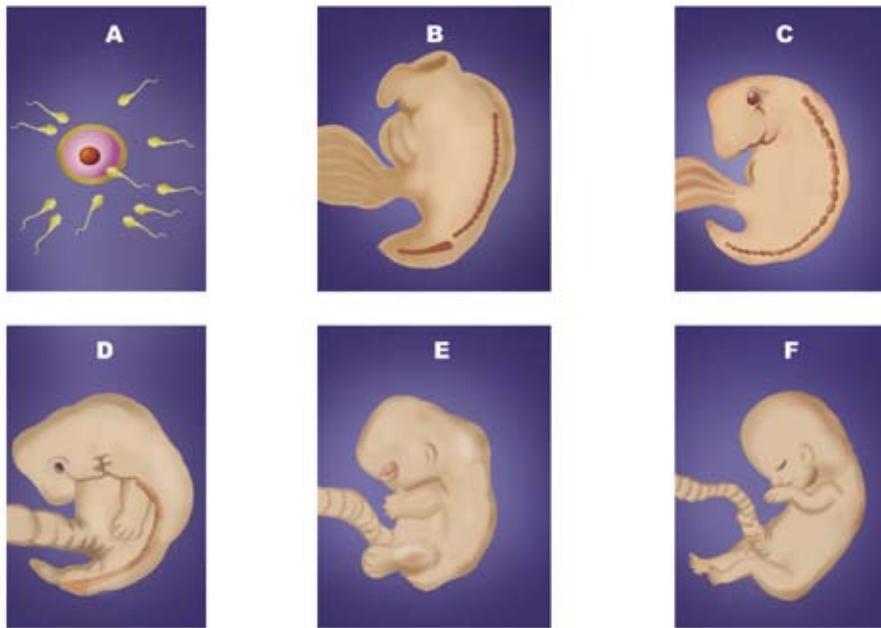
■ Representação dos folhetos embrionários durante a gástrula. Fonte: Leidimeri dos Santos.

Ao final do período embrionário, todos os principais sistemas de órgãos já foram iniciados, o embrião nesse período passa a apresentar características humanas, como o coração, o fígado, os membros, ouvidos, nariz, olhos, encéfalo e somitos.

Pelo fato das estruturas externas e internas do embrião começarem a ser estabelecidas entre a quarta e a oitava semana, esse período é considerado o mais crítico do desenvolvimento do indivíduo, pois a ocorrência das anomalias congênitas acontece nessa fase.

### Somito

Blocos de células mesodérmicas das quais migram células que originarão as vértebras, costelas e músculos axiais.



- Representação do desenvolvimento do embrião humano. A- ovócito sendo fecundado. B- embrião com 24 dias. C- embrião com 28 dias. D- embrião com 42 dias. E- embrião com 48 dias. F- embrião com 52 dias.

**Fonte:** Vanderley Calizotti.



### PESQUISA

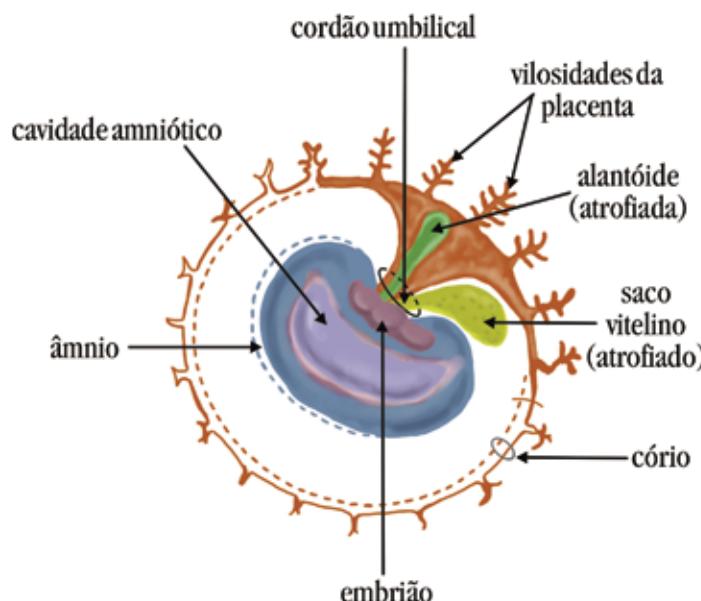
Faça uma pesquisa em livros e/ou internet e responda: de todos os sistemas do organismo humano, por que o sistema circulatório é o primeiro a entrar em funcionamento?

## Você já ouviu falar em anexos embrionários? Vamos falar um pouco sobre eles?

À medida que o embrião se desenvolve, a partir do zigoto, algumas estruturas denominadas anexos embrionários vão sendo formadas para proteger e nutrir o embrião. Essas estruturas pouco ou nada contribuem para a formação do corpo do embrião, sendo eliminadas por ocasião do parto.

Os anexos embrionários geralmente compreendem o saco vitelino, âmnio, alantóide e córion.

O **saco vitelino** é uma espécie de bolsa que se desenvolve a partir do endoderma, está presente em todos os vertebrados com função de armazenar alimentos para o embrião. Na espécie humana, o saco vitelino tem pouco significado, aos poucos ele vai se atrofiando e se incorporando ao cordão umbilical.



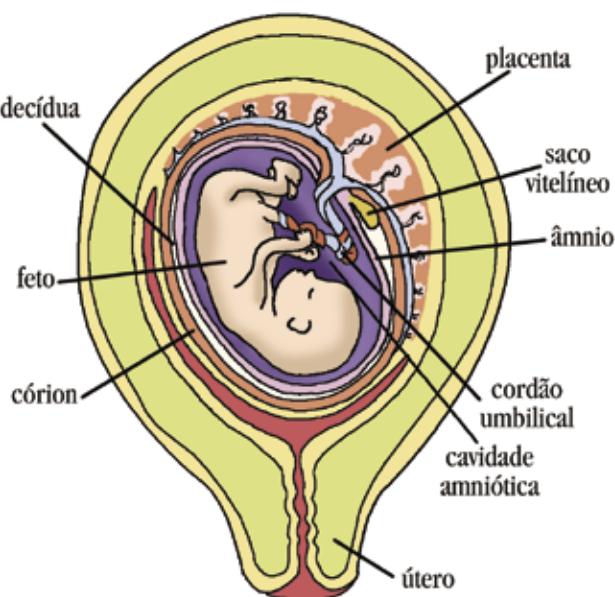
■ Representação dos anexos embrionários de mamíferos

**Decídua:** membrana que envolve o feto.

O **âmnio** aparece por volta do sétimo dia de desenvolvimento formando uma bolsa fechada em torno do embrião, a qual contém o líquido amniótico que protege o embrião contra choques mecânicos, desidratação e traumatismos. Um fato curioso é que o feto engole por volta de 500 ml de líquido amniótico cada 24 horas. Após ser absorvido pelo trato digestório esse líquido é devolvido à cavidade amniótica pela urina excretada pelo feto.

O **alantóide** é uma bolsa de origem endodérmica que contém vasos sanguíneos com funções respiratória e excretora. Na espécie humana o alantóide é rudimentar, fixando a sua porção extra-embryonária juntamente com a porção inicial do cordão umbilical. Acredita-se que o alantóide organiza a formação dos vasos do cordão umbilical.

O **córion** participa da formação de uma membrana, ou pele, que se apresenta por fora do âmnio e por dentro da decídua capsular. Origina-se a partir do trofoblasto, formando o córion liso e o córion frondoso. Este último forma a placenta.



■ Representação do útero humano com um feto de aproximadamente 12 semanas. **Fonte:** Poliana Garbelini.



## PESQUISA

A placenta e o cordão umbilical também são anexos embrionários. Faça uma pesquisa, em livros de Biologia ou em websites, identificando as funções e em quais animais são encontrados esses dois anexos.

### ■ Que legal: a partir da nona semana somos considerados fetos!

O período fetal se inicia 9 semanas após a fertilização e termina com o parto. A data esperada do parto de um feto humano é de 266 dias, ou 38 semanas.

O período fetal se caracteriza pela diferenciação dos tecidos, sistemas de órgãos, e pelo rápido crescimento do corpo do indivíduo. Há uma diminuição relativa do ritmo de crescimento da cabeça, em comparação com o resto do corpo. Nesta época, o feto já é capaz de manter uma vida extra-uterina, principalmente por causa da maturidade do sistema respiratório.



## PESQUISA

O que é parto? Quais os tipos? Como acontece? Faça uma pesquisa e encontre as respostas para essas questões.

Nem sempre o embrião se desenvolve normalmente. Considera-se desenvolvimento embrionário normal quando se observam vários processos que se sucedem ordenadamente, de modo que o organismo, ao nascer, seja semelhante aos demais da sua espécie, apenas com exceção dos gêmeos monozigóticos (idênticos). Durante o desenvolvimento embrionário podem ocorrer alterações de maior ou menor intensidade, e o recém-nascido apresentará diferenças significativas em comparação com os demais seres de sua espécie.

São muitas as causas que provocam as anomalias no desenvolvimento embrionário. Verificam-se alterações em níveis moleculares e celulares até a formação anormal, ou mesmo quando não acontece a formação de um ou mais órgãos. Os fatores responsáveis pelo aparecimento de anomalias embrionárias são de origem genética, que podem ser gênico e cromossômico; e de origem ambiental, podendo ser agentes infecciosos, químicos, radiativos e de nutrição.



## PESQUISA

Faça uma pesquisa em revistas, livros, jornais e/ou internet sobre duas anomalias provocadas por fatores genéticos, e duas provocadas por fatores ambientais.

Algumas vezes, pode acontecer da gravidez ser interrompida antes do seu término. Neste caso, tem-se o aborto. Ao todo são quatro as espécies de aborto: natural, accidental, legal ou permitido e criminoso.

O aborto natural acontece espontaneamente. Estudos realizados demonstram que 50% de todos os abortos espontâneos conhecidos são resultado de anormalidades cromossômicas. Isso demonstra que a própria natureza se encarrega de eliminá-las. Por isso, o Código Penal não prevê punição para essa espécie de aborto.

Quando a gravidez é interrompida em consequência de algum traumatismo, como por exemplo, uma queda, tem-se o aborto accidental. Neste caso, também de acordo com as leis penais não há punição.

Existem várias espécies de aborto legal ou consentido: o terapêutico, para salvar a vida da gestante ou quando a gravidez é anormal; o eugenésico ou eugênico, quando há a possibilidade do bebê nascer com defeitos hereditários; o social ou econômico, em casos de família numerosa para não agravar a situação social.

O código penal brasileiro só permite duas formas de aborto legal: o necessário ou terapêutico que está previsto no art. 128, I, quando praticado por médico, desde que não haja outra forma de salvar a vida da gestante, e o chamado aborto sentimental ou humanitário, previsto no art.128, II, quando a gravidez é resultado de estupro.

O atual código penal brasileiro entrou em vigor em 1º de janeiro de 1942.

(CASTRO, 2005)

O teor do Decreto-lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940, classificado no Título “Dos Crimes Contra a Pessoa” e no capítulo “Dos Crimes Contra a Vida”, deixa claro que a defesa gira em torno da vida do feto, não considerando a vida independente e sim o fruto da conceção, o que é suficiente para ser protegido.

Dos direitos naturais do homem, o primeiro deles é o direito de viver. O primeiro dos deveres é proteger e defender o seu primeiro direito, que é a vida. Mas o que é ter direito à vida? O que o zigoto tem em comum com um bebê recém-nascido e com um ser humano adulto, que seria suficiente para atribuirmos a ele, igualmente, o direito à vida?

**Veja algumas punições dispostas do Código Penal Brasileiro em relação ao aborto.** (JESUS, 2000)

**a) Aborto provocado pela gestante ou com o seu consentimento:**

Na primeira parte do art. 124 a pena de detenção prevista para o auto-aborto ou aborto consentido é de 1 (um) a 3 (três) anos. O sujeito ativo é tão-somente a mulher grávida que provoca a ação por qualquer que seja o meio utilizado. Na segunda parte, a gestante é incriminada pela ação praticada, ou seja, em consentir o aborto praticado por pessoa diversa.

**b) Aborto provocado por terceiro:**

Quando o aborto acontece sem o consentimento da gestante, a pena prevista de reclusão de acordo com o art. 125 é de 3 (três) a 10 (dez) anos. Pode haver violência física, grave ameaça, simulação ou fraude (drogas abortivas alegando serem remédios, anestésicos, etc.). A ameaça de abandono, caso a mulher não faça o aborto, ou promessa de casamento imediato, caso ela faça, também são hipóteses de não consentimento.

No caso da pessoa que provoca o aborto com o consentimento da gestante, de acordo com o art. 126, a pena prevista de reclusão é de 1 (um) a 4 (quatro) anos. Nesse caso vale o consentimento, expresso ou tácito, do início ao fim da conduta. Ainda o art. 126, contempla a violência presumida quando a mulher vítima do aborto é menor de 14 anos, alienada ou débil mental, nesse caso aplica-se a pena do artigo 125.

**c) Forma qualificada:**

Trata-se de um crime qualificado pelo resultado em que o agente responde pela consequência mais grave obtida, sem importar se houve consentimento ou não da vítima. Para esse caso são previstas as penas cominadas nos arts. 125 e 126 com aumento de um terço se a gestante sofrer lesão corporal de natureza grave; se a gestante morrer, as penas são duplicadas.

Diante dessas indagações é possível distinguir três posicionamentos relativos ao aborto: liberais, conservadoras e moderadas (SPEBER, 2003).

**a) Posições liberais ou permissivas:**

os que se enquadram nesta posição, consideram que é no momento ou após o nascimento que o ser humano adquire seus direitos plenos que devem protegê-lo do homicídio. Nesta concepção, o aborto não é um “assassinato” de uma pessoa viva, e sim de um intruso do corpo da mãe. O embrião ou feto pode ser comparado a um tumor que deve ser extraído quando achar-se necessário.

Quem tem uma atitude liberal em relação ao aborto considera o corpo como propriedade, possuindo controle e autonomia sobre ele e seus atos. Portanto, a gestante pode realizar o aborto em qualquer momento da sua gravidez, independente do motivo, pois nenhum ser humano tem o direito de forçar o outro a pensar e agir da mesma forma que ele.

**b) Posições conservadoras:**

quem tem uma atitude conservadora defende a idéia de que a partir da fecundação já existe uma identidade biológica de um novo ser humano, pois é no momento da concepção que a vida se inicia. Aqui são analisadas a personalidade e a individualidade biológica do indi-

víduo; a pessoa é vista e valorizada como um ser vivo, cuja natureza é humana. Nada, nem ninguém, pode dispor ou destruir uma vida humana inocente. Em qualquer circunstância o aborto não pode ser praticado. Todavia, o feto humano deve ser respeitado e protegido.

### c) Posições moderadas:

alguns adeptos desta teoria consideram que o feto, a qualquer momento, desde a concepção até o nascimento, pode se beneficiar da proteção do homicídio. Outros, defendem que é no momento da implantação do blastocisto (nidação).

Desde seu início a vida humana deve ser respeitada, devendo as atitudes serem assumidas em favor da vida. Aceita-se que sejam praticadas algumas espécies de abortos como, por exemplo, para salvar a vida da gestante.

O aborto é um assunto muito polêmico e delicado, pois são muitas as contradições de pensamento entre as pessoas. Se por um lado deve-se proteger a vida, como fazer para que essa proteção não seja a destruição de outra vida? Mesmo que a prática do aborto seja liberada, como ficam os sentimentos da mulher após essa experiência traumática?



■ Estudo sobre fetos, de Leonardo da Vinci. Original: The Foetus in the Womb (1510-1512). Técnica: Pen and ink with wash over black chalk and red chalk on paper. **Fonte:** Pertence ao Palácio de Windsor Castle, Windsor, Inglaterra. Famous Painters' Paintings, galeria de pinturas e de desenhos. <http://www.elrelojdesol.com/famous-painters-paintings-list.htm>



## DEBATE

Não há dúvidas de que de todos os bens valorados pelo direito, a Vida é o mais importante, seja intra ou extra-uterina.

Portanto, a maior indagação discutida em relação ao aborto é:

### **EM QUE MOMENTO A VIDA HUMANA SE INICIA?**

Na fecundação, na nidada ou no nascimento? Considerar que na fecundação existe uma ser humano não seria sacralizar um simples processo biológico?

Alguns consideram que a vida tem início no momento da concepção, ou seja, com a penetração do espermatozóide no óvulo; outros defendem que é a partir da nidada, ou seja, no momento em que o ovo aninha-se na parede uterina; há aqueles que acreditam que a vida começa após o nascimento.

Uma outra questão é:

O feto humano tem o mesmo direito que os membros integrantes da comunidade, de serem protegidos pelas interdições relativas ao homicídio?

E os direitos da mulher grávida, do progenitor e dos membros da família?

**ATÉ QUE PONTO VAI O CONTROLE E A AUTONOMIA DA PESSOA SOBRE SI MESMA?** Quem pode dizer a você o que fazer com seu próprio corpo a não ser você? Quais são os direitos da pessoa sobre si mesma?

Para responder os questionamentos propostos organize a classe em três grupos. Cada grupo deve escolher um dos três posicionamentos destacados relativos às discussões sobre a liberação do aborto: liberais, conservadores e moderados e construir argumentos, tendo como pressuposto os conhecimentos sobre embriologia.

## ■ Referências Bibliográficas

- GARCIA, S. M. L. et al. **Embriologia**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.
- JESUS, D.E. de. **Direito penal**: parte especial. São Paulo: Saraiva, 2000.
- MOORE, K. L.; PERSAUD, T. V. N. **Embriologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- SPERBER, M. C. **Dicionário de ética e filosofia moral**. São Leopoldo: Unisinos, 2003.

## ■ Obras Consultadas

- CASTRO, J. E. O de. **O aborto em fetos anencéfalos** – algumas considerações em face da dignidade da pessoa humana, da legalidade e da autonomia de vontade. Apucarana, 2005. Trabalho de conclusão do curso de Direito, Faculdade de Apucarana.
- JUNQUEIRA, L. C. U.; ZAGO, D. **Embriologia médica e comparada**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982.
- STORER, T. I. et al. **Zoologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.
- STRICKLAND, C.; BOSWELL, J. **Arte comentada**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

## ■ Documentos Consultados *ONLINE*

- Leonardo da Vinci.** Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2000/icm33/Leonardo2.htm>> Acesso em: 16 out. 2005.
- Renascimento cultural.** Disponível em: [www.suapesquisa.com/renascimento/](http://www.suapesquisa.com/renascimento/) Acesso em: 16 out. 2005.



# **ANOTAÇÕES**

I  
n  
t  
r  
o  
d  
u  
ç  
ã  
o

## Biodiversidade

Desde os primórdios de nossa existência, buscamos respostas às mais variadas indagações:

- Como explicar a origem e evolução da vida?
- Que processos aconteceram para nos tornarmos o que somos hoje?
- Os seres vivos continuam evoluindo? Até onde irá essa evolução?

Neste Conteúdo Estruturante, você encontrará uma proposta que torna possível a reflexão e indução à busca de novos conhecimentos científicos que tentam responder a estas e muitas outras inquietações. Com estes conhecimentos, você poderá compreender um pouco mais a respeito dos processos pelos quais os seres vivos sofrem modificações, perpetuam variabilidade genética e estabelecem relações ecológicas, garantindo a diversidade de seres vivos.

A biodiversidade pode ser entendida como resultado de um conjunto de processos organizados e integrados quer no nível de uma célula, de um indivíduo ou ainda de organismos no seu meio.

Neste Conteúdo Estruturante, alguns Folhas retratarão as idéias do naturalista francês Jean-Baptiste Lamarck (1744 - 1829), do naturalista britânico Charles R. Darwin (1809 - 1882) e do naturalista inglês Alfred R. Wallace (1823 - 1913), identificando como estas impulsionaram as explicações a respeito das diversas transformações ocorridas com os seres vivos ao longo do tempo. Wallace e Darwin propuseram uma teoria viável a partir do momento que apresentam a seleção natural como mecanismo responsável pela dinâmica de toda a diversidade de espécies. Este mecanismo, analisado como característica presente na complexidade da natureza, não propicia para as espécies um caminho à perfeição, mas para o acúmulo de características hereditárias que foram relativamente vantajosas. Neste contexto, você verificará que cada espécie apresenta uma história evolutiva.

Neste contexto, você verificará que cada espécie apresenta uma história evolutiva, incluindo as possíveis espécies das quais cada uma descende, as características, e as relações com outras espécies.

Com os conhecimentos no campo da Genética, novos caminhos foram abertos possibilitando uma melhor compreensão acerca dos processos de modificação dos seres vivos ao longo da história da humanidade. Pesquisas sobre o ácido desoxirribonucléico (DNA) vem contribuindo para este entendimento, uma vez que ele é considerado a molécula da vida.

Em razão dos resultados das pesquisas efetuadas, as informações genéticas representam um ponto notável no desenvolvimento do saber, promovendo avanços científicos, reabrindo debates às implica-

ções sociais, éticas e legais que existem, e que ainda deverão surgir, em consequência dessas pesquisas.

Os seres vivos vêm sofrendo modificações e estas não existem sem um processo reprodutivo que garanta transmissão de características hereditárias. Durante a reprodução, tanto sexuada quanto assexuada, é que acontecem as combinações entre os genes que compõem o material genético e que formarão um novo ser.

Ainda neste Conteúdo Estruturante, você poderá aprender sobre os aspectos que envolvem as relações ecológicas estabelecidas entre os seres vivos e deles com a natureza. Estas relações não podem ser pensadas de forma dissociada dos processos evolutivos, uma vez que o ambiente é o agente dinamizador que possivelmente favorece a transmissão dos caracteres hereditários.

O homem, como um ser integrado na natureza, não deve buscar nela apenas o valor econômico, extraíndo os recursos do meio ambiente, mas também, o seu valor social, privilegiando sua preservação e conservação.

Neste livro, optamos por tratar a Biodiversidade e suas relações ambientais, nos ecossistemas mais próximos da realidade do Paraná e do Brasil, para que você reflita sobre as condições de vida em ambientes próximos a você, e as implicações desse ambiente para as espécies que nele habitam, incluindo o homem.

Para estudar os aspectos relacionados acima, você terá a oportunidade de ler os Folhas:

- “As cobras rastejam por que não tem pernas ou elas não têm pernas por que rastejam? ”;
- “A reprodução é uma consequência da vida ou a vida é uma consequência da reprodução? ”;
- “DNA: a longa cadeia da vida”;
- “Sangue: um mar vermelho que sustenta a vida.”
- “Que herança é essa?”
- “Biomassas: paraísos naturais ou recursos inesgotáveis”;
- “Mata Atlântica: socorro!!! Cadê você??? ”;
- “Os problemas ambientais são desencadeados pela ação humana na natureza ou é castigo divino? ”

Os assuntos abordados favorecem as discussões e aprofundamentos sobre a história evolutiva das espécies e suas relações ambientais. Diante destas reflexões, você poderá ampliar seus conhecimentos buscando aprofundar cada um dos conceitos e conteúdos aqui apresentados.

Bom estudo!

**B  
I  
O  
L  
O  
G  
I  
A**



# AS COBRAS RASTEJAM POR QUE NÃO TÊM PERNAS OU ELAS NÃO TÊM PERNAS POR QUE RASTEJAM?

■ Cecília Helena Vechiatto dos Santos<sup>1</sup>

**S**e você observar o mundo vivo a sua volta, verificará uma enorme variedade de seres vivos. Muitas curiosidades podem ser notadas quando olhamos ao nosso redor e percebemos que os animais e vegetais são pouco parecidos entre si.

Olhando para cada cachorro, ou passarinho, ou gato, por exemplo, você perceberá que eles diferem uns dos outros. Isso nos conduz a pensar que não existem graus de parentesco entre as espécies e que, cada ser vivo pode ter surgido independentemente. Além disso, as espécies possuem hábitos adequados aos seus habitats. As cobras, por exemplo, não possuem pernas, mas nem por isso elas deixam de se locomover.

Será que um dia as cobras tiveram pernas e o ambiente influenciou para que elas perdessem essa parte do corpo por não utilizarem? Algum órgão atrofia por não ser usado?

<sup>1</sup>Colégio Estadual Marquês de Caravelas - Arapongas - PR



■ Cobra-de-cipó (*Leptophis ahaetulla*). Esta serpente muito conhecida na Mata Atlântica, possui hábito arbórico e alimenta-se de pequenos insetos e lagartos. Seu comportamento é aparentemente agressivo, abrindo amplamente a sua boca quando intimidada, porém não é peçonhenta. **Fonte:** Foto cedida pelo Prof. FRANCISCO DE ASSIS DA SILVA ROBERTO, Prof. de Zoologia Geral da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte e Coordenador do Centro de Pesquisas do Parque Estadual Dunas do Natal.

O problema da adaptação e evolução das espécies em seu habitat foi tema de muita discussão até o século XIX. Naquela época, os estudos sobre a classificação dos seres vivos, realizados por Lamarck, procuravam explicar que os seres vivos se “transformavam”, por esforço próprio, frente às modificações do ambiente. Analisemos o exemplo clássico das girafas utilizado didaticamente, por muitos anos, na tentativa de representar a evolução das espécies com base nas idéias de Lamarck.

As girafas atuais alimentam-se de folhas das copas de árvores. Seu longo pescoço facilita na coleta desse alimento, na estação das chuvas. Se as girafas não fossem “pescoçudas”, elas hoje estariam vivas? Será que elas sempre tiveram o pescoço comprido?

Tomemos por base os estudos apresentados pelo naturalista Lamarck, no século XIX, em sua obra *Philosophie Zoologique*. Sobre a continuidade das características fundamentais entre os diversos tipos de animais, Lamarck afirmou que o uso freqüente de qualquer órgão o desenvolve e aumenta, ao passo que seu desuso permanente o enfraquece até não aparecer mais em gerações futuras. Dessa forma, pelo uso ou desuso, uma característica pode ser transmitida, ou não, aos descendentes pela reprodução.

Lamarck exemplifica o surgimento da pele na base dos dedos das aves, originalmente terrestres, pelo uso contínuo ao nadarem em busca de alimento. A pele entre os dedos cresceria em função do aumento do fluxo de sangue pelos movimentos musculares realizados (STORER, 1979).



■ Girafas do Zoológico de Curitiba. Girafa é o nome comum dado à espécie *Giraffa camelopardalis*, ou camelo leopardo, como eram chamadas pelos romanos quando elas existiam no norte da África. São ungulados com número par de dedos. **Fonte:** Foto cedida por Danislei Bertoni.



## PESQUISA

Em textos, livros, revistas fornecidos pelo professor, pesquise sobre os hábitos alimentares da girafa e analise se o pescoço tem influência nesse processo.

Texto sugerido:

ROQUE, I.R. **Girafas, mariposas e anacronismos didáticos.** Ciência Hoje, v. 34, n. 200, p. 64-67, dez. 2003.



## DEBATE

Será que todos os órgãos dos seres vivos se desenvolvem quando usados continuamente e atrofiam ou desaparecem quando não são utilizados?

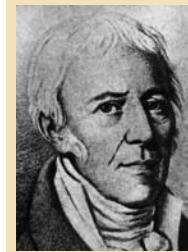
Voltando ao exemplo do pescoço da girafa, e estudando as idéias de Lamarck, uma possível explicação seria que várias girafas com pescoço curto teriam se fixado num ambiente em que os melhores brotos e folhas estavam no alto das árvores. Com a necessidade de pegar as folhas mais altas, essas girafas esticavam constantemente seus pescoços. Assim, com o passar do tempo, seus descendentes nasceriam com pescoços mais compridos e isso se sucedia a cada geração, até atingir uma estabilidade, ou seja, o resultado seria a girafa que conhecemos hoje.



## DEBATE

Será que Lamarck estava correto nas suas conclusões? Existe possibilidade de alguma característica adquirida ser transmitida aos descendentes? Justifique.

A idéia do transformismo proposta por Lamarck, ainda hoje indica que os seres vivos podem estar em constante evolução. Lamarck em seus estudos, foi além, concluindo que as modificações ocorridas nas espécies em resposta a uma imposição do meio, seriam transmitidas à sua prole. Convém lembrar que até então, na época de Lamarck, o conhecimento produzido referente ao papel da herança genética na transmissão de características de geração a geração era insuficiente para qualquer pesquisador prosseguir e avançar nos seus estudos, pois, as bases da genética só viriam a nascer em 1822, com Gregor Mendel. Portanto, Lamarck não dispunha de conhecimento que permitisse desenvolver suas pesquisas.



Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (Bazentin, 1744 - Paris, 1829). Naturalista francês do século XIX, foi ele quem introduziu o termo Biologia e que desenvolveu a teoria dos caracteres adquiridos, uma teoria da evolução já superada.

Lamarck personificou as idéias pré-darwinistas sobre a evolução. **Fonte:** GNU Free Doc License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



## DEBATE

E quanto às cobras, será que esse animal poderá desenvolver pernas em seu corpo em gerações futuras, ou elas tinham as pernas e acabaram perdendo-as?

### Você sabia que ...

As cobras constantemente estiram seu corpo para poderem passar por espaços estreitos em seus habitats. Ao passar por esses espaços apertados, as pernas não seriam utilizadas. Se elas tivessem pernas longas, essas atrapalhariam sua locomoção na grama e se elas tivessem quatro pernas, não conseguiria se movimentar. Embora os répteis tenham pernas, as cobras não as tem, entretanto, segundo as leis de Lamarck, elas em alguma época as tiveram, porém as perderam. Então ao que tudo indica, de acordo com Lamarck uma das causas da mudança evolutiva era a capacidade de reagir a condições especiais do meio ambiente (STORER, 1979).



## DEBATE

Existem provas evolutivas de que as cobras já tiveram pernas e pelo não uso, elas atrofiaram?

A idéia de que um órgão enfraquece ou desaparece com o desuso, ou fortalece pelo uso, é muito antiga. Lamarck apenas utilizou essa idéia para formular a primeira teoria da evolução, em 1809.

**Em 1809 foi o ano que Darwin nasceu ...**



■ Charles Darwin (1809-1882) - Aquarela de Charles Darwin pintada por Georg Richmond no fim da década de 1830. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Não podemos discutir evolução, sem mencionar Charles Darwin. A teoria que explica a evolução dos seres vivos pela seleção natural foi proposta 50 anos após a teoria de Lamarck. Você saberia citar algumas diferenças entre as teorias de Lamarck e Darwin? Não? Então vamos ajudá-lo nessa diferenciação. Os três aspectos abaixo serão considerados para estabelecer a comparação para as duas teorias.

**O fato da evolução:** o mundo é evolutivo ou estático? Tanto Lamarck quanto Darwin acreditavam no mundo evolutivo, entretanto, foi Lamarck o primeiro pesquisador que propôs uma teoria sólida sobre a mudança evolutiva.

**O mecanismo da evolução:** o efeito do uso e desuso era aceito pelos dois cientistas, embora com menos intensidade nas idéias de Darwin.

**Um interesse primário pela diversidade ou pela adaptação:** aqui existe uma diferença fundamental entre Lamarck e Darwin. Para Darwin, a adaptação dos seres vivos é o produto da seleção natural. Para Lamarck, a adaptação era o produto final dos processos fisiológicos, exigidos pelas carências dos organismos de se transformarem no seu meio ambiente (MAYR, 1998).



## ATIVIDADE

E agora, diante dessas diferenças apresentadas entre Lamarck e Darwin, será que você consegue responder a questão do porquê das cobras rastejarem? Se ainda não, então vamos voltar ao exemplo do pescoço da girafa para explicarmos as idéias de Darwin.

Em seu livro “A Origem das Espécies”, Darwin expressa idéias gerais sobre a Teoria da Evolução das Espécies. Darwin propõe que somente os mais aptos e as mais fortes conseguem sobreviver, e a própria natureza é responsável pela Seleção Natural.

Os pescoços das girafas primitivas, provavelmente eram de vários comprimentos e essas variações eram de origem genética. As girafas com pescoço mais longo conseguiam colher as folhas com maior facilidade do que aquelas de pescoço curto. Assim, há uma seleção natural entre esses seres favorecendo a sobrevivência das girafas de pescoço longo. Esse exemplo clássico da girafa, também utilizado didaticamente por muitos anos, procura representar a teoria da evolução das espécies pela Seleção Natural.



## ATIVIDADE

De posse das informações fornecidas pelo texto responda: Que fatores são necessários para que haja o equilíbrio das espécies nos ecossistemas? O ambiente influí na evolução das espécies? O que é espécie?

Darwin fez uma viagem, em 1831, à América do Sul, às Ilhas Galápagos, dentre outras regiões. Durante essa viagem, ele fez muitas observações, anotações e coletas de alguns fósseis das diferentes variedades de espécies de seres vivos. Após seu retorno, em 1837, analisou o imenso material coletado o que o deixou muito feliz, pois ele acreditava que talvez pudesse estar muito próximo para esclarecer o mistério da origem das espécies.



- Os jabutis-gigantes das Galápagos (*Geochelone nigra* ou *Geochelone elephantopus*) são répteis da família Testudinidae, endêmicos do arquipélago das Galápagos. São também quelônios que apresentam grandes dimensões e por isso referidos por vezes como tartarugas gigantes. Estes animais podem medir mais de 1,80 m de comprimento e pesar mais de 225 kg. Os jabutis-gigantes das Galápagos são herbívoros e alimentam-se de erva rasteira, fruta, folhas e cactos. São animais extremamente lentos que se movimentam a uma velocidade de 0,25 km/h. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



## PESQUISA

Faça uma pesquisa nos livros de Biologia sobre as observações de Darwin na viagem a bordo do navio Beagle.

- HMS Beagle na Austrália (centro), aquarela pintada por Owen Stanley em 1841. O trabalho de Charles Darwin durante a expedição do Beagle possibilitou estudar a geologia, os fósseis, a magnitude de organismos vivos, os povos nativos dos locais onde o Beagle passou. Coletou metodicamente um número enorme dos espécimes, muitos novos à Ciência, que estabeleceu sua reputação como um naturalista e lhe fez um dos precursores da ecologia. **Fonte:** Foto dos Arquivos da Fundação Literária Projeto Gutenberg.





Thomas Robert Malthus (1766 - 1834) foi um demógrafo e economista inglês, famoso sobretudo pelas suas perspectivas pessimistas mas muito influentes. Apesar de ser assumido popularmente que as suas teses pessimistas deram à Economia a alcunha da ciência lúgubre (dismal science), a frase foi na verdade cunhada pelo historiador racista Thomas Carlyle em referência a um ensaio contra a escravatura escrito por John Stuart Mill. Para Malthus, a diferença entre as classes sociais era uma consequência inevitável. A pobreza e o sofrimento eram o destino para a grande maioria das pessoas. A teoria Malthusiana foi usada no Clube de Roma para a elaboração do documento "Os limites do crescimento". **Fonte:** GNU Free Doc License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Em outubro de 1838, Darwin leu o livro de Thomas Malthus, publicado em 1798, referente ao crescimento populacional. Nesse livro Malthus explica que havia uma forte irregularidade entre o crescimento de uma população e a produção de alimentos. Sua conclusão foi que as populações aumentam em ritmo mais acelerado que o ritmo de crescimento da produção de alimentos (PG X PA). Com isso seria impossível alimentar todos os seres das futuras gerações.

No sentido de entender o raciocínio de Malthus vamos trabalhar com duas situações problemas. Uma que envolve PG (progressão geométrica) e outra que envolve PA (progressão aritmética). Após, vamos fazer um exercício de entendimento, procurando analisar até que ponto se revelou verdadeira a teoria de Malthus.

## ■ Procurando entender o conceito de PG

Já é de nosso conhecimento que a formação do embrião se inicia por uma célula chamada ovo ou zigoto. O nosso organismo vai tomando forma a partir da divisão celular, onde a primeira célula gera duas, as duas geram quatro, e assim por diante.

Para entender melhor esta divisão que ocorre segundo o conceito matemático de PG, vamos completar a tabela a seguir? Suponha que no primeiro momento ocorreu a concepção da vida e, no segundo momento, aconteceu a primeira divisão da célula.



### ATIVIDADE

**Tabela 1**

Momentos de divisão celular	Total de células
1º	1
2º	2
3º	...
4º	8
5º	...
6º	...
7º	64
8º	...
9º	...

Observe a coluna "Total de células". Que regularidade matemática existe?

No vigésimo quinto momento, quantas células teremos?

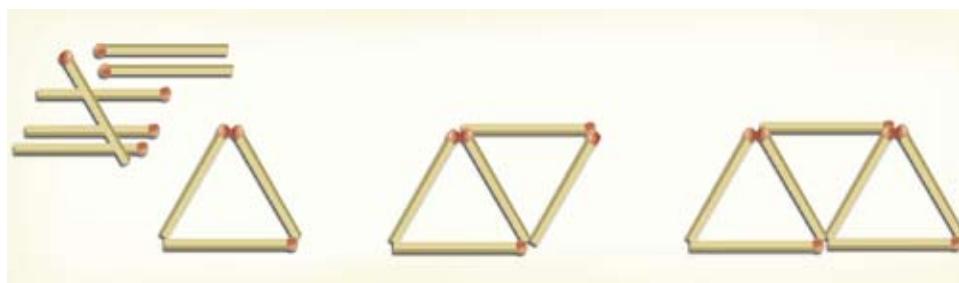
Qual será o total de células do quinquagésimo momento?

Expresse sua idéia sobre PG.

## ■ Procurando entender o conceito de PA

Situações problemas contribuem para entendermos conceitos. Para entendermos o conceito de PA, do qual falou Malthus, vamos recorrer a uma situação problema da geometria – conteúdo da matemática.

Observe as figuras geométricas abaixo. Considere que cada segmento seja formado por um palito.



Sendo assim, complete o quadro a seguir, com o número de palitos necessários para formar os triângulos.



### ATIVIDADE

**Tabela 2**

Número de triângulos	Número de palitos
1	3
2	5
3	7
4	9
5	11
...	...



### ATIVIDADE

Observe as colunas “Número de triângulos” e “Número de palitos”. Que relação se estabelece entre ambas?

Está difícil de entender? Sim ( ) Não ( ). Se estiver difícil, desenhe os triângulos representados acima no seu caderno e, observando atentamente, procure estabelecer a relação matemática entre número de triângulos e números de palitos.

Expresse sua idéia sobre PA.



## DEBATE

Depois de termos visto os conceitos de PG e PA, faça uma análise crítica sobre o que Malthus escreveu: “enquanto a população humana cresce em progressão geométrica, a produção de alimentos cresce em progressão aritmética”, procurando abordar:

**Até que ponto a teoria de Malthus se revela válida?**



## ATIVIDADE

Investigue sobre a população brasileira no período delimitado na tabela abaixo:

**Tabela 3**

Ano	População
1970	
1975	
1980	
1985	
1990	
1995	
2000	
2005	

Pesquise sobre a produção de alimentos, em toneladas, do país brasileiro, no mesmo período da tabela acima, anotando em seu caderno, conforme a tabela a seguir.



## ATIVIDADE

**Tabela 4**

Ano	Produção de alimentos em toneladas
1970	
1975	
1980	
1985	
1990	
1995	
2000	
2005	



## ATIVIDADE

- Verifique se a população brasileira cresceu em PG.
- Procure descobrir se a produção de alimentos no Brasil, no período em questão, se deu em PA.
- Que conclusões podem ser deduzidas analisando os dados das tabelas 3 e 4?
- Partindo do pressuposto que a população brasileira se alimenta mal e que milhares de pessoas nem tem o alimento básico para comer no dia-a-dia, é possível fazer uma análise consistente a partir do que escreve Malthus?

A partir das idéias de Malthus, Darwin concluiu que alguns indivíduos morreriam pela falta de alimento antes mesmo de se reproduzirem, havendo assim uma luta pela sua sobrevivência. Os que fossem mais avançados teriam maiores chances de sobreviver. Como é o caso do pescoço longo da girafa.

Com essas análises, Darwin concluiu que as mudanças poderiam ocorrer nas espécies e que as populações poderiam crescer muito rapidamente. No entanto esse crescimento não é notado porque as populações geralmente se mantêm em constante equilíbrio. Então deveria existir alguma forma que mantivesse esse equilíbrio. Darwin assim concluiu que seria pela seleção natural dos mais aptos.



## DEBATE

O grande mérito de Darwin foi descrever como as mudanças poderiam acontecer nas espécies. Você concorda com Darwin? Justifique.

Às vezes ficamos nos questionando o porquê de determinadas espécies serem da forma como são. Quem nunca ouviu a história do por que da jabuticaba ser um fruto tão pequeno de uma árvore tão alta e a abóbora um fruto tão grande de uma planta tão baixa? Você já imaginou, por exemplo, como seria se o avestruz voasse? Ora, se assim fosse, seria necessário muito alimento para dar a ele energia para mover seu enorme corpo no ar. Ao que se observa, parece que para tudo existe uma razão, principalmente que diz respeito aos seres vivos estarem adaptados ao seu ambiente.



Mimetismo é uma adaptação evolutiva em que a espécie desenvolve características que o confundem com outros seres vivos. Na figura, mariposas do gênero *Kalima* que se parecem com folhas secas.

**Fonte:** Departamento de genética, Universidad Complutense Madrid, Espanha, [www.ucm.es](http://www.ucm.es)



■ Melanismo industrial envolvendo a mariposa do gênero *Biston*, é o caso mais conhecido deste tipo de seleção observado a partir de 1850, em regiões industrializadas dos EUA, Inglaterra e Europa. Antes da Revolução Industrial observavam-se grandes quantidades de mariposas com asas de cor mais clara (fenótipo dominante), aptas para camuflarem-se entre os líquens que cobriam os troncos das árvores, sendo raríssimas as mariposas de cor mais escura (fenótipo recesivo). Por causa da Revolução Industrial, os líquens dos troncos escureceram e as mariposas de asas escuras se multiplicaram na forma que melhor se camuflava, tornando-se muito freqüentes, ao mesmo tempo em que as mariposas claras eram cada vez mais raras. Essa freqüência dos tipos claros e escuros de *Biston betularia* era devido à predação por pássaros, que agiram como agentes de seleção natural **Fonte:** Departamento de genética, Universidad Complutense Madrid, Espanha, [www.ucm.es](http://www.ucm.es)



## PESQUISA

Faça uma pesquisa de campo identificando cinco espécies de seres vivos e suas possíveis adaptações ao meio onde vivem.

Você já ouviu falar em especiação? Esse termo é usado para designar o processo de formação de novas espécies a partir de outras já existentes. A especiação, de acordo com contribuições recentes, é resultante da mutação gênica e recombinação genética associada a outros fatores como seleção natural, isolamento reprodutivo/sexual e/ou geográfico, dentre outros.

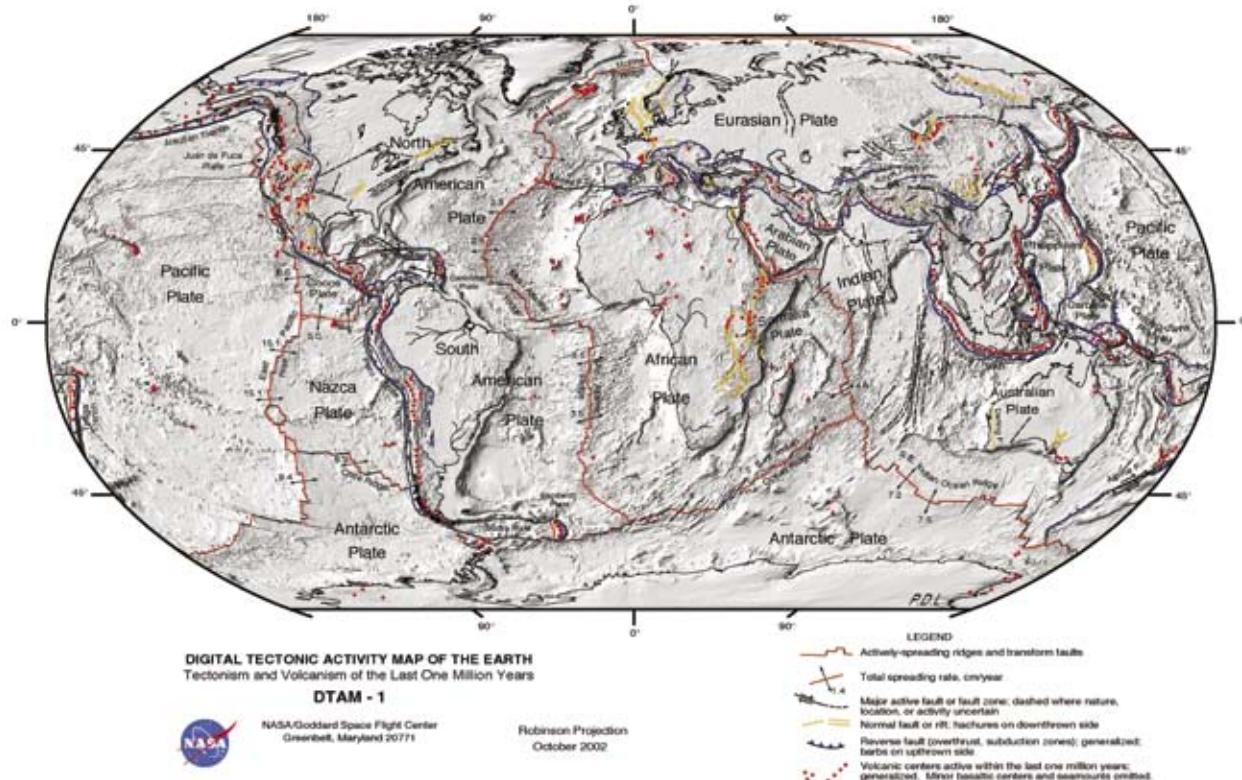
Em se tratando de especiação e isolamento geográfico eis algumas questões importantes que não podem ser deixadas de lado, como é o caso da formação dos continentes.

Nosso Planeta não é estático, ele sempre esteve e continua em intensa atividade. Em 1912, o alemão Alfred Wegener publicou a Teoria da Deriva dos Continentes, propondo que há 200 milhões de anos os continentes que hoje encontram-se separados já estiveram unidos em um único, denominado Pangéia, envolto por um mar universal, a Panthalassa.



■ Teoria da Deriva Continental.

A teoria de Wegener não foi aceita pela comunidade científica. Apenas na segunda metade do século XX ela foi retomada, e é tida como precursora da Teoria da Tectônica de Placas (década de 60).



Mapa digitalizado da Terra mostrando as Placas Tectônicas. Fonte: NASA, EUA.

Essa teoria explica que a superfície terrestre é composta de placas rochosas que estão constantemente se movimentando. Entre os limites dessas placas existem rachaduras, pelas quais os materiais incandescentes vindos do interior da Terra sobem para a superfície, agregando-se a ela. Nas proximidades dos limites entre as placas é comum ocorrer terremotos e atividades vulcânicas. Com a colisão dessas placas, surgiram as grandes cadeias montanhosas de Terra, como por exemplo, a cordilheira do Himalaia e a dos Andes.

Com o conhecimento da Teoria Tectônica de Placas é possível explicar a maioria das distribuições dos organismos no planeta, assim como, as diferenças entre os seres vivos. É importante ressaltar que a separação dos continentes não é o único fator que promove a especiação.

Imagine uma região em que a população de pardais (grupo A) seja abundante. Alguns desses pardais começam a espalhar-se para outras regiões em busca de alimento, os quais serão denominados de grupo B e C.

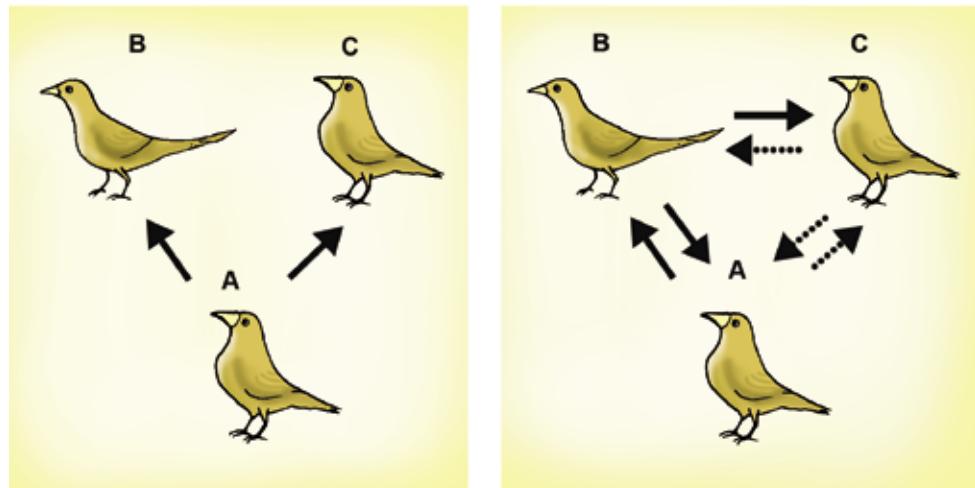
Cada grupo passa a viver isoladamente, pelo surgimento de uma barreira, como por exemplo, uma montanha. Desta forma estes grupos estarão submetidos a mudanças em seus habitats e nichos ecológicos, o que pode conduzir a alterações como: peso, tamanho das asas, pro-

**Habitat:** lugar físico onde vivem os seres de determinada espécie.

**Nicho ecológico:** posição exercida por um organismo, uma espécie ou uma população dentro de um ecossistema.

porções dos esqueletos e cor da pelagem. Essas alterações proporcionam uma melhor adaptação do indivíduo ao novo ambiente.

Com o tempo, a barreira que os separam poderá desaparecer e os grupos A, B e C novamente se comunicarão. O grupo A volta a cruzar-se com o grupo B, não acontecendo o mesmo com o grupo C, que sofreu acentuadas modificações. Com isso o grupo C passa a constituir um grupo diferente dos demais.



■ **Fonte:** Cecília Helena Vechiatto dos Santos.

**Obs:** as setas → indicam a possibilidade de cruzamento.  
as setas ....→ indicam a possibilidade de não cruzamento.

A formação dos diferentes grupos de pardais é baseada em três Leis, segundo proposta de TROPPMAIR (1987):

**Lei do tamanho ou Bergmann:** em regiões com temperaturas de inverno muito baixas, os pardais mostraram-se maiores.

**Lei das proporções ou de Allen:** nas regiões mais frias, os pardais apresentaram apêndices (bicos, asas e pernas) menores.

**Lei de Glöger:** em regiões mais quentes e úmidas, como no distrito de Vancouver, Canadá, e nas redondezas da Cidade do México, México, os pardais mostraram-se uma coloração mais escura.



## PESQUISA

Você percebeu que de uma única espécie de pardais surgiram outras em diferentes áreas geográficas? Encontre no texto argumentos que identifiquem condições para estas mudanças.

Como vimos, Darwin explica que na luta pela sobrevivência, os seres vivos com variações favoráveis, possuem maior sucesso na superação de obstáculos oferecidos pela vida. Os seres que não apresentavam tais variações, não estariam adaptados às determinadas condições ambientais e, consequentemente, seriam eliminados. Será que isso é vantagem para todas as espécies? Até que ponto ser selecionado é vantajoso para alguém?



## DEBATE

Faça uma discussão, em grupo, referente a alguns fatores que podem ser considerados seletivos na sociedade em que vivemos como, por exemplo, o alimento.

### Você sabia que ...

A seleção natural pode levar à separação dos caracteres e ou eliminação completa das formas intermediárias e imperfeitas no ambiente. Este é o argumento utilizado por Darwin para a explicação da evolução das espécies, ou seja, a seleção natural. Esta teoria não explicou de forma convincente as mudanças sofridas pelos seres vivos, pois se desconheciam os fatores genéticos que desencadeavam tais mudanças, como é o caso do exemplo dos grupos de pardais e das pernas das cobras.

Para completar a teoria de Darwin, foi proposta uma nova teoria que resultou na chamada Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo. Essa teoria procura explicar porque existem alguns seres que nascem diferentes dentro de uma espécie.

O Neodarwinismo baseia-se nos seguintes pontos:

- 1º. Seleção natural:** permanece a explicação de Darwin, isto é, na natureza os seres vivos portadores das melhores características se mantêm vivos na incessante luta pela sobrevivência.
- 2º. Mutações:** é um dos principais fatores para o surgimento de novas espécies. As mutações não ocorrem devido as alterações do meio, ou seja, o meio não altera o código genético do organismo de forma a torná-lo mais apto para a sobrevivência, e sim, pelo acaso, ou quando provocado como por exemplo, pelo raio X, radiação, dentre outros.
- 3º. Isolamento:** acontece a formação de novas espécies quando as variedades mutantes forem isoladas.



## DEBATE

Se as cobras algum dia tiveram pernas, então, pode ter sido um gene mutante que fez com que essas pernas desaparecessem?

E agora? Você já consegue responder a pergunta: as cobras rastejam por que não tem pernas ou elas não têm pernas por que rastejam?

E os pardais? Teriam a possibilidade do surgimento de um novo grupo?

E o homem? Como será que ele evoluiu? Poderá surgir uma nova espécie humana?

## ■ Referências Bibliográficas

- MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico.** Brasília: Universidade de Brasília, 1998.
- STORER, T. I. et al. **Zoologia geral.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.
- TROPPMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente.** Rio Claro, SP: IGCE/UNESP, 1987.

## ■ Obras Consultadas

- DARWIN, C. R. **A origem das espécies.** São Paulo: Hemus, 1981.
- JACOB, F. **O jogo dos possíveis.** Ensaio sobre a diversidade do mundo vivo: A bricolagem da evolução. Lisboa: Gradiva, 1981.
- ROSE, M. **O espectro de Darwin.** Rio de Janeiro: Cromosete, 2000.

## ■ Documentos Consultados *ONLINE*

- A Origem das idéias de Darwin.** Disponível em: <http://www.lcb.ufmg.br/~ibem/aulas/grad/evol/darwin/darwinpens.html> Acesso em: 09 set. 2005.
- Evolução das espécies.** Disponível em: <http://www.conhecimentosgerais.com.br/biologia/evolucao-das-especies.html> Acesso em: 09 set. 2005.
- Introdução à evolução.** Disponível em: <http://sti.br.inter.net/rafaas/biologia-ar/introducao.htm> Acesso em: 09 set. 2005.
- Jean – Baptiste de Monet Cavaleiro de Lamarck (1744 – 1829).** Disponível em: [http://www.sergiosakall.com.br/artistas/personalidade\\_lamarck.htm](http://www.sergiosakall.com.br/artistas/personalidade_lamarck.htm) Acesso em: 09 set. 2005.
- TOLEDO, M. C. M. **Terra:** um planeta heterogêneo e dinâmico. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Disponível em: <[www.igc.usp.br/geologia/a\\_terra.php](http://www.igc.usp.br/geologia/a_terra.php)> Acesso em: 04 out. 2005.



# **ANOTAÇÕES**



# A REPRODUÇÃO É UMA CONSEQÜÊNCIA DA VIDA OU A VIDA É UMA CONSEQÜÊNCIA DA REPRODUÇÃO?

■ Cecília Helena Vechiatto dos Santos<sup>1</sup>

**S**e você passar por uma avenida, por mais movimentada que seja, ou um deserto, ou a uma das regiões mais frias da Terra e observar, sempre haverá um ser vivo presente crescendo e se multiplicando no ambiente. Em todos os lugares do nosso planeta existe alguma forma de vida e esta vida se perpetua principalmente por meio da reprodução. Quem nunca fez uma pergunta como: De onde vim? Para onde vou? Como surgiu o homem? O pássaro? O peixe? As estrelas? O planeta? Enfim, o que é a vida? Como ela se mantém? Essas questões nos conduzem a refletir um pouco sobre como os primeiros seres vivos surgiram e a influência que a reprodução têm para existência desses seres, pois é provável que a vida nem sempre tenha habitado o Universo. Para entendermos como a vida teria surgido, vale a pena conhecer um pouco sobre a origem do Universo.

Para começo de conversa, atualmente existe uma teoria que explica que o Universo surgiu provavelmente por uma grande explosão da matéria que estava comprimida, ou seja, ocupando pouco volume, em comparação ao que se tem hoje, causando uma expansão no Universo. Essa explosão é conhecida como Big Bang. Acredita-se que esse fato tenha ocorrido há mais ou menos 15 bilhões de anos. O resultado dessa explosão foi o surgimento de aglomerações de corpos celestes, denominados de galáxias e, posteriormente, há mais ou menos 10,5 bilhões de anos, o planeta Terra foi sendo formado.



## ATIVIDADES

Será que a matéria explodida poderia se transformar em qualquer coisa? Em todas as coisas? Sem um projeto ou maquete?

O mais interessante é que, durante a formação da Terra, alguns seres foram surgindo e se instalando nos mais diversos ambientes, conforme suas necessidades e adaptações. Hoje sabemos que é muito difícil encontrar um ambiente terrestre que não seja ocupado por uma espécie de ser vivo.



## ATIVIDADES

Como é possível que num determinado continente vazio fossem surgindo seres, e nele se instalando? Que seres? De que tipo, tamanho, cor, peso, etc.? Em que ordem?

O homem, desde sua origem, tenta explicar o aparecimento da vida no planeta. Muitos estudos foram, e estão sendo realizados, para se chegar a um consenso de como a vida surgiu. Teria a vida surgido espontaneamente? Ou teria vindo de um outro planeta? Ainda não se sabe ao certo como a vida se originou. Mas existem muitas explicações para essa questão. Vamos aqui tentar conhecer algumas das hipóteses de como a vida teria surgido.



## DEBATE

Como teria surgido o primeiro ser vivo?

Até o início do século XIX, muitos cientistas, filósofos e até mesmo as pessoas mais cultas, acreditavam que a vida surgia por meio de duas formas: pelos seus semelhantes (pais) e pela geração espontânea.

"Essas idéias sobre abiogênese eram aceitas comumente até cerca de dois séculos atrás. Ainda no século XIII, havia a crença popular de que certas árvores costeiras originavam gansos; relatava-se que, algumas árvores que davam frutos similares a melões, no entanto contendo carneiros completamente formados em seu interior. No século XVI, Paracelso (Phillipus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim [1493 - 1541], foi um famoso médico, alquimista, físico e astrólogo), descreveu diversas observações acerca da geração espontânea de diversos animais, como sapos, ratos, enguias e tartarugas, a partir de fontes como água, ar, madeira podre, palha, entre outras. Cientistas de todos os campos do saber acreditavam, por exemplo, que as moscas eram originadas da matéria bruta do lixo. Já no século XVII, em resposta às dúvidas de Sir Thomas Browne [1605 - 1682], (autor inglês dos trabalhos variados que divulgam sua aprendizagem larga em campos diversos incluindo a medicina, a religião, a ciência e o esoterismo), sobre "se camundongos podem nascer da putrefação", Alexander Ross [1590-1654 ], escritor, respondeu:

Então pode ele (Sir Thomas Browne) duvidar se do queijo ou da madeira se originam vermes; ou se besouros e vespas das fezes das vacas; ou se borboletas, lagostas, gafanhotos, ostras, lesmas, enguias, e etc, são produzidas da matéria putrefeita, que está apta a receber a forma de criatura para a qual ela é por poder formativo, transformada. Questionar isso é questionar a razão, senso e experiência. Se ele duvida que vá ao Egito, e lá ele irá encontrar campos cheios de camundongos, prole da lama do Nilo, para a grande calamidade dos habitantes".

**Fonte:** <http://pt.wikipedia.org/wiki/abiogenese>, 10/04/06.

Sendo a geração espontânea a hipótese de que um ser vivo nascia da matéria inanimada, alguns cientistas ensinavam a receita de como produzir alguns seres, como por exemplo, os ratos. Era uma receita muito simples, pegar as roupas de baixo suadas e colocá-las num jarro, cobrindo-as com trigo e aguardar 21 dias, que é o tempo de gestação dos ratos. Estava pronta a produção, e com o maior sucesso.

Essa idéia da vida surgir espontaneamente parece absurda para nós, mas imagine você, vivendo na época da geração espontânea, e observando um bicho dentro da goiaba. Provavelmente, você nem se questionaria como ele teria surgido lá dentro e sim, acreditaria que teria nascido ou produzido da própria goiaba. Como se percebe, vida e reprodução estão relacionadas entre si.

A hipótese da geração espontânea começou a perder suas forças em meados do século XVII, quando o pesquisador italiano Francesco Redi demonstrou em uma experiência que as larvas de moscas surgiam somente nas carnes em decomposição, quando estas estavam em contato com as moscas adultas, as quais depositavam seus ovos.



■ Francesco Redi (1626 – 1697) foi um físico italiano. É conhecido pela sua experiência realizada em 1668 que se considera um dos primeiros passos para a refutação da abiogênese. O saber do seu tempo considerava que as larvas se formavam naturalmente a partir de carne putrefata. Na sua experiência, Redi utilizou 3 frascos, nos quais colocou carne em estado de putrefação. Selou fortemente um deles, deixou outro aberto e cobriu o terceiro com gaze. Desenvolveram-se larvas no frasco aberto e sobre a gaze do frasco correspondente. Não se desenvolveram larvas em nenhuma parte do frasco selado. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Você deve estar achando esse fato uma quimera, mas convém lembrar que no século XVII não se tinha conhecimento da existência dos microorganismos e que estes seres se reproduzem com muita rapidez nos mais variados ambientes. As pesquisas do cientista francês Louis Pasteur sobre os micróbios, em meados do século XIX, “esclareceu” a geração espontânea. Com seus experimentos, Pasteur demonstrou que para nascer um ser vivo, há a necessidade da existência de um outro ser vivo preexistente.



■ Louis Pasteur (1822 – 1895) em seu laboratório. Pasteur foi um cientista francês cujas descobertas tiveram enorme importância na história da ciência. A ele se deve a técnica conhecida como pasteurização. **Fonte:** ALBERT GUSTAF ARISTIDES EDELFELT (1854 - 1905), *Portrait of Louis Pasteur*, 1885, Fotografia exposta atualmente no Museu de Orsay, Paris, França.

Como a ciência nunca é pronta, nem acabada, 60 anos após os experimentos de Pasteur, a comunidade científica voltou a questionar o problema da origem da vida.



## DEBATE

Por que será que demorou tanto tempo para os cientistas voltarem a discutir esse assunto?

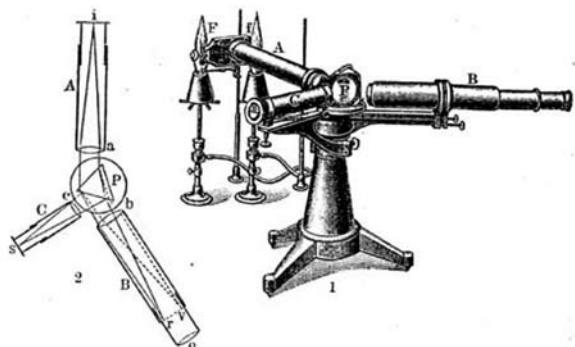
Com o passar do tempo, o desenvolvimento científico e o avanço da tecnologia permitiram muitas informações a respeito do metabolismo celular e isso revelou que as reações que ocorrem dentro das células são muito complexas, mesmo numa simples bactéria.

Com o progresso da astronomia e da geologia, pelo uso do espectroscópio, foi possível estudar mais a composição química das estrelas provocando discussões na comunidade científica, em relação à idade da Terra e do Sistema Solar. Ao que tudo indica, o enigma da questão para conhecer a origem da vida pode estar nas condições reais da Terra primitiva (ZAI, 2003).

### Espectroscópio

instrumento utilizado para analisar a decomposição da luz em Química, Física e Astronomia.

- Representação do Espectroscópio criado por Robert Wilhelm Eberhard BUNSEN (1811-1899) e Gustav Robert KIRCHHOFF (1824-1887), professores de Química e de Física na Universidade de Heidelberg, Alemanha. **Fonte da imagem:** Museu da Faculdade de Medicina, Universidade de València, Espanha. Em 1860, Bunsen e Kirchhoff demonstraram para um grupo de geólogos como identificar elementos como ferro, cobre, chumbo, sódio e potássio em minérios, através da coloração da chama em um queimador especialmente designado e, atualmente, denominado bico de Bunsen. A amostra sólida era dissolvida em água e a solução resultante, introduzida em uma chama. Pode-se estimar as concentrações dos elementos pela comparação da intensidade das cores de soluções de concentrações conhecidas com a intensidade das soluções de amostra sólida de minérios. **Fonte do texto:** OKUMURA, Fabiano; CAVALHEIRO, Éder T. G. e NOBREGA, Joaquim A. Experimentos simples usando fotometria de chama para ensino de princípios de espectrometria atômica em cursos de química analítica. Revista Química Nova, Set/Out 2004, vol.27, no.5, p.832-836. ISSN 0100-4042.



Os seres vivos são constituídos, principalmente, pelos elementos químicos hidrogênio (H), carbono (C), nitrogênio (N) e oxigênio (O). E estes, segundo o bioquímico russo Alexander Ivanovich Oparin, estavam presentes nas moléculas dos gases da atmosfera primitiva.

Teria a vida surgido pelas reações entre os gases metano ( $\text{CH}_4$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ), hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), conforme explicou Oparin, em 1922, e que, posteriormente, foi evidenciada pela experiência dos cientistas norte americanos Stanley L. Miller e Harold C. Urey da Universidade de Chicago, em 1953? Será que alguém conseguiu fabricar um ser vivo no laboratório a partir da matéria inerte?



### DEBATE

A combinação do metano, amônia, hidrogênio e vapor d'água poderia produzir qualquer coisa, todas as coisas, ou só o que fosse possível?

## Reações químicas

transformações pelas quais são formadas substâncias com propriedades diferentes das substâncias que interagem.

Se a teoria de origem da vida proposta por Oparin estiver correta, fica evidente que muitas reações químicas poderiam ter colaborado para o surgimento da vida em nosso planeta. Alguns cientistas estão interessados em estudar aquilo que possa levar a constituição de alguma molécula que seja vital para os seres vivos, como é o caso dos glicídios, lipídios, aminoácidos ou estruturas mais complexas como as proteínas e o DNA. O interesse que está em jogo é encontrar pistas para esclarecer a atmosfera primitiva do nosso Planeta.

## Mas afinal, o que são aminoácidos, proteínas, glicídios e lipídios?

Os aminoácidos são considerados “blocos” construtores das proteínas, sendo formado por uma amina e um ácido carboxílico. As aminas são compostos derivados da amônia ou gás amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), possuem caráter básico. O ácido carboxílico é todo composto formado pela combinação de um grupo carbonila ( $\text{C=O}$ ) e um grupo hidroxila ( $\text{OH}$ ), como resultado dessa combinação, possuem caráter ácido. Estas moléculas são chamadas de aminoácidos por serem formadas pela união de uma base amina com um ácido carboxílico.

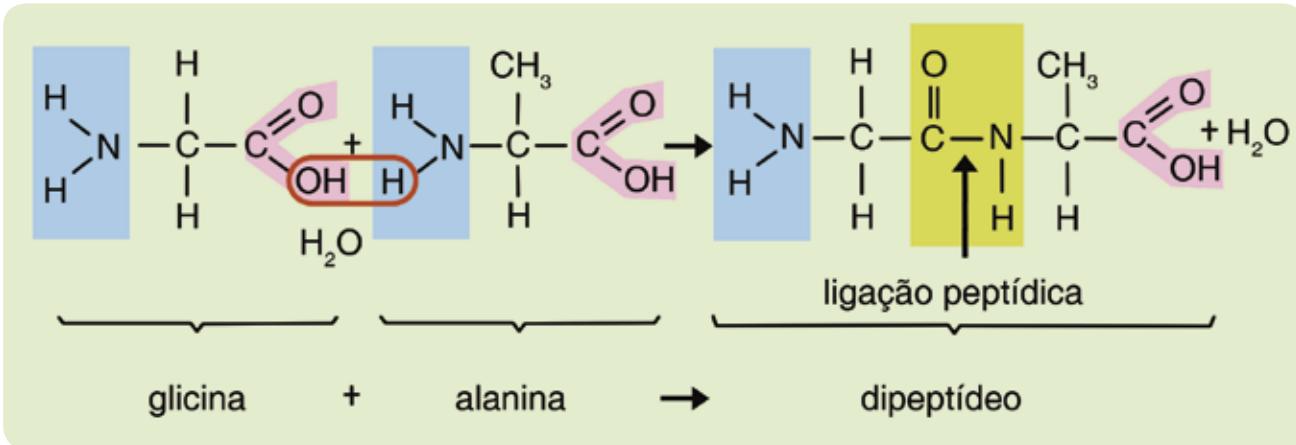
**Função química** é um conjunto de compostos que apresentam o mesmo grupo funcional. **Grupo funcional** é uma estrutura sub-molecular (átomo ou agrupamento atômico) que confere às moléculas comportamentos químicos semelhantes.



## PESQUISA

Pesquise o que são substâncias orgânicas e quais destas substâncias estão presentes nos seres vivos.

Se os aminoácidos formam as proteínas, resta-nos saber como estas são constituídas. Ao que se sabe, as proteínas formam-se a partir do encadeamento de muitos aminoácidos por meio de uma ligação peptídica. Nessa ligação, a carboxila de um aminoácido reage com a amina de outro aminoácido, liberando uma molécula de água, como podemos ver no exemplo a seguir:



- Esquema da formação de uma ligação peptídica entre dois aminoácidos.

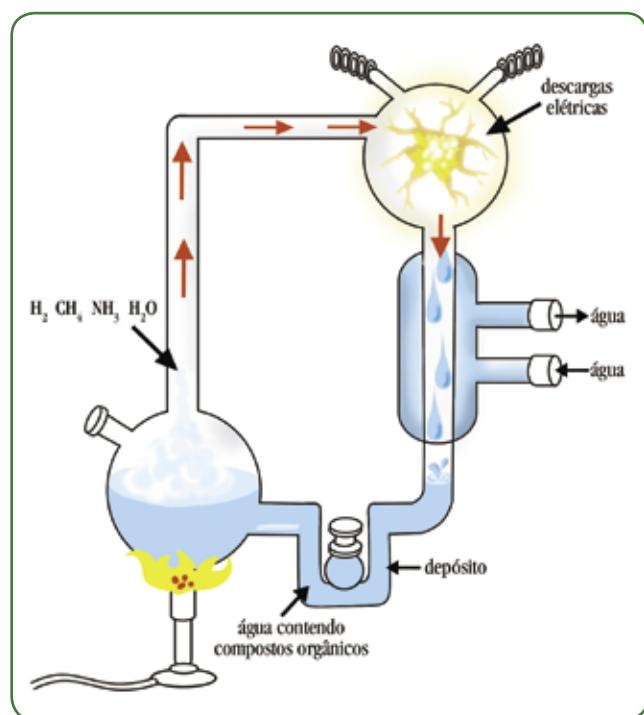


## PESQUISA

Pesquise e responda: qual a utilidade das proteínas para os seres vivos?

Como já comentamos anteriormente, o experimento realizado por Miller e Urey, em 1953, evidenciou a hipótese da origem da vida proposta por Oparin e Haldane. Miller e Urey misturaram os gases metano, amônia e hidrogênio. Com descargas elétricas, Miller simulou raios que seriam fonte de energia para as possíveis reações que aconteceriam. Os frascos com água seriam para simular o mar. Algumas semanas após as reações terem ocorrido, a água do frasco apresentava uma coloração vermelha, e os compostos uma coloração amarelada. A análise química dessa solução mostrou a presença de aminoácidos que podem ser considerados como blocos formadores das proteínas.

Atualmente, há muitos questionamentos ao experimento de Miller. Os geólogos explicam que a atmosfera terrestre nunca foi formada por gases em suas formas mais reduzidas ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ), mas sim, mais ou menos reduzidas, como o monóxido de carbono (CO), o gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), e o gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) e isso implica num rendimento muito baixo da produção de aminoácidos. Porém, com maior energia, algumas moléculas importantes podem ser produzidas a partir das proteínas que formam o DNA (ZAL, 2003).



- Esquema do equipamento de Miller e Urey, utilizado para testar a hipótese de Oparin e Haldane sobre a origem da vida.



## DEBATE

Será que Oparin se enganou quanto aos gases da atmosfera primitiva? Se houve esse engano, como Miller conseguiu produzir substâncias orgânicas em seu experimento?

Ao que tudo indica, o “quebra-cabeça” para conhecer como a vida surgiu, está na constituição da Terra primitiva. Se compararmos as condições da Terra com a história evolutiva do sistema solar, a ciência passa a buscar respostas para algumas das maiores indagações da humanidade: como a vida surgiu?



## DEBATE

Estamos sós no universo? Que condições a Terra apresentou para desencadear o processo de origem da vida? Seria por meio da reprodução?

Se a resposta para o problema da origem da vida ainda está sendo discutida, vamos então voltar os olhos para a questão da existência e a estabilidade dos seres vivos no Planeta. Você já deve ter percebido que os seres vivos habitam os mais diferentes tipos de ambientes, seja no ar, na água, e no solo. Essa camada do planeta que abriga os seres vivos é denominada de biosfera.

## Sol é fonte de energia!



**Sol, nosso Astro Rei, domina nossa sobrevivência na Terra. Fonte:** [www.diaadiadeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiadeducacao.pr.gov.br)

Quem nunca parou para admirar uma floresta, um jardim ou um lago? Quanta beleza! Quanta vida! Pois é, esses lugares são alguns exemplos de ecossistemas que compõem a biosfera. Então podemos concluir que um ecossistema é resultante da interação entre os seres vivos (bióticos) e os fatores não vivos (abióticos) num processo contínuo de busca pelo equilíbrio e estabilidade da vida na Terra. Essa estabilidade e equilíbrio não se estabelecem somente com os elementos do ecossistema, mas na interação com os elementos externos a ele, como é o caso da luz solar, que é fonte de energia primária para muitas das reações que ocorrem na biosfera.



## PESQUISA

Mas como a energia externa do próprio ecossistema pode intervir no equilíbrio da vida?

Como esta energia é captada e repassada aos diferentes seres vivos de um ecossistema?

Você deve estar pensando que a luz solar não é o único elemento externo que ajuda no equilíbrio e na estabilidade da vida nos ecossistemas. Pois bem, você acertou! Existem outros elementos como a temperatura, a água, a pressão, o pH, entre outros.

## ■ Vamos falar um pouco sobre temperatura?

Ao que tudo indica, no universo há diferenças de temperatura de milhares de graus, mas quase todos os seres vivos só sobrevivem dentro da escala de zero a 50 °C, ou menos. A temperatura pode influir na frutificação, no crescimento e na sobrevivência de plantas que alimentam grande parte dos animais. O crescimento de capins e folhas que servem de alimento a muitos roedores, insetos e animais herbívoros são interferidos pelo frio prolongado na primavera, afetando assim a sobrevivência desses animais. Portanto, cada espécie tem seus limites de temperatura, não suportando as exposições prolongadas ao congelamento ou ao calor excessivo. (STORER, 1979)



## ATIVIDADE

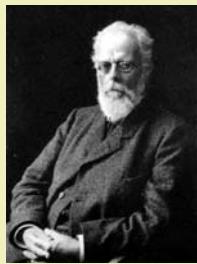
Em se tratando de influência da temperatura na reprodução dos seres vivos, responda:

Por que alguns animais hibernam?

Se a reprodução é o processo que dá condições para a espécie se perpetuar, fica claro que a vida está relacionada com ela, certo? Diante disso, alguém pode questionar: por que alguns seres necessitam de parceiros para se reproduzirem e outros não? Para que serve o sexo?

Ora, poucas pessoas discordam que sexo é bom, mas quando essa pergunta é feita pelos cientistas, a questão gera muitas controvérsias,

pois, para eles, a pergunta é: sexo é bom para quê? O biólogo alemão August Weismann, em 1889, observou que a função do sexo talvez não fosse a de permitir a multiplicação dos seres, porque muitas espécies se reproduziam sem a utilização de parceiros. Podemos comprovar isso enterrando um pedaço de ramo de roseira no chão para obter uma nova planta (FONSECA, 2005).



■ Friedrich Leopold August Weismann (1834 - 1914), biólogo alemão. Ele propôs a existência da barreira de Weismann. Esta barreira impede, ainda que não completamente, que as células somáticas passem informações para as células germinativas. Assim sendo, ela é importante, em termos conceituais, para reforçar a teoria da seleção natural de Charles Darwin. **Fonte:** Edwin G. Conklin, "August Weismann" Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 54, No. 220. (Oct. - Dec., 1915), pp. iii-xii.

Na reprodução assexuada, os filhos são praticamente cópias genéticas dos pais. Esse tipo de reprodução parece ser uma excelente forma de um ser vivo passar seus genes aos descendentes. Muitos organismos, como as planárias (vermes terrestres e aquáticos), conseguem gerar novos seres pela fissão (separação) do corpo. Os microrganismos unicelulares simplesmente se separam em dois. Alguns insetos como os pulgões e até mesmo alguns animais mais complexos como alguns lagartos, peixes e anfíbios, em determinados períodos do ano, produzem ovos, os quais originam cópias fiéis dos pais (FONSECA, 2005).

## ■ Então todos os seres se reproduzem!

Alguns animais como peixes, répteis, anfíbios, insetos, entre outros, necessitam do ambiente como fonte de energia para manter a temperatura corpórea (pecilotermos ou ectotérmicos). Uma mudança brusca na temperatura pode intervir na reprodução desses seres.

A maioria das plantas e dos animais se reproduz sexuadamente juntando os genes da mãe com os do pai (reprodução cruzada). Para que ocorra esse tipo de reprodução há necessidade dos gametas (células reprodutivas), que em geral, possuem a metade do número de cromossomos da espécie. Assim, a fusão de um gameta feminino com um gameta masculino, denomina-se fertilização.



### PESQUISA

Você sabe por que os testículos humanos se localizam na parte externa do corpo?



PROTOZOÁRIO  
*Trypanosoma cruzi*

■ Fotomicrografia do *Trypanosoma cruzi*. É um importante protozoário parasita, causador da Doença de Chagas transmitida por insetos, conhecidos no Brasil como barbeiros. **Fonte:** CDC - Centro de Controle e Prevenção de Doenças, Departamento de Saúde e Serviços Humanos, Governo dos Estados Unidos.

Um fato curioso é que existem seres, como os protozoários, que contam com as duas alternativas de reprodução (sexuada e assexuada), mas eles optam pela forma sexuada. Será que existe alguma vantagem nessa forma de reprodução? Ao que tudo indica a resposta pode ser sim. Vejamos por quê.

O geneticista norte-americano Hermann Joseph Muller, em seus estudos, julgou que as mutações que ocorrem nos seres vivos, causam mais mal do que bem e estas se aglomeram mais rapidamente em espécies que se reproduzem assexuadamente, num “caminho sem volta”. A reprodução sexuada, por consentir a mistura do material genético, conseguiria reverter o problema evitando consequências prejudiciais que as mutações podem causar. Atualmente, as mutações são vistas como origem da diversidade dos seres vivos, e que, se não forem repreendidas pela natureza, ao menos em parte, põe em perigo a sobrevivência, por diminuírem constantemente a adaptação dos animais e plantas ao ambiente em que vivem (FIORAVANTI, 2005).

Parece estar claro que a reprodução é uma característica comum a todos os seres vivos. Independentemente da espécie, todos os seres vivos se reproduzem. Ao que se sabe, os únicos seres em que há controvérsia se são seres vivos ou inertes, são os vírus. Sendo vivos ou não, os vírus são considerados parasitas obrigatórios, pois não possuem forma de reprodução independente de seus hospedeiros. Quando estão fora do organismo do seu hospedeiro, cristalizam-se e comportam-se como matéria inanimada.

Para os cientistas uma coisa é certa - em todas as formas de reprodução dos seres vivos, o material genético (DNA) é transmitido aos descendentes. Estudos realizados em 2002 pelo físico José Fernando Fontanari, do Instituto de Física de São Carlos, explicam que as moléculas de DNA podem ser as únicas moléculas que na Terra primitiva resistiram no processo para formação dos seres vivos, e que o DNA talvez tenha emergido de uma forte competição, com outras estruturas químicas capazes de reproduzirem a si mesmas (FIORAVANTI, 2005).

Para aumentar seus conhecimentos sobre VÍRUS, procure neste Livro Didático Público de Biologia, o Folhas **Vírus: “fluído venenoso”**

O professor José Fernando Fontanari é Bacharel em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1985), Doutor em Física pelo IFQSC/USP (1988). Atualmente é professor titular no Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo. Participe do Grupo de Pesquisa em Física Teórica, onde desenvolvem projetos sobre: "Modelos teóricos de evolução pré-biótica (origem da vida)"; "Modelos teóricos de ecossistemas microbiais", e "Árvores genealógicas e inferência ancestral em genética de populações".

**Fonte:** [www.ifsc.usp.br](http://www.ifsc.usp.br)

O sucesso da resistência do DNA foi porque houve cooperação entre essas moléculas quando se replicaram, o que não aconteceu com as outras moléculas, que por algum motivo eram incapazes de prestar ajuda entre elas, assim, acabaram desaparecendo. Esse processo pode ser classificado como seleção natural. Após o processo de seleção entre as moléculas mais aptas, é que começaram a se formar os primeiros seres vivos na Terra, provavelmente, há 4,5 bilhões de anos (FIORAVANTI, 2005).



## DEBATE

Será que a vida pode ter surgido da reprodução de moléculas?

### Vamos falar um pouco sobre Bioética?

Há menos de duas décadas, a bioética está fazendo parte da trajetória da sociedade e vem crescendo muito nos últimos anos. Ela surgiu da necessidade de se discutir moralmente os efeitos resultantes dos avanços tecnológicos das ciências, principalmente, na área da saúde, assim como os pacientes e os aspectos tradicionais da relação de profissionais desta área. A bioética pode ser considerada a ética profissional dos médicos e dos cientistas das ciências que têm por objeto os seres vivos.

A partir do século XX, os avanços científicos e tecnológicos cresceram rapidamente. Atualmente, o homem está manipulando condições para que a vida se mantenha. Algumas formas de reprodução humana estão sendo desenvolvidas em laboratório, principalmente, para atender casais que por alguma razão não podem ter filhos, como é o caso da reprodução assistida.

A reprodução assistida é uma técnica utilizada, atualmente, para produzir embriões humanos em laboratório. Esse assunto gera muitos debates, principalmente referindo-se a questões éticas.

Dentre as técnicas de reprodução assistida, a inseminação artificial pode ser considerada a mais simples e a mais próxima do processo natural. Todavia, para o casal receber esta forma de tratamento, a mulher deve apresentar tubas uterinas íntegras e o homem, no mínimo  $5 \times 10^6$  espermatóides móveis.

Uma vez devidamente estudado o casal, e indicada a inseminação artificial, o tratamento começa com a estimulação controlada dos ovários.

**Fonte:** <http://www.unifesp.br/grupos/rhumana/iiu.htm>

É comum numa união de um homem com uma mulher a seguinte pergunta: Quando chega o bebê? De certa forma, existe uma pressão da sociedade no casal, principalmente sobre a mulher, em relação à procriação. A infertilidade conduz à discriminação, que reforça o sentimento de inferioridade e de culpa na mulher, além da estrutura familiar que é abalada quando o casal não pode ter filhos.

A reprodução assistida possibilita aos casais com problemas de infertilidade a realizar um dos mais desejados sonhos da humanidade – a procriação. Porém algumas questões são fortemente discutidas quando um casal opta pela inseminação artificial, como por exemplo, o alto investimento financeiro e os riscos de vida aos quais a mulher e o futuro bebê estarão sujeitos. Neste caso, ao invés do casal fazer a inseminação artificial, por que eles não adotam uma criança?



## DEBATE

Existem muitas crianças necessitando um lar para viver. A adoção não seria mais útil? Existem leis para a adoção?

A busca incansável por novos conhecimentos científicos sempre preocupou a humanidade. Isso gerou necessidade de impor alguns limites éticos e morais, não para impedir o desenvolvimento e o progresso dessa nova tecnologia reprodutiva, mas para controlar sua utilização.

Todo cuidado deve ser tomado para não cair na técnica pela técnica, ou seja, na desumanização e artificialização do processo da reprodução humana.



■ Experiência laboratorial. **Fonte:** [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)

O Conselho Federal de Medicina (CFM) regulamentou algumas leis de utilização das técnicas de reprodução assistida em 1992, através da Resolução CFM nº 1.358/92. Essa Resolução determina alguns critérios éticos e técnicos que devem ser seguidos por todos os médicos brasileiros que utilizam esse meio de reprodução.

Ao todo são seis critérios para a realização da técnica de reprodução assistida, segundo NETO (1998):

- 1- Necessidade de vínculo matrimonial: deve-se considerar a estabilidade e a efetividade do casal;
- 2- Doação de gametas: é indicada nos casos em que não há gametas em ambos ou em um dos componentes do casal;
- 3- Número de embriões transferidos: no Brasil limitou-se a transferência de até quatro embriões por cada procedimento;
- 4- Criopreservação de gametas e embriões: no Brasil, a Resolução regulamenta que os embriões que não são utilizados, após a transferência a fresco, não devem ser descartados;
- 5- Diagnóstico genético *in vitro*: as técnicas de reprodução assistida podem ser utilizadas no diagnóstico e tratamento de doenças genéticas, quando indicadas, e com garantias de sucesso;
- 6- A gravidez de substituição: no Brasil, a Resolução permite a utilização desde que exista impedimento físico ou clínico para que a mulher, doadora genética, possa levar a termo uma gravidez.



## DEBATE

Diante desses critérios algumas indagações podem ocorrer: o homem é um objeto da Ciência? Se a Ciência lida com fatos observáveis, ou seja, com acontecimentos e seres em laboratório, então, nesse caso, o homem passa a ser objeto de experimentação?

O homem é livre, dotado de razão e de vontade, é capaz de criar valores e fins, fazer suas próprias escolhas diante de várias opções. Como explicar cientificamente um ser que é livre e que age por liberdade? Como transformá-lo em objeto, sem destruir sua principal característica – a subjetividade?

A intervenção da ciência e da tecnologia na reprodução humana constitui um problema ético a medida que interfere nos valores da família e no respeito aos direitos humanos. Os problemas éticos, decorrentes da interferência da ciência na reprodução humana, podem ser assim enunciados: “à utilização do consentimento informado; a seleção de sexo; a doação de espermatozóides, óvulos, pré-embriões e embriões; a seleção de embriões com base na evidência de doenças ou problemas associados; a maternidade substitutiva; a redução embrionária; a clonagem; pesquisa e criopreservação (congelamento) de embriões” (GOLDIN, 2005, p. 01).

Um exemplo de problema ético muito discutido, atualmente, é a utilização das técnicas de reprodução medicamente assistida em casais com problemas de infertilidade. Uma demanda com o objetivo de proteger parceiros de mulheres portadoras do vírus HIV, já foi encaminhada a vários serviços que utilizam essa técnica de reprodução. Nesse caso o uso da reprodução assistida seria utilizado a fim de proteger o parceiro de uma possível contaminação, o que permitiria ao casal a possibilidade de ter filhos.

Ao que se sabe, antes desta demanda, não existiam métodos adequados de tratamento dessa doença nem a prevenção para o bebê, portanto, era inviável ter filhos, o casal em que a mulher era portadora do vírus HIV, pois seria colocar em grande risco de contaminação uma terceira pessoa – o bebê. O resultado dessa demanda foi uma diminuição no risco de transmissão dessa doença, permitindo aos profissionais, portadores, parceiros e Comitês de Bioética, uma nova discussão deste tema.

Esses problemas éticos instigam a necessidade de pensar, a partir da ética, o significado da vida. Uma questão que parece ser importante para reflexão: “quando a vida começa?”. Existem aqueles que defendem que a vida tem início na reprodução, ou seja, na união dos gametas, feminino e masculino. Outros afirmam que o início da vida começa no momento em que o zigoto se fixa na parede intra-uterina (nidificação). O importante é perceber que a posição adotada pelo cientista tem implicações éticas, ou seja, sua atividade científica não é neutra quando interfere na forma de concepção da vida humana.



## DEBATE

Faça uma reflexão sobre os problemas éticos citados acima e a seguir responda: que benefícios a interferência da Ciência, na reprodução humana, trará para a humanidade? Esses benefícios superarão os malefícios?

## Referências Bibliográficas

- PEDROSA NETO, A.H.; FRANCO JÚNIOR, J. G. Reprodução assistida. In: CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. **Iniciação à bioética**. Brasília: CFM, 1998.
- STORER, T. I. et al. **Zoologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.
- ZAIA, D. A. M. **Da geração espontânea à química prebiótica**. São Paulo: SBQ, 2003.

## Obras Consultadas

- CHAUI, M. **Convite à filosofia**. São Paulo: Ática, 1999.
- FERREIRA, I. S. (orgs). **Iniciação à bioética**. Brasília: CFM, 1998.
- MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico**. Brasília: Universidade de Brasília, 1998.
- MORAIS, J; SAMBUGARO, A. O mistério da vida. **Revista Super Interessante**, n. 187, 2003.

## Documentos Consultados *ONLINE*

- ABIÓGÊNESE. In: **WIKIPÉDIA**, a enciclopédia livre. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Abiogênese](http://pt.wikipedia.org/wiki/Abiog%C3%A9nese)> Acesso em: 10 abr. 2006.
- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. **Resolução n. 1358/1992 de 1 nov. 1992**. Disponível em: <[www.portalmedico.org.br](http://www.portalmedico.org.br)> Acesso em: 19 set. 2005.
- FIORAVANTI, C. Gênese do DNA. **Revista Pesquisa Fapesp**, São Paulo, 87. ed. mai. 2003. Disponível em: <[www.revistapesquisa.fapesp.br](http://www.revistapesquisa.fapesp.br)> Acesso em: 03 set. 2005.
- FONSECA, C. R. **Reprodução sexuada X reprodução assexuada: sexo serve pra que?** Disponível em: <[www.eduquenet.net/reproducao.htm](http://www.eduquenet.net/reproducao.htm)> Acesso em: 03 set. 2005.
- GOLDIM, J. R. **Bioética e reprodução humana**. Disponível em: <[www.bioetica.ufrgs.br/biorepr.htm](http://www.bioetica.ufrgs.br/biorepr.htm)> Acesso em: 19 set. 2005.
- MAFTUM, M. A. et al. A biotecnologia e os impactos bioéticos na saúde. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 6, n. 1, 2004. Faculdade de Enfermagem, Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <[www.fen.ufg.br/revista.htm](http://www.fen.ufg.br/revista.htm)> Acesso em: 09 out. 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. Escola Paulista de Medicina. **Reprodução humana**. Disponível em: <[www.unifesp.br/grupos/rhumana/pgum.htm](http://www.unifesp.br/grupos/rhumana/pgum.htm)> Acesso em: 19 set. 2005.



# **ANOTAÇÕES**



# DNA: A LONGA CADEIA DA VIDA

■ Iara Suyama Ferrari<sup>1</sup>

Você já parou para pensar como a genética faz parte do nosso cotidiano? Todos nós, de certa forma, somos ao mesmo tempo muito semelhantes e diferentes uns dos outros. Mas, quando se trata da questão aparência por descendência a “história” muda, pois os organismos vivos pertencentes à mesma espécie não são geneticamente iguais.

Quem nunca se olhou e ficou procurando alguma semelhança que lembrasse seus pais ou parentes?

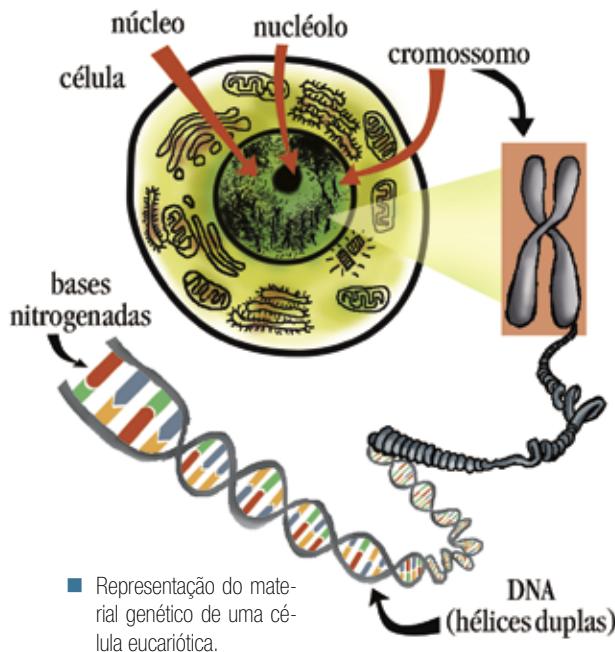
Quem nunca parou para pensar qual a chave que dá acesso à natureza das coisas vivas?



Os **genes** são responsáveis por tudo que somos: influenciam o funcionamento e o desenvolvimento dos nossos órgãos, determinam a produção de proteínas do nosso corpo, nos conferem características como cor da pele, cor dos cabelos, tamanho dos dentes, tipo sanguíneo...

Pois é, essas semelhanças estão contidas nos “fatores” (genes) que se encontram na “chave” que acessa a natureza viva, ou seja, nas células de todos os organismos vivos.

Com certeza você já viu, ou ouviu, em algum lugar, que todos os seres vivos têm como sua menor parte, uma estrutura chamada célula.



O ser humano possui cerca de 100 trilhões de células...

Dentro das células, está o núcleo...

No interior do núcleo, os cromossomos...

Nos cromossomos encontramos os genes...

Os genes são formados pelo DNA.

**Organismos multicelulares:** são organismos constituídos por mais de uma célula.

O **núcleo celular** é formado por membrana nuclear, cariolinfa, cromatina e nucléolo.

Para aprofundar seus conhecimentos sobre CÉLULA, leia neste Livro Didático Público o Folhas **“Célula: que unidade é essa que constitui e mantém todos os seres vivos?”**.

Para compreender melhor, vamos fazer uma comparação. Imagine uma casa! Para construí-la o pedreiro organiza os tijolos, que em conjunto formam as paredes. Estas paredes formam os diversos cômodos, que agrupados, em última instância formam a casa. Com os organismos vivos multicelulares acontece algo semelhante: as células se agrupam para formar os diferentes tecidos, estes por sua vez formam os órgãos e sistemas, que finalmente, em conjunto, formam o organismo.

As células possuem “partes menores”. São as organelas e os compostos celulares que juntos desempenham várias funções em seu metabolismo, permitindo desta forma a continuidade da vida.

Mas quem tange, com maestria, este fascinante e complexo mundo celular?

Como você deve ter notado na parte central da célula fica o seu núcleo. Nele estão contidas **várias** informações inerentes à vida numa rede filamentosa chamada cromatina. A cromatina é formada pela molécula de ácido desoxirribonucléico (DNA) que durante a divisão celular se enrola e se condensa, tornando-se identificável. As estruturas formadas são os cromossomos que tem por finalidade carregar os genes.

A palavra cromossomo foi proposta pelo biólogo Wilhelm Waldeyer-Hartz em 1888, cujo significado em grego é “corpo colorido”. Isso porque ao se observar uma célula corada ao microscópio, percebe-se um emaranhado de fios coloridos localizados no interior do núcleo.

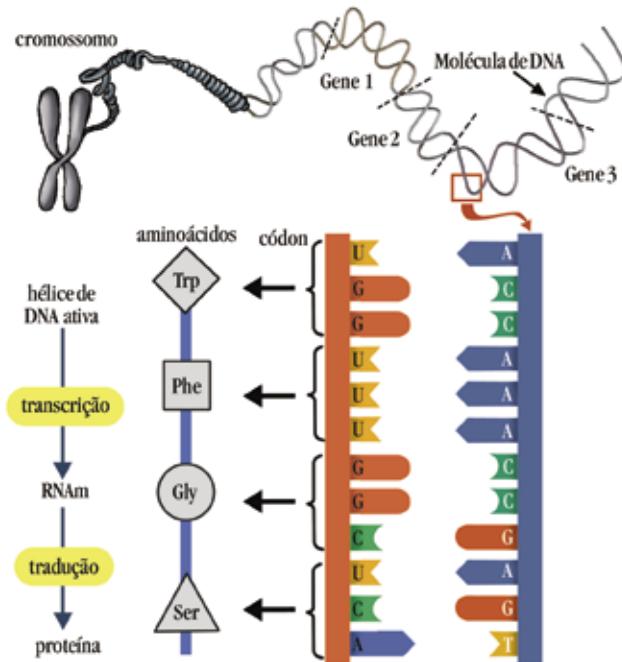


## ATIVIDADE

Com seu professor, realize o seguinte experimento:

Raspe com um “palitinho” um pouquinho de sua mucosa bucal e coloque sobre uma lâmina de vidro, pingue uma gota de azul-de-metileno ou iodo (lugol). Observe ao Microscópio Óptico. A mancha escura que você vê no centro das células é o núcleo, e dentro dele estão os cromossomos.

É interessante saber que um cromossomo é formado por uma única molécula de DNA, associada às moléculas de proteínas. Essas longas cadeias de DNA possuem os códigos para a “fabricação” de todas as proteínas do organismo. Portanto, gene é cada parte do DNA que possui essa informação, nos códigos, para a formação da proteína. Observe ao lado:



■ Esquema do mecanismo de produção de proteína.



## DEBATE

Qual o segredo para que toda a vida do Planeta seja mantida?

## ■ Desvendando o segredo da vida: a molécula do DNA

A procura de respostas para decifrar o segredo da vida é muito antiga. Desde 400 a.C., Hipócrates, filósofo grego, explicou que as características adquiridas pelos pais eram transmitidas aos filhos. No ano 340 a.C. Aristóteles observou que as características hereditárias eram mais semelhantes às dos avós do que às dos pais.

Em meados do século XIX, os cientistas identificaram a existência do DNA, mas não se conheceu sua estrutura nem o seu funcionamento. Friedrich Miescher, bioquímico, em 1869, pesquisando bandagens cheias de pus, isolou uma substância que denominou “nucleína”. Mais tarde descobriu que essa substância só era encontrada no cromossomo. Quando percebeu a importância de sua façanha, em 1893, escreveu:

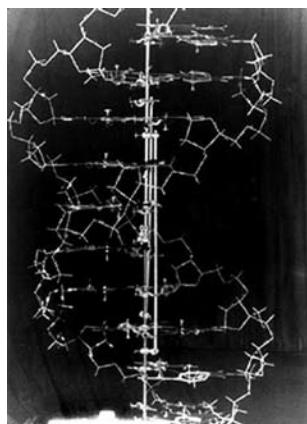


■ Aristóteles de Estagira, 384 a.C. – 322 a.C. filósofo grego, um dos maiores pensadores de todos os tempos. **Fonte:** GNU Free License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

“A hereditariedade garante, de geração a geração, uma continuidade de forma num nível ainda mais profundo que o da molécula química. Faz parte dos grupos atómicos estruturais. Nesse sentido, sou partidário da teoria da hereditariedade química” (WATSON, 2005, p. 49).



■ James Watson e Francis Crick com um modelo da molécula do DNA, a dupla-hélice. **Fonte:** Imagem disponível na Academy of Achievement, Museum of living history, Washington, EUA.



■ Modelo original da demonstração de Watson e de Crick da dupla-hélice. **Fonte:** Imagem disponível na Academy of Achievement, Museum of living history, Washington, EUA.

Por várias décadas, esse mistério não foi revelado até que, em 1930, foi possível mostrar que o DNA é uma molécula muito longa contendo quatro bases: adenina (A), guanina (G), timina (T) e citosina (C).

Em 1935, Alan Turing desenvolveu um trabalho que fornecia a base da moderna teoria do computador: a linguagem binária. Porém, na época, sua proposição não foi considerada pela academia, a não ser por uns poucos matemáticos. Paralelamente aos estudos de Turing, Watson e Crick preparavam-se para decifrar a estrutura do DNA, não havendo troca de idéias entre eles para saber em que pesquisa cada qual estava imerso (HOBSBAWN, 1995).

Dezoito anos mais tarde, Watson e Crick relacionaram a decifração do código genético à teoria matemática proposta por Turing, ou seja, utilizaram a teoria binária para explicar a estrutura da molécula de DNA.

No ano de 1944 é publicado o livro “O que é a vida?”, escrito por Erwin Schrödinger, relatando que a vida era escrita num código secreto. Esta obra inspira James Watson e Francis Crick a entender o “fenômeno vida”.

Linus Pauling (químico), em 1953, publica um artigo onde esboça a estrutura de DNA com três hélices. Watson discorda deste modelo, para ele a molécula era formada por duas cadeias, onde as bases estariam ligadas por hidrogênio (H). Fica então a indagação: “Mas como poderiam se juntar em pares?”

Numa manhã de sábado, 28 de fevereiro de 1953, no laboratório Cavendish, da Universidade de Cambridge, James Watson consegue finalmente desvendar o fascinante segredo da vida. Brincando com seu quebra-cabeça tridimensional, percebe que os nucleotídeos se emparelham sempre da mesma forma, isto é, adenina com timina e citosina com guanina. Crick, imediatamente, consente num modelo de bases emparelhadas. A proposição deste modelo abre um imenso e novo horizonte de pesquisas. E não há exageros, a Biologia Molecular dominou por completo o campo da Biologia no século XX e continua dominando.

Desta forma, a linguagem que escreve a vida é semelhante ao código binário ou ao código Morse. Porém, em vez de termos pontos e traços, como no código Morse, temos uma série de adeninas, timinas, citosinas e guaninas.

Quando copiamos algo é comum comettermos erros. Na escrita da vida, estes equívocos também podem acontecer, quando transcritos. O modelo da dupla-hélice leva ao entendimento que a vida é uma simples questão de física e química, sendo o DNA responsável pela herança genética.

**Biologia Molecular** é a parte da Biologia que estuda os fenômenos vitais moleculares (os ácidos nucléicos, proteínas, etc.) e o modo como os genes são manipulados, se regulam e se expressam.



## PESQUISA

Faça uma pesquisa sobre os temas DNA ou Evolução em livros de Biologia Geral ou Genética Humana e responda:

Qual o segredo das mutações ocorridas com as espécies ao longo de todo o caminhar rumo à Evolução?

Watson e Crick pesquisaram muito até que, finalmente, propuseram um modelo para tão inusitada molécula, o DNA, que se tornou o protagonista da VIDA.

Hoje, graças aos estudos de Watson e Crick, sabemos que esta incrível molécula é uma dupla-hélice formada por uma desoxirribose, um radical fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e pelas bases nitrogenadas: adenina e guanina (bases púricas), timina e citosina (bases pirimídicas).

Na molécula de ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), de onde deriva o íon fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), ocorre ligações covalentes. Nelas ocorre o compartilhamento de um par eletrônico por dois átomos. Estas ligações ocorrem porque há interações entre as eletrosferas dos átomos participantes na busca por sua estabilidade.

Mas o que significa estabilidade do ponto de vista da Química?

É um conceito que surge em função da natureza dos elementos químicos. Os elementos mais estáveis da natureza são os gases nobres que têm oito elétrons na última camada eletrônica, com exceção do hélio (He) que tem dois. São tão estáveis que dificilmente se combinam com outro elemento.

### Fique por dentro ...

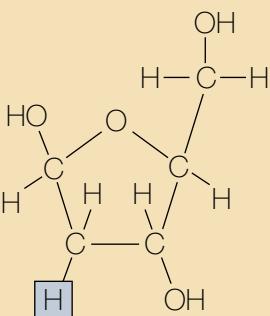
O hidrogênio é um elemento químico pertencente à família 1 (I A), portanto possui um elétron na sua última camada.

O fósforo (P) pertence à família 15 (V A), possui cinco elétrons na última camada eletrônica.

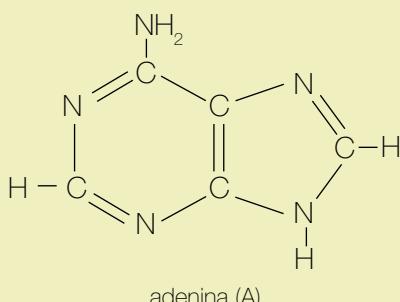
O elemento oxigênio (O) possui seis elétrons na sua última camada, pertencendo à família 16 (VI A).

Com a ligação covalente o elemento hidrogênio (H) fica com dois elétrons na última camada, como o hélio (He), um gás nobre. Os elementos fósforo (P) e oxigênio (O) adquirem a distribuição eletrônica dos demais gases nobres com configuração mais próxima (oito elétrons na última camada).

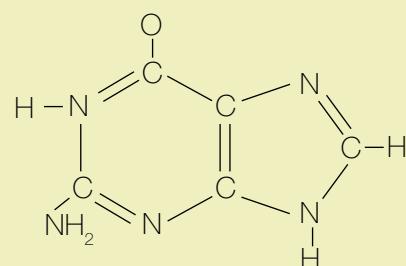
Da mesma forma, para a formação da desoxirribose, os átomos carbono (C), oxigênio (O) e hidrogênio (H), se unem através de ligações covalentes. Veja:



Finalmente temos as bases nitrogenadas. As bases púricas são estruturas químicas formadas por duas cadeias fechadas, também denominadas, anéis. São elas: adenina (A) e guanina (G).

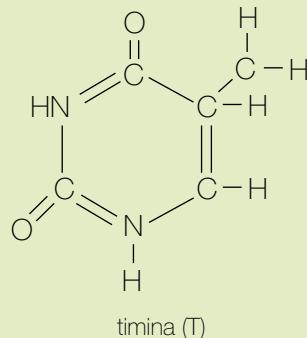
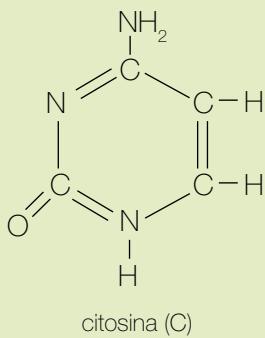


adenina (A)



guanina (G)

Formando as bases pirimídicas, temos quatro átomos de carbono e dois de nitrogênio em uma cadeia fechada. No DNA temos a citosina (C) e a timina (T).



De posse de todos os “ingredientes” vamos montar a molécula de DNA?

Para a formação de um nucleotídeo, que chamaremos carinhosamente de “menor porção do DNA”, o açúcar desoxirribose une-se a uma base nitrogenada liberando uma molécula de água ( $H_2O$ ), assim como, há a liberação de uma molécula de água na união do ácido fosfórico com a pentose.



## ATIVIDADE

Transcreva as fórmulas das moléculas de ácido fosfórico, pentose, desoxirribose, e de uma base nitrogenada. A seguir, seguindo as pistas dadas, tente montar um nucleotídeo.

Você pensa que está tudo pronto? Ainda não! Resta-nos unir vários nucleotídeos através da polimerização, ou seja, da ligação de várias moléculas pequenas (nucleotídeos) formando uma molécula grande, isto é, uma cadeia nucleotídica de DNA.

Mas, se o DNA é formado por duas cadeias... Onde está a outra?

Bem, a segunda cadeia de DNA é formada a partir da primeira, com os pareamentos entre a adenina e a timina e, a citosina com a guanina. Esta cadeia, assim como a anterior, é composta pelo fosfato (derivado do ácido fosfórico), desoxirribose e bases nitrogenadas. O pareamento A –T e C – G, se dá pelas de pontes de hidrogênio.

**Pontes de hidrogênio** é a interação entre moléculas que apresentam o átomo de hidrogênio (H) com moléculas que apresentam átomos de flúor (F), oxigênio (O) ou nitrogênio (N), elementos que são altamente eletronegativos, dando origem a dipólos muito acentuados.

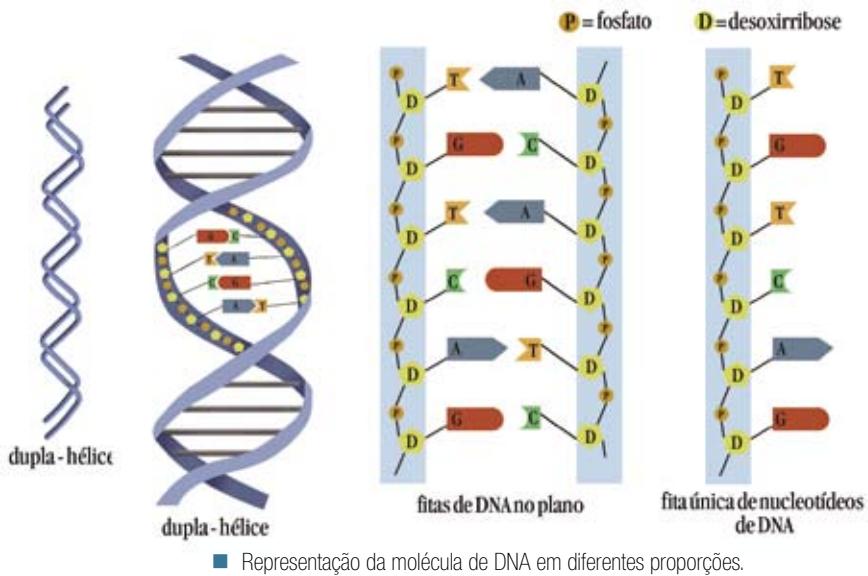


## ATIVIDADE

Você já percebeu que o DNA é a essência da vida. Como você justifica o fato de que ao se conhecer a quantidade de uma das bases nitrogenadas, por conseguinte conhecemos a quantidade das outras? Exemplifique.

Estas ligações, onde a **A** sempre pareia com a **T** e a **C** com a **G**, acontecem porque as duas bases púricas não conseguem se ajustar, assim como as duas pirimídicas também não; havendo ainda a incompatibilidade da existência das pontes de hidrogênio entre as bases, onde a adenina e a timina possuem três pontes, e a citosina e a guanina, duas. Isto nos leva a constatar que se conhecendo uma das cadeias, consequentemente, conhece-se a outra.

Pense em uma enorme escada de cordas em caracol. Pois bem, a molécula de DNA assemelha-se a ela, onde os corrimões (cordas) seriam formados por moléculas alternadas de fosfato e desoxirribose e os degraus seriam as bases nitrogenadas ligadas entre si por pontes de hidrogênio.



Agora sim, temos uma molécula de DNA... Porém, a história continua...

Mas, antes de continuarmos, conheça algumas curiosidades:

**1ª.** Agora que você já descobriu que “gene é uma porção de DNA cromossômico capaz de determinar a síntese de proteína”, que tal fazer um experimento e ver o tal de DNA?

Colocar um morango em um saco plástico e amassá-lo. Adicionar 20 ml de detergente incolor e uma colher (chá) de cloreto de sódio (sal de cozinha), coar com um pedaço de gaze. À mistura coada, adicionar 40 ml de álcool e mexer. Deixar por alguns minutos. As estruturas esbranquiçadas que sobem e ficam sobre a mistura são filamentos de DNA.

### 2ª. Você sabia que ...

O número de cromossomos, em geral, é constante em cada espécie? Não é porque um ser vivo é grande que ele possui mais cromossomos. A *Drosophila melanogaster* (mosca-das-frutas) foi o primeiro organismo vivo a ter o seu número de cromossomos determinado - oito. Isto levou a crer que quanto menor o organismo vivo menos cromossomos, quanto maior, mais cromossomos. Com o estudo do genoma esta idéia foi sendo desconsiderada, porque se percebeu que essa relação não era verificada nas observações feitas no diferentes organismos. Dentro da mesma espécie os organismos se assemelham em 99,9% de seu genoma. Apenas 0,1% varia nos diferentes indivíduos em função da combinação dos genomas dos pais.

### 3ª. Você sabia que ...

Há cerca de três bilhões de letras químicas no genoma? Se este texto fosse lido ao ritmo de uma palavra por segundo, durante oito horas por dia e em todos os dias da semana, seria preciso um século para que a leitura fosse concluída. O genoma humano tem o tamanho de 800 Bíblias. Digitalizado, caberia num simples DVD.

### 4ª. Você sabia que ...

Se todo o DNA de uma pessoa fosse esticado, seria possível fazer uma viagem de ida e volta ao Sol 600 vezes.

A engenhosa molécula de DNA é capaz de duplicar. Esta ação ocorre quando a célula encontra-se na fase S da interfase, ou seja, no momento de síntese que antecede a divisão celular. A duplicação do DNA é chamada de semiconservativa, isto porque cada filamento da molécula de DNA (original) serve de molde para a formação de duas novas. Sendo assim, metade da molécula nova formada, é na verdade metade da original e metade da nova.

Este processo é fundamental para a vida, explicando a grande semelhança existente entre as várias gerações de uma espécie, já que o conjunto de DNA que um indivíduo possui mantém-se quase inalterado ao se transferir de pais para filhos.

Para a duplicação, o DNA conta com ajuda da enzima catalisadora DNA-polimerase que, após o rompimento das pontes de hidrogênio com consequente separação das duas cadeias de DNA, entra em ação. Ela age como um guia, pareando as bases nitrogenadas.

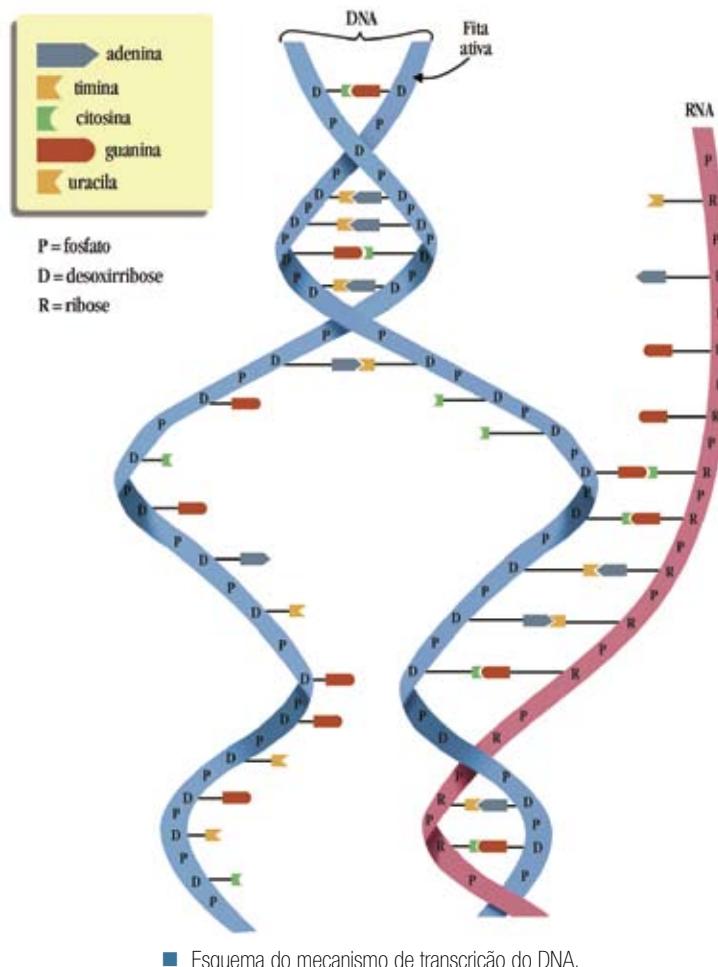
## A história não terminou... entra em cena o RNA...

O ácido ribonucléico (RNA) é encontrado tanto no núcleo como no citoplasma da célula. Possui em sua formação o ácido fosfórico, a pentose ribose e as bases nitrogenadas: adenina e guanina (bases púricas), citosina e uracila (bases pirimídicas). Assim como no DNA, a pentose ribose se une a uma base nitrogenada liberando uma molécula de água, e o ácido fosfórico com o açúcar ribose, também com a liberação de uma molécula de água, temos então, o nucleotídeo de RNA ou ribonucleotídeo.

Ao contrário do DNA, o RNA é composto por uma única cadeia. Esta cadeia é transcrita a partir de uma das cadeias do DNA com o auxílio da enzima RNA-polimerase. Para a transcrição da molécula de RNA, a cadeia de DNA se abre e em uma de suas “fitas” vão se encaixando os nucleotídeos de RNA com a seguinte afinidade: G – C e A – U, pois no RNA não temos a timina. Terminada a transcrição, o RNA, agora chamado de messageiro (RNA-m) é liberado e o DNA retorna à sua estrutura inicial.

## ■ Qual a participação do RNA na história da vida?

As informações para a produção de proteínas encontram-se no núcleo, mais precisamente no DNA. Mas, a produção das proteínas ocorre principalmente no citoplasma. Então, após a formação da molécula de RNA-m, ele é liberado para levar a mensagem ao citoplasma que será traduzida nos ribossomos. Estes ribossomos são formados por muitas proteínas associadas com um tipo especial de RNA, o RNA-ribossômico (RNA-r). Temos, ainda, um terceiro tipo de RNA, o transportador (RNA-t) que fornecerá a ligação molecular entre a seqüência de bases do RNA-m e a seqüência de bases da proteína, assim, as mensagens contidas no RNA-m vão sendo traduzidas para outra linguagem.



Juntos, DNA e RNA realizam as mais inusitadas façanhas no organismo. Mas o RNA tem suas especificidades, podendo ser de três tipos: ribossômico, mensageiro e transportador.



## PESQUISA

Aprofunde seus conhecimentos realizando uma pesquisa sobre os três tipos de RNA, em livros de Biologia.

Qual a diferença estrutural, a localização e a função de cada um dos RNAs?

Que relação o RNA mantém com o DNA na síntese de proteínas?

O conhecimento sobre o DNA continua estimulando pesquisas. Neste sentido, o Projeto Genoma vem proporcionando à humanidade grandes benefícios, na busca pela elucidação dos segredos do DNA.

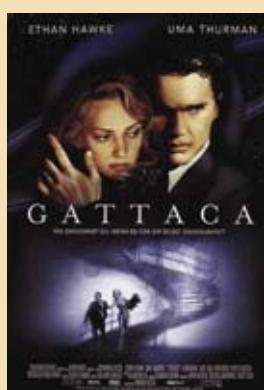
O Projeto Genoma trata de levantamentos completos de todos os genes de um organismo. A idéia teve início nos anos 50, quando cientistas americanos tentavam entender os efeitos da radioatividade entre as vítimas da bomba atômica, pois, quando as células são submetidas a quantidades elevadas de radiação, o efeito muitas vezes provoca alterações nas moléculas de DNA, o que torna o dano irreversível.

A explosão da bomba atômica em 1945 é um exemplo visível dos efeitos causados pela radiação nas células. Uma alta porcentagem de filhos de mulheres que estavam grávidas, e que porventura se encontravam nas proximidades de 2 km de distância da explosão, morreram antes do nascimento. Dos que nasceram vivos, 25% morreram entre o primeiro ano de vida, e dos sobreviventes, 25% apresentaram anormalidades do sistema nervoso central (GARCIA, 1991).

Este projeto só se tornou viável depois que a Ciência aprendeu as técnicas da pesquisa genética e desenvolveu tecnologias para o seqüenciamento das bases químicas de um DNA cuja combinação vai constituir um gene.

Em 1990, teve início um grande esforço internacional com o objetivo de mapear e seqüenciar todos os genes que constituem os seres humanos, o que só foi possível graças à ajuda de especialistas em Física, Engenharia e Computação.

O registro da posição de cada gene nos 23 pares de cromossomos e a determinação da ordem de ocorrência dos nucleotídeos que compõem cada um deles foi uma conquista que certamente causará grande impacto na prevenção e tratamento de muitas moléstias que afligem os homens desde os primórdios da humanidade (PEREIRA, 2005).



### Legal! Vídeo...

Junto com seu professor organize a turma para assistir o filme **GATTACA: A experiência Genética** (EUA, 1997, Columbia Pictures - direção de Andrew Niccols).

O armazenamento dessas informações em bancos de dados e o desenvolvimento de ferramentas eficientes para analisá-lo com certeza abrirá novos caminhos para as pesquisas biológicas.

Como parte deste empreendimento, estão sendo desenvolvidos estudos com outros organismos, principalmente microorganismos, para desenvolver tecnologia e auxiliar na interpretação da genética humana e de todos os seres vivos.

O Projeto Genoma Humano tem como objetivo principal construir uma série de diagramas de cada cromossomo humano, com resoluções cada vez mais apuradas.

As experiências genéticas decorrentes do Projeto Genoma Humano trazem grandes implicações no campo da ética à nossa sociedade.

A ética é a teoria, a investigação e a explicação do conjunto comportamental das normas conquistadas pelo homem em sociedade. Ela procura dar explicações da natureza, dos fundamentos e da condição moral, relacionando-as com as necessidades sociais do homem (VÁZQUEZ, 2004).

Com a descoberta do DNA e do processo de produção de proteínas, a resposta para a questão do funcionamento do gene parece simples, desta forma os genes determinam os traços biológicos e o comportamento, e cada gene corresponde a uma enzima específica. Esta idéia leva a oposição entre a estrutura teórica e a realidade biológica.

Esse olhar “exagerado” sobre o DNA tem praticamente impedido que os biólogos olhem para o organismo como um todo, vendo-o simplesmente como um conjunto de genes, os agentes causais de todos os fenômenos biológicos (CAPRA, 2002).

O filme “Gattaca: A experiência Genética” aborda a questão de “ver” o ser humano como um simples conjunto de genes, ele discute sobre uma sociedade obcecada com a perfeição genética, onde existem dois tipos de seres humanos: uma classe dominante, os geneticamente perfeitos (concebidos em laboratórios) e, uma subclasse os geneticamente imperfeitos (seres humanos concebidos de forma natural). À elite genética estariam reservados os melhores e mais lucrativos empregos, aos inferiores, empregos subalternos. Essas informações genéticas eram obtidas através de análises aprimoradas do DNA.



## DEBATE

Depois de terem assistido ao filme sugerido, construam argumentos sobre as questões abaixo para debatê-los em sala com os seus colegas.

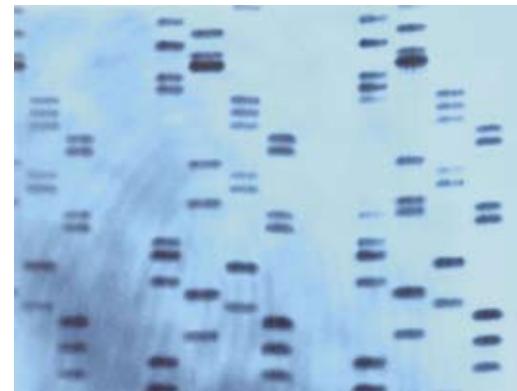
Que problemas éticos a formação de classes genéticas artificiais poderão suscitar, numa sociedade como a nossa? Justifique.

As chamadas “filosofias da natureza” investigam se existe uma natureza cujas características se mantenham para além das intervenções humanas. Como você analisa os efeitos do aprimoramento genético humano (eugenia) na sociedade?

O conhecimento acerca do DNA pode intervir no processo de constituição de uma sociedade? Como?

Hoje, desvendando os códigos secretos do DNA, é possível inocentar um indivíduo condenado injustamente, bem como reconhecer, com precisão, uma paternidade duvidosa. Para atingir estes objetivos usa-se a técnica do “DNA fingerprinting” ou “identificação genômica”, descoberta pelo geneticista britânico Alec Jeffreys. Essa impressão digital permite, ainda, determinar se dois gêmeos são realmente idênticos. Esta informação é imprescindível nos casos de transplantes, além de fornecer dados em questões relacionadas aos enxertos de medula óssea, pois muitas vezes ocorrem mutações tão pequenas e imperceptíveis, o que não vem a acarretar uma anomalia.

A impressão digital do DNA imputa criminalmente um indivíduo, dando o veredito científico. No entanto, na maioria dos julgamentos levam-se em consideração outros fatores, além da comparação das amostras de DNA.



■ Representação da técnica de DNA fingerprinting.  
Fonte: <http://gallery.hd.org>



## ATIVIDADE

**Para pensar...** Qual seu posicionamento quanto à relevância das evidências genéticas num julgamento? Justifique.

Em 1994, foi promulgada na Carolina do Norte (EUA), uma lei que permite às autoridades obter amostras de sangue de criminosos encarcerados. Outros países americanos ampliaram essa lei para abranger todas as pessoas que fossem presas, não importando se inocentes ou culpadas (WATSON, 2005).

Mas, a técnica do DNA *fingerprinting* além dos fins de identificação pode revelar inúmeros outros segredos genéticos, tais como: genes para fibrose cística, anemia falciforme, entre outras.



## DEBATE

Como serão manuseados esses dados?

Perderemos o direito à nossa privacidade individual?

Que normas serão adotadas para o sigilo da nossa identidade genética, ou seja, para regular o acesso à base de dados?

Qual será a implicação social do controle do conhecimento sobre o DNA para os cidadãos e cidadãs das classes trabalhadoras?

Em casos de grandes tragédias, como a queda de um avião ou um bombardeio, fica praticamente impossível identificar os corpos das vítimas. Porém as famílias ficam emocionalmente ansiosas para receber os restos mortais de seus entes queridos e a eles dedicar uma cerimônia fúnebre. Novamente a identificação genômica vem solucionar a questão. Além disto, esta técnica tem auxiliado na recuperação de crianças desaparecidas, ou ilegalmente adotadas.

**20/07/2007 - 03h35 - Folha Online**

### **Bombeiros buscam vítimas de acidente e dizem que trabalho está na fase final**

Equipes do Corpo de Bombeiros mantêm na madrugada desta sexta-feira as buscas às vítimas do acidente com o vôo 3054 da TAM, ocorrido na noite da última terça em Congonhas (zona sul de São Paulo).

Até o começo da noite de quinta, o IML (Instituto Médico Legal) havia identificado 25 corpos.

A primeira tentativa é identificar o corpo por meio das digitais. Depois, é feito um estudo de cada uma das vítimas, com base em informações obtidas com familiares e amigos delas. A terceira possibilidade é o reconhecimento pela arcada dentária e, por último, por exame de DNA.



## **ATIVIDADE**

Embora as técnicas que envolvam o DNA tragam inúmeros benefícios à humanidade, em países como o Brasil apenas uma parcela da população tem acesso a ela. O que justifica este fato?

Para termos o privilégio de viver em uma sociedade livre é preciso abdicar de algumas coisas, talvez sacrificar o nosso anonimato genético. Qual sua posição sobre “dar” uma amostra do seu patrimônio genético às bases de dados? Por quê? Justifique sua resposta.

A procura do segredo da vida possui uma longa história, que inicia com a curiosidade de nossos ancestrais sobre como as características eram transmitidas de geração em geração.

O grande avanço biotecnológico conquistado e acumulado historicamente tem possibilitado encontrar os “erros” da molécula da vida que vem acarretando grandes malefícios à humanidade. Além das doenças relacionadas ao sexo, já se têm avanços na identificação e compreensão das doenças genéticas autossômicas, usando o método do DNA recombinante, que consiste em restringir e assim localizar o gene defeituoso. Resta à ciência corrigir esses erros gênicos e proporcionar uma vida com qualidade às populações, indistintamente.

Muitas outras patologias são relacionadas aos genes, entre elas podemos citar: a hipertensão arterial, a diabetes, as doenças cardíacas congênitas, a depressão, o câncer, entre outras. Essas enfermidades se tornam evidentes quando interadas com o meio. No caso do câncer, em especial, os genes podem, ainda, ser danificados por fatores mutagênicos, cabendo a cada um de nós minimizarmos esses agravos mediante opções pessoais e sociais conscientes.

Nos primórdios desta nova era, resta à ciência continuar galgando os degraus no entendimento da hereditariedade... O primeiro passo foi dado ao conseguir “entender” a vida e a “manipulá-la”... Então: **qual o segredo da vida? Que alfabeto escreve sua história de forma tão fascinante? Como esta história é contada?**

### Sugestão de vídeo

“A Ilha do Doutor Moreau” (EUA, 1996, New Line Cinema – direção John Frankenheimer. O filme relata a história de um homem que sofre um acidente aéreo, é resgatado por um cientista que o leva a uma ilha. Nesta ilha vive um geneticista que faz experiências com o DNA. Ele tenta criar uma raça perfeita, mas coisas estranhas acontecem...

## ■ Referências Bibliográficas

- CAPRA, F. **As conexões ocultas**. São Paulo: Cultrix, 2002.
- GARCIA, S. M. L. et al. **Embriologia**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.
- HOBSBAWN, E. **Era dos extremos**: o breve século XX: 1914 – 1991. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- VÁZQUEZ, A. S. **Ética**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.
- WATSON, J.; BERRY, A. **DNA**: O segredo da vida. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

## ■ Obras Consultadas

- ATKINS, P. W.; JONES, L. I. **Princípios de química**. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
- LIMA, C. P. de. **Genética humana**. São Paulo: Harbra, 1996.
- RUSSEL, J. B. **Química geral**. São Paulo: Makron Books, 1994.
- STORER, T. I. et al. **Zoologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1989.

## ■ Documentos Consultados *ONLINE*

- PEREIRA, L. de V. **Genoma humano**. Site oficial Dr. Drauzio Varella. Disponível em: <[www.drauziovarella.com.br/intervistas/ghumano.asp](http://www.drauziovarella.com.br/intervistas/ghumano.asp)> Acesso em: 18 out. 2005.
- SILVA, M. G. de M. **Projeto genoma**. Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <[www.ufv.br/dbg/BIO240/G07.htm](http://www.ufv.br/dbg/BIO240/G07.htm)> Acesso em: 24 set. 2005.
- ZATZ, M. **Projeto genoma**. Site oficial Dr. Drauzio Varella. Disponível em: <[www.drauziovarella.com.br/intervistas/projetogenoma.asp](http://www.drauziovarella.com.br/intervistas/projetogenoma.asp)> Acesso em: 18 out. 2005.

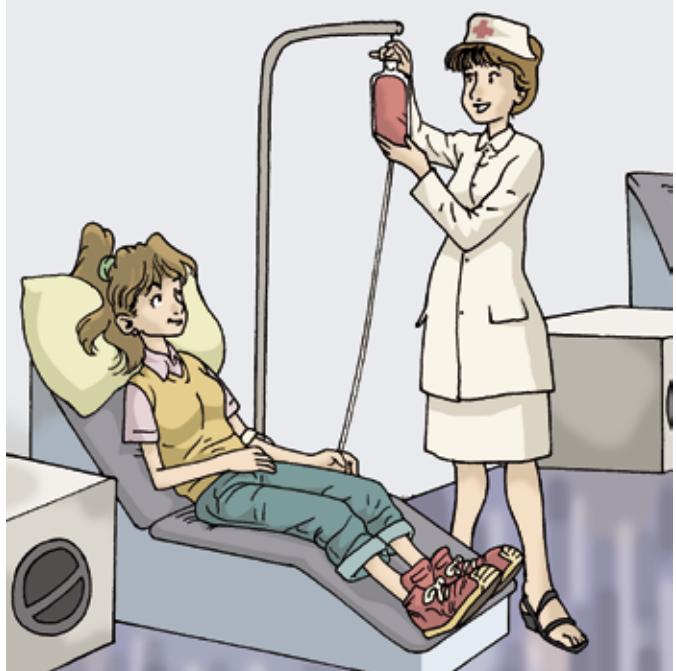


# SANGUE: UM MAR VERMELHO QUE SUSTENTA A VIDA

■ Lara Suyama Ferrari<sup>1</sup>

T

ransfusão sanguínea: caminho para a vida ou destino para a morte?



**Células-tronco:** células capazes de formar diferentes tipos de tecidos num organismo.

Para aumentar seus conhecimentos sobre as CÉLULAS-TRONCO, leia o Folhas **Células-tronco: a realidade de muitos sonhos ou a frustração da humanidade?**, neste Livro Didático Público de Biologia.

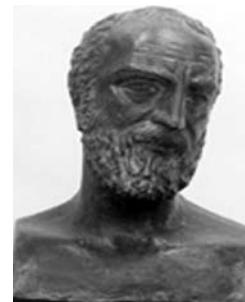
Freqüentemente, ouvimos ou falamos em questões relacionadas ao sangue ou à tipagem sanguínea. Você já parou para pensar sobre este fato? Isto acontece quando queremos saber qual é o nosso tipo sanguíneo; quando participamos de campanhas de doação de sangue; quando alguém diz o “sangue não combina”, ou ainda, quando pensamos em tragédias...

Também, é bom lembrar, que quando nos referimos às chamadas células-tronco, é da medula óssea ou do cordão umbilical que as obtemos, embora elas sejam encontradas em diversos locais, tais como: embriões, sangue, sistema nervoso, fígado, intestino, etc. Portanto, falar de sangue é realmente falar de “vida”, uma vez que é por meio dele que os nutrientes e gases são transportados a todos os órgãos. No século V a.C., Hipócrates já defendia a idéia de que o corpo humano possuía quatro humores: sangue, flegma (muco), bile amarela e bile negra. Sendo que a saúde dependia da harmonia entre os quatro humores. O seu desequilíbrio, com o isolamento de um deles num sítio orgânico, caracterizaria a doença.

Entre os séculos XV e XVIII, o sangue foi o responsável pela morte de muita gente. Há relatos que na Grécia Antiga, os nobres bebiam o sangue dos gladiadores mortos para se curarem de seus males. Em 1492, para que o Papa Inocêncio VIII se curasse de uma doença, convenceram-no a ingerir o sangue de três jovens, que acabaram morrendo anêmicos. O pontífice não foi curado de sua enfermidade (Pró-sangue, 2005, p. 1).

A primeira transfusão sanguínea entre animais foi realizada em Oxford (Inglaterra) e data de 1665.

Estudos e experimentos com o sangue vêm ocorrendo há longas datas. Mas, foi somente no século XVII que aconteceu a primeira experiência com um ser humano. Nele foi injetado sangue de carneiro (transfusão heteróloga, ou, entre espécies diferentes).



■ Busto de Hipócrates, “pai da medicina”, confecionado em bronze, feito na Grécia, na Ilha de Cós, terra natal de Hipócrates e doado à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP/São Paulo/Brasil. **Fonte:** FMRP – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP, [www.fmrp.usp.br](http://www.fmrp.usp.br)



## ATIVIDADE

Com referência ao fato mencionado acima, o que você acha que pode ter acontecido? Por quê?

Em 1818, James Blundell (obstetra inglês), realizou a primeira transfusão sanguínea homóloga, entre espécies iguais, em pacientes mulheres com hemorragia pós-parto.



Blundell's Gravitar, Instrumento utilizado por James Blundell para transfusão de sangue entre seres humanos. Ilustração reproduzida num dos jornais mais velhos e respeitados do mundo, o The Lancet, nos anos de 1828-1829. **Fonte:** Atualmente está nos arquivos da Biblioteca da Universidade do Estado da Pensilvânia, EUA.



## DEBATE

As chances dessas transfusões, sem exame de compatibilidade, terem sucesso, eram atribuídas ao acaso. Você saberia explicar o motivo?

No início do século XX, um imunologista austríaco chamado Karl Landsteiner (1868-1943), em meio às grandes agitações mundiais, que tinham como resultado um alto índice de mortalidade, em consequência das crises sociais e econômicas que favoreciam o surgimento de várias pestes, começou sua pesquisa sobre o sangue. Ele constatou que, misturando diferentes amostras de sangue, formavam-se coágulos.



## ATIVIDADE

Você saberia dizer o que o sangue tem de tão especial para que isso ocorra? Do que ele é constituído?

**Raquel Carson**, escritora norte-americana, na década de 1950, comparou esse líquido vermelho que circula em nosso interior com a água do mar:

"Quando passaram a viver em terra, os animais que assumiram a vida terrestre levaram consigo uma parte do mar em seus corpos, herança que transmitiram a seus filhos e que, ainda agora, vincula cada animal terrestre a suas origens marinhas. Peixes, anfíbios e répteis, pássaros e mamíferos de sangue quente – cada um de nós transporta nas veias um fluxo salgado, em que os elementos sódio, potássio e cálcio estão combinados quase que nas mesmas proporções que na água do mar. Esta é nossa herança do dia em que, há incontáveis milhões de anos, um remoto ancestral, que havia progredido do estágio unicelular ao multicelular, desenvolveu, pela primeira vez, um sistema circulatório, cujo fluido era apenas a água do mar" (CARSON, apud SILVA, 1995).

Nesta perspectiva, podemos dizer que este imenso “mar” vermelho que carregamos dentro de nós é formado por uma parte líquida – o plasma, e uma sólida representada por três elementos: os glóbulos vermelhos, os glóbulos brancos e as plaquetas. Este “mar” quando jorradão fora de nosso organismo forma coágulos. O resíduo líquido destes coágulos é o soro.



## PESQUISA

Que tal realizar uma pesquisa e conhecer um pouco mais sobre a composição sanguínea? Em livros de Biologia ou site como [www.prosangue.sp.gov.br](http://www.prosangue.sp.gov.br) procure informações sobre a parte líquida e a parte sólida do sangue.

Qual a importância de cada uma dessas “partes” para nós?

Que influências elas têm numa transfusão sanguínea? Por quê?

Aproveite e visite o site [www2.uerj.br/~micron/atlas/menu.htm](http://www2.uerj.br/~micron/atlas/menu.htm) para conhecer o Atlas Digital de Histologia.

**Aglutinogênios:** polissacáideos A e/ou B que revestem a superfície das hemácias, são herdados geneticamente dos pais e determinam os diversos grupos sanguíneos. São os抗ígenos encontrados nas hemácias.

**Aglutininas:** são os anticorpos presentes no plasma sanguíneo: anti-A e/ou anti-B.

Landsteiner, em suas pesquisas observou que no sangue humano poderiam, ou não, existir proteínas específicas: os aglutinogênios – presentes nos glóbulos vermelhos ou hemácias e, as aglutininas – encontradas no plasma. Então, de acordo com a presença ou não dessas proteínas, o sangue humano foi distribuído em quatro grupos:

Tipo sanguíneo	Aglutinogênio nas hemácias	Aglutininas no plasma
AB	A e B	---
A	A	anti-B
B	B	anti-A
O	---	anti-A e anti-B

Essas duas proteínas agem como verdadeiros guerreiros, ou seja, há a relação antígeno – anticorpo.

**Anticorpos** são proteínas especiais produzidas pelos linfócitos (um tipo de glóbulo branco). Agem como “soldados” em defesa do organismo.

**Antígenos** são substâncias estranhas ao organismo.

Imagine uma colméia de abelhas sendo atacadas por um animal qualquer. As abelhas guerreiras, responsáveis pela defesa, imediatamente iriam atacar o invasor, que iria fugir ou morrer. No caso dos grupos sanguíneos ocorre algo semelhante.

A aglutinina presente no plasma sanguíneo (abelha), caso não reconheça o aglutinogênio das hemácias recebidas (animal qualquer), iria destruí-las, ou melhor, agiria como uma cola, grudando nas hemácias, formando grumos e impedindo a ação dos invasores.

É claro, que no caso das abelhas, elas agem levadas pelo instinto, em defesa da coletividade; enquanto que os anticorpos do sangue (aglutininas) são conjuntos químicos acionados por reações bioquímicas.

Isto nos mostra que o sangue do receptor e do doador deve ser compatível, uma vez que uma transfusão errônea ocasiona morte, haja vista que o sangue recebido, em função da reação aglutinogênio-aglutinina formaria placas de hemácias no receptor, causando, desta forma, a sua destruição ou a obstrução dos vasos sanguíneos.

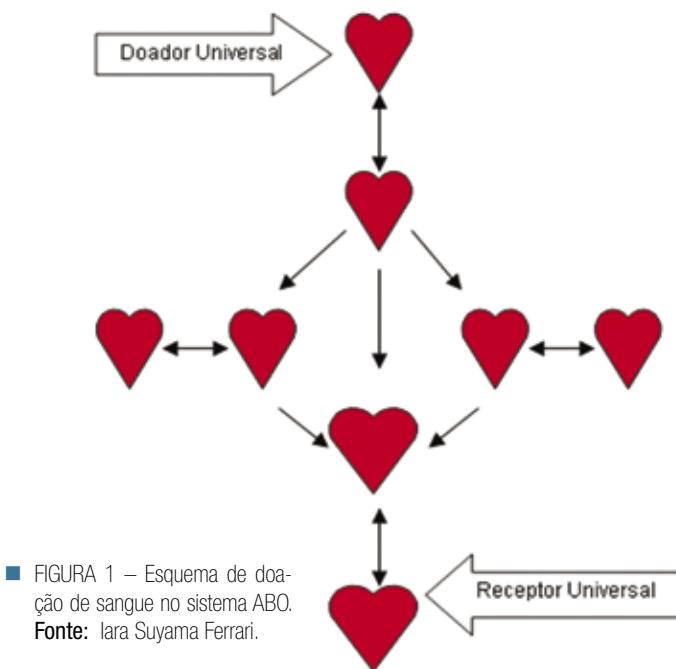
"Os macacos antropóides possuem os mesmos grupos sanguíneos do homem. Outros macacos, bem como outros mamíferos apresentam grupos sanguíneos, mas diferentes dos humanos". (STORER, 1989, p. 96)

"Landsteiner classificou os grupos sanguíneos em A, B e O. O grupo sanguíneo AB foi descoberto por Alfred Von Decastello e Adriano Sturli, em 1902". (MOREIRA, 2002, p. 1).



## ATIVIDADE

De posse das informações fornecidas pelo texto sobre o sistema ABO, complete o esquema de doação de sangue da figura abaixo.





## PESQUISA

O conhecimento da tipagem sanguínea traz evidentes vantagens a um indivíduo no caso de um acidente em que haja necessidade de uma transfusão de sangue. Além desta, há outros fins a que se presta esse conhecimento. Realize uma pesquisa sobre Sistema Sangüíneo nos livros de Biologia e enumere estes outros fins, justificando-os.

Mesmo diante de todas essas evidências, foi somente em 1907 que Reuben Ottenberg (1882-1959) realizou a primeira transfusão sanguínea antecedida de exame de compatibilidade ABO. Mas esse procedimento só passou a ser empregado amplamente a partir da Primeira Guerra Mundial (1914 – 1918) (Pró-sangue, 2005, p. 3).

Entre 1871 e 1914, a sociedade europeia passou por uma das fases de maior prosperidade, a chamada *belle époque*. Para uma boa parte da população, o desenvolvimento industrial (século XVIII) trouxe conforto e possibilidades de comunicação e transportes. Por outro lado, havia um clima de instabilidade em decorrência da má distribuição dos benefícios do progresso entre a população e das disputas territoriais entre as potências. Esse clima deixava no ar um risco iminente de confronto.

Ao longo do século XIX, o nacionalismo mobiliza o povo a lutar pelo território e pela afirmação dos valores e tradições nacionais. Esse clima nacionalista e de disputas imperialistas favorece a formação de dois grupos antagônicos: a Tríplice Aliança (Alemanha, Áustria – Hungria e Itália) e a Tríplice Entente (Inglaterra, Rússia e França). Estes países estavam prontos para a guerra, a espera de um motivo. Este motivo foi o assassinato do herdeiro do trono austríaco.

Em 1914, inicia-se a Primeira Guerra Mundial modificando, desta forma, todo o panorama político-econômico mundial. O que se

objetivava era vencer a competição hegemônica na Europa e no mundo, o que gerou a miséria social, desencadeando a mortandade de inúmeras pessoas, vítimas das armas bélicas ou das pestes que se instalaram em decorrência da pobreza das camadas baixas da população.

Os Estados Unidos, que não tinham sido atingidos pelo conflito, expandiram sua economia durante a guerra, abastecendo os países da Tríplice Entente (Inglaterra, Rússia e França) com armamentos, alimentos e matérias-primas, aumentando desta forma sua produção. Ao final da guerra, as indústrias americanas eram responsáveis por cerca de 50% de toda produção mundial.



■ Foto do front de batalha na Primeira Guerra Mundial. **Fonte:** Núcleo de Estudos Contemporâneos, Departamento de História da Universidade Federal Fluminense, [www.historia.uff.br](http://www.historia.uff.br)

Com o término da guerra, o sistema capitalista ficou à beira de um colapso, uma vez que os países europeus começaram a se recuperar. Eles se organizaram e desenvolveram sua estrutura produtiva, consequentemente reduzindo a importação de produtos americanos. Em virtude deste desenvolvimento industrial, houve um desequilíbrio entre mercadoria produzida e poder aquisitivo. Instalou-se a crise econômica do sistema capitalista em 1929, com o crash da Bolsa de Nova York. Inúmeras indústrias são fechadas, havendo então a demissão em massa de milhões de operários. Esta crise econômica rapidamente atingiu o mundo.

Mais tarde, aconteceu um conflito ainda maior e mais devastador. Em 1939, foi deflagrada pela Alemanha nazista e Japão, a Segunda Guerra Mundial, e os países brigaram fervorosamente pelas conquistas territoriais e de poder.

Além das armas bélicas, os Estados Unidos fizeram uso da bomba atômica, que foi lançada sobre a cidade de Hiroshima, no dia 06 de agosto de 1945, tendo como saldo oitenta mil mortos em segundos. Três dias mais tarde, foi lançada a segunda bomba atômica sobre a cidade de Nagasaki, vitimando mais de quarenta mil pessoas.

No período das duas guerras mundiais, as ciências naturais tornaram-se presentes e fundamentais. O desenvolvimento da Física e da Química foi extraordinário, tendo como consequência a construção de armas nucleares e a evolução na agricultura, na construção civil e na medicina.

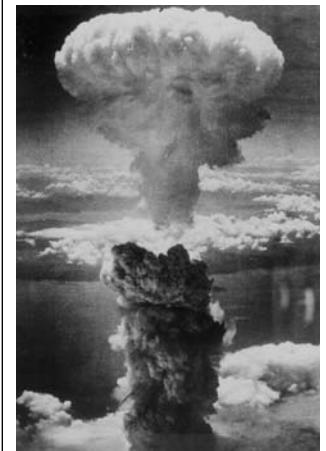
Em plena guerra, em 1939, a genética foi utilizada pela Alemanha nazista com o intuito de se obter uma raça superior (eugenio), gerando assim o horror do holocausto, onde milhões de judeus foram sacrificados nos campos de concentração.

No Brasil, o movimento eugenista esteve fortemente articulado à idéia do embranquecimento. A Constituição de 1934 estimulava a educação eugênica e restringia a entrada de imigrantes segundo sua nacionalidade (LIMONCIC, 2005, p. 2).

Ainda, no âmbito do desenvolvimento da genética básica, o estudo dos grupos sanguíneos foi extremamente importante, pois eles são modelos de algumas formas de transmissão hereditária. A existência de alelos múltiplos, no homem, foi evidenciada inicialmente para os genes do sistema ABO; o estudo dos efeitos de uma série de processos evolutivos, na genética das populações, usa amplamente os grupos sanguíneos; a herança do sistema Rh é bastante clara para se decidir entre alelos simples ou múltiplo; utiliza-se a freqüência dos genes responsáveis pelos grupos sanguíneos para esclarecer as relações históricas entre vários grupos étnicos (LIMA, 1996, p. 414).



■ Fotos dos alemães e franceses, que foram os protagonistas da maior batalha do nosso Planeta, ocorrida nas cercanias da cidade de Verdun - França, por ocasião da Primeira Grande Guerra. De 21 de fevereiro a 19 de dezembro de 1916, mais de 700 mil combatentes foram mortos ou feridos. Segundo as estatísticas, 2.380 soldados, em média, foram atingidos por algum tipo de arma, diariamente; dentre eles, 880 morriam. **Fonte:** Núcleo de Estudos Contemporâneos, Departamento de História da Universidade Federal Fluminense, [www.historia.uff.br](http://www.historia.uff.br)



■ Nuvem em formato de cogumelo que subiu 18 km, resultado da explosão nuclear da bomba "Fat Man" lançada pelo B-29 "Bock's Car" sobre Nagasaki, em 9 de agosto de 1945. A imagem é um trabalho das forças armadas dos Estados Unidos. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

**Gregor Mendel**

**(1822-1884):** monge do mosteiro agostiniano de Brünn – Áustria.



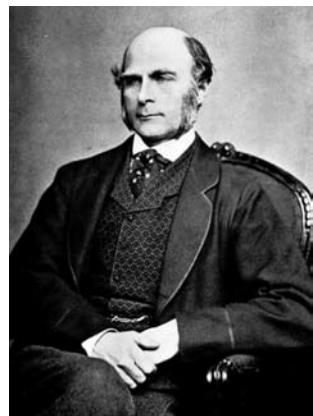
■ Gregor Johann Mendel botânico austriaco (1822 - 1884), dedicou-se ao estudo do cruzamento de ervilhas cultivadas na horta do mosteiro onde vivia. **Fonte:** Imagem cedida pelo Mendel Museum, Museum of Genetics, Distrito de Brno, República Checa.

independente mente, chegaram a conclusões semelhantes às de Mendel. A partir de então, esta ciência ganha ímpeto e vários estudos são cuidadosamente realizados por muitos geneticistas.

Aprofunde seus conhecimentos sobre a estrutura e funcionamento do DNA lendo o Folhas **DNA: a longa cadeia da vida**, no Livro Didático Pú blico de Biologia.

**Francis Galton**

**(1822-1911):** Médico inglês fundador da Sociedade de Eugenia, dedicou-se aos estudos sobre hereditariedade.



■ Francis Galton, que inicialmente desenvolveu as idéias sobre a eugenia. **Fonte:** GNU Free License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Entretanto, como você verá, a genética estudada em 1866, por Gregor Mendel, não guarda relações necessárias com as políticas racistas. Em suas observações, ele concluiu que as características hereditárias dependiam da ação de fatores ou unidades hereditárias, hoje conhecidas como gene (parte do DNA que possui a informação para a “fabricação” de proteínas no organismo). Todavia estas descobertas não tiveram grandes repercussões. Nesta mesma época, foram realizados vários estudos procurando desvendar o mistério da vida. O DNA é conhecido, mas não sua estrutura e funcionamento. Em 1900, três geneticistas botânicos, Hugo Marie de Vries (Holanda), Carl Correns (Alemanha) e Erich von Tschermak Seysenegg (Áustria), em suas pesquisas,

independente mente, chegaram a conclusões semelhantes às de Mendel. A partir de então, esta ciência ganha ímpeto e vários estudos são cuidadosamente realizados por muitos geneticistas.

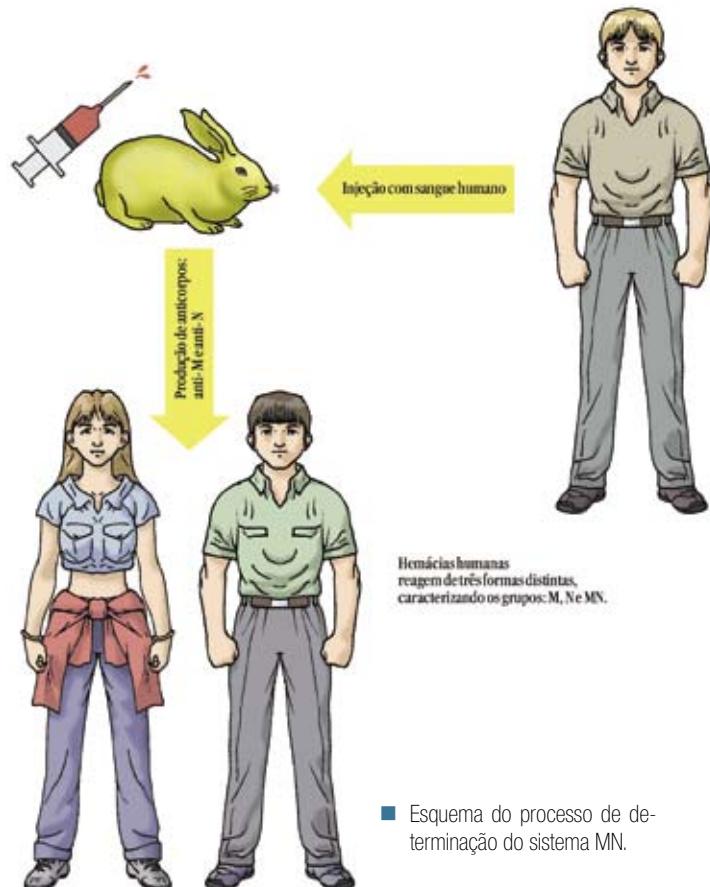
Questões relativas à eugenia (de boa origem) datam de 1865, pretensão desenvolvida por Francis Galton. Esse discurso ganhou “corpo” e logo foi incorporado por diferentes correntes de pensamento e movimentos sociais que ansiavam por solucionar seus problemas advindos das misérias dos cortiços operários. Em 1869, Galton publicou o que seria o esteio das idéias eugenistas, a obra “Hereditary genius: an inquiry into its laws and consequences”. A eugenia se dividiu em duas correntes: a negativa, que visava impedir as pessoas geneticamente inferiores de procriar, e a positiva, que incentivava as pessoas com genes superiores a terem filhos. No século XX, esse pensamento atinge o ápice com o regime nazista, que chega ao absurdo de recrutar candidatas consideradas “válidas” para cruzá-las e assim obter uma raça superior.

Neste contexto, percebe-se que questões relacionadas à herança genética acompanham a raça humana desde a metade do século XIX.

Em meio a todo esse cenário, Landssteiner, juntamente com Levine, por volta de 1927, continuou sua pesquisa em hematologia, ou seja, sobre o sangue.

Além do sistema ABO, os cientistas realizaram outra experiência importante, em que injetaram sangue humano em coelhos descobrindo, assim, duas outras proteínas, às quais denominaram antígeno M e antígeno N. Porém, esses antígenos reagiam de três formas diferentes, mantendo uma relação de co-dominância entre si, ou seja, o indivíduo heterozigoto expressava ao mesmo tempo os dois fenótipos, veja:

FENÓTIPO	PRODUÇÃO DE AGLUTINOGÊNIOS
Grupo M	M
Grupo N	N
Grupo MN	MN



■ Esquema do processo de determinação do sistema MN.

Perceberam ainda, que a quantidade de aglutininas presente não chegava a causar problemas em transfusões sanguíneas não recorrente, e que os anticorpos anti-M e anti-N só eram produzidos quando estimulados, ou seja, se um indivíduo do grupo M recebesse sangue do grupo N, haveria a produção de anticorpos anti-N, no receptor.



## PESQUISA

Porque a transfusão precedida por exame de compatibilidade ABO só passou a ser efetivamente utilizado a partir da Primeira Guerra Mundial?

Você sabia que o primeiro banco de sangue foi criado em 1936, na Espanha?

Para saber mais sobre isso vamos pesquisar sobre exame de compatibilidade, coleta e armazenamento de sangue em livros de história e no site: [www.prosangue.sp.gov.br](http://www.prosangue.sp.gov.br).

Em que região da Espanha surgiu esse banco de sangue?

Que fatores favoreceram o surgimento desse banco?

Porque a transfusão precedida por exame de compatibilidade ABO só passou a ser efetivamente utilizada a partir da Primeira Guerra Mundial?

Que fatores dificultaram a armazenagem de sangue nesse período?

Como é feita nos dias atuais a armazenagem de sangue? Explique.

Hoje a espécie *Macacus rhesus* é conhecida como *Macaca mulatta*.

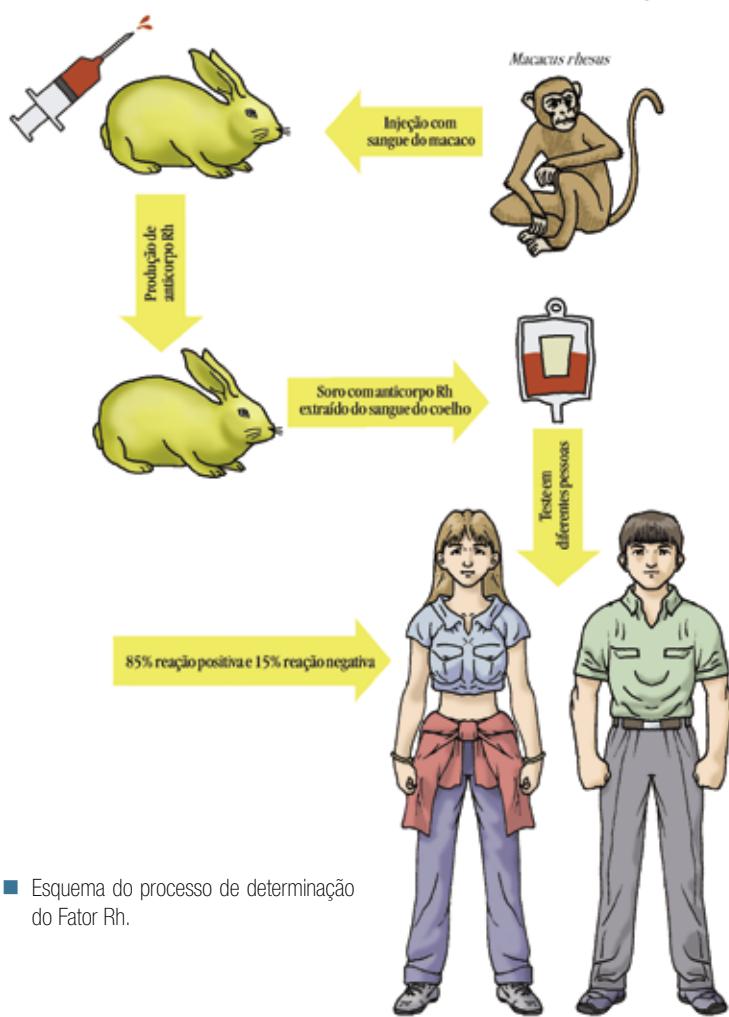
Em meio à Segunda Guerra Mundial, Karl Landsteiner (1868-1943), acompanhado de Alexander Solomon Wiener (1907-1976), realizou pesquisas sobre o grupo sanguíneo dos animais.

Inicialmente, eles injetaram sangue de primatas da espécie *Macacus rhesus* em cobaias e constataram que elas foram desenvolvendo anticorpos (defesa) contra o sangue recebido que agia como um veneno (antígeno) para o seu organismo. Mais tarde, quando esses anticorpos produzidos pela cobaia (anticorpo Rh) foram injetados novamente no macaco, acabaram por destruir as hemácias do animal. Esse outro antígeno recebeu o nome de fator Rh, em virtude do nome científico do macaco.

A partir desse resultado, os dois pesquisadores logo procuraram realizar experimentos em seres humanos. Para tanto, eles misturaram, em tubos de ensaio diferentes, o anticorpo Rh das cobaias com o sangue de pessoas distintas. Desta forma, perceberam que combinando sangue humano com o soro da cobaia (contendo anticorpos anti-Rh), a grande maioria (cerca de 85%) das amostras de sangue apresentava aglutinação de hemácias, e foram denominadas Rh+ (positivo). Em contrapartida, as que não aglutinaram (aproximadamente 15%), foram chamadas de Rh- (negativo). Isto nos leva a concluir que as pessoas Rh+ possuem antígeno Rh em suas hemácias. Ao contrário, as pessoas Rh-, não possuem.

Esta constatação trouxe grandes contribuições para os problemas de transfusão sanguínea, antes incompreendidos, pois mesmo com os exames de incompatibilidade pelo sistema ABO, algumas pessoas sofriam complicações em decorrência do sangue recebido, mais especificamente, em transfusões repetidas.

A importância do Fator Rh numa transfusão sanguínea tornou-se conhecida e, desta forma, pessoas identificadas como Rh+ podiam receber sangue de doadores positivos ou negativos, sem maiores problemas. Entretanto, nos indivíduos Rh-, caso recebessem sangue de pessoas Rh+, passariam a desencadear sérios problemas, pois produziriam anticorpos contra os fatores positivos recebidos.



■ Esquema do processo de determinação do Fator Rh.

Embora esse processo de defesa seja lento, numa transfusão recorrente, a produção de anticorpos aumentaria tanto, até que em dado momento, o organismo passaria a sofrer reações violentas em decorrência da destruição das hemácias do sangue recebido (hemólise) que, aos poucos, se desintegrariam. Caso esse processo seja intenso, o indivíduo começa a eliminar a hemoglobina (pigmento que dá a coloração vermelha ao sangue) pela urina, podendo causar o entupimento dos túbulos renais, acarretando deficiências graves.



## DEBATE

Diante das pesquisas realizadas, discuta com seus colegas qual o verdadeiro doador universal? Por quê?

A partir das constatações sobre a incompatibilidade sanguínea entre os sangues com fator Rh- e Rh+, encontrou-se a resposta para a incompatibilidade do sangue materno-fetal, conhecida como Eritroblastose Fetal (EF) ou Doença Hemolítica do Recém-nascido (DHRN). Esta incompatibilidade foi observada por Levine e Stetson, em 1939, ao encontrar anticorpos anti-Rh no sangue de uma mulher que havia dado à luz um natimorto.

Para evitar a morte de um bebê, em decorrência da DHRN, é necessário que ele seja submetido a uma transfusão de aproximadamente 85% de seu sangue, recebendo sangue Rh-, logo após o nascimento.

Atualmente essa troca também pode ser feita em centros especializados, ainda na vida intra-uterina, caso se descubra o problema através do Teste de Coombs Indireto, que tem por objetivo detectar anticorpos específicos ligados ao seu antígeno.

Desde 1964, tem sido aplicada uma “vacina” pós-parto em mulheres Rh-, diminuindo ainda mais os problemas de incompatibilidade materno-fetal. Esta “vacina” tem por objetivo destruir as hemácias fetais Rh+ do organismo materno.

### Teste de Coombs Indireto

Exame realizado mensalmente para verificar a presença ou ausência de anticorpos irregulares no sangue de mães Rh-.

### “vacinas” pós-parto

processo de imunização feito com imunoglobulina Ig G anti D, em mulheres Rh- (D+).



## PESQUISA

A doença hemolítica do recém-nascido, com uma ocorrência aproximada de 1/100 bebês Rh+, é extremamente prejudicial ao feto. Faça uma pesquisa em Fator Rh ou Eritroblastose Fetal nos livros de Biologia ou em sites como [www.ufv.br/dbg/bioano02/a2001a08.htm](http://www.ufv.br/dbg/bioano02/a2001a08.htm) e diga em que circunstâncias ela ocorre e quais suas consequências.

**Você sabia que ...**

Em decorrência da existência de diferentes tipos de sangue, adotou-se, além da tipagem ABO, a tipagem chamada “Prova cruzada”. Esta consiste na mistura do soro do receptor com o sangue do doador, em uma lâmina ou tubo de ensaio. Se houver aglutinação, indica que há incompatibilidade, não podendo ocorrer transfusão (GRANDES TEMAS DA MEDICINA, – O SANGUE, 1986).

Atualmente, o conjunto dos três sistemas sanguíneos (ABO, MN, Rh) são utilizados na Medicina Legal para excluir a possibilidade de paternidade. Porém, os mesmos não são precisos para a sua confirmação, recomendando-se, neste caso, o exame de DNA.

Mediante tudo o que foi explicitado, podemos afirmar:

**“O sangue é um mar vermelho que sustenta a nossa vida”.**

O ser humano, em cujo interior, circula este magnífico mar que sustenta e promove a vida, é um ser social, que interage na sociedade, influenciando ou sendo influenciado pelos diferentes grupos a que pertence.

Observamos que o ser humano, ao longo de sua existência, aprendeu a caçar, plantar, se comunicar, viver em grupos sociais, em diferentes sociedades e a ter o domínio sobre as demais criaturas. Cada um de nós aprendeu a assimilar as normas e os valores de determinado grupo social.

Assim, a humanidade ao longo da história, procura garantir sua sobrevivência suprindo suas necessidades por meio do trabalho.

Viver em grupo requer que as normas e valores sejam respeitados, nele cada indivíduo tem deveres e direitos. Estes direitos e deveres são amparados pela Lei, mas o grande impasse está em fazê-la ser cumprida, pois a Lei não garante a efetivação do cumprimento dos direitos e deveres pelos cidadãos ou pelo estado.

Esta omissão se dá quando não se exerce a cidadania, ou seja, quando o indivíduo deixa de conquistar os seus direitos, sejam eles quais forem, ou se furtar no cumprimento de seus deveres, não participando das decisões da sociedade para melhorar sua vida e a de outras pessoas.

No campo da saúde, é preciso que o indivíduo conquiste o seu direito ao atendimento gratuito e de qualidade nos Centros Públicos. Atendimento este, que as pessoas com boas condições financeiras usufruem com toda a tecnologia e desenvolvimento da medicina acumulados historicamente, seja ele privado ou público. Ter um atendimento à saúde, gratuito e de qualidade é direito de todos, independentemente da classe social a qual pertence.

O acesso à saúde pública de qualidade é uma responsabilidade do Estado, sendo assegurada na Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988:

"A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação".

Ela garante, ainda, o direito de transplante de órgãos e tecidos a qualquer pessoa, e proíbe a venda de órgãos e tecidos, protegendo desta forma o direito e a integridade da vida de todos:

"A lei disporá sobre as condições e os requisitos que facilitem a remoção de órgãos, tecidos e substâncias humanas para fins de transplante, pesquisa e tratamento, bem como a coleta, processamento e transfusão de sangue e seus derivados, sendo vedado todo tipo de comercialização".

(Constituição da República Federativa do Brasil de 5 de outubro de 1988. Título VIII – Capítulo II – Seção II).



## PESQUISA

Com a ajuda de seu professor organize-se, dirija-se ao Centro de Saúde mais próximo e realize uma pesquisa de campo. Entreviste o responsável com os seguintes questionamentos:

Como você avalia o acesso à saúde no seu município?

Como a população pode contribuir para melhorá-lo?

Que normas devem ser seguidas para a realização de uma transfusão sanguínea?

Como é feita a reposição do sangue ou hemoderivados utilizados?

Quais os critérios para a fila de transplantes? Estes critérios são obedecidos?



## DEBATE

De posse das informações, discuta com seus colegas: "que papel exercemos dentro das políticas públicas vigentes".

No limiar do século XXI, o homem ainda não é capaz de substituir o sangue, por uma outra substância que exerce as mesmas funções no organismo. Mesmo diante deste fato, grande parcela da população se exclui da doação, embora consciente que esse simples gesto salvaria inúmeras vidas.

## O que leva uma pessoa a se omitir perante este ato de doação?

Ainda que a transfusão sanguínea possa salvar inúmeras vidas, existem religiões que não a permite pois acreditam estar violando leis divinas. Eles crêem que ao utilizar-se do sangue de outra pessoa (doação alógênica ou homóloga) para salvar sua vida, estará indo contra os desígnios de Deus. No entanto, admitem a transfusão de alguns componentes sanguíneos, como a albumina, as imunoglobulinas e os preparados para hemofílicos. Aceitam ainda a circulação extracorpórea e a hemodiálise, desde que se utilize soluções isentas de sangue (SOUZA, 2005, p. 4).



### DEBATE

A vida é o bem maior que possuímos. Em que circunstâncias a transfusão sanguínea é o caminho para a vida? Em contrapartida, em que situação ela é o destino para a morte?



■ Campanha para doação de sangue.

Você acha a doação de sangue um ato importante? Em caso afirmativo e se você estiver em boas condições físicas, ter entre 18 e 60 anos e pesar acima de 50 kg, não perca tempo, corra ao **HEMOCENTRO** mais próximo, faça a triagem e se torne um doador. Salve uma vida, onde quer que ela esteja!!!

Visite o site da HEMEPAR [www.saude.pr.gov.br/hemepar/index.shtml](http://www.saude.pr.gov.br/hemepar/index.shtml) e veja os centros que compõe a REDE HEMEPAR. O HEMEPAR é o Centro de Hematologia e Hemoterapia do Paraná.

## Referências Bibliográficas

- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. São Paulo: Atlas, 1988.
- GRANDES TEMAS DA MEDICINA. O sangue. São Paulo: Nova Cultural, 1986.
- LIMA, C. P. de. **Genética humana**. São Paulo: Harbra, 1996.
- SILVA, I. et al. **Noções sobre o organismo humano e utilização de plantas medicinais**. Cascavel: Assoeste, 1995.
- STORER, T. I. et al. **Zoologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1989.

## Obras Consultadas

- FONTANA, J. **Introdução ao estudo da história geral**. Bauru: EDUSC, 2000.
- HOBSBAWN, E. **Era dos extremos**: o breve século XX: 1914 – 1991. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- WATSON, J.; BERRY, A. **DNA: O segredo da vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

## Documentos Consultados ONLINE

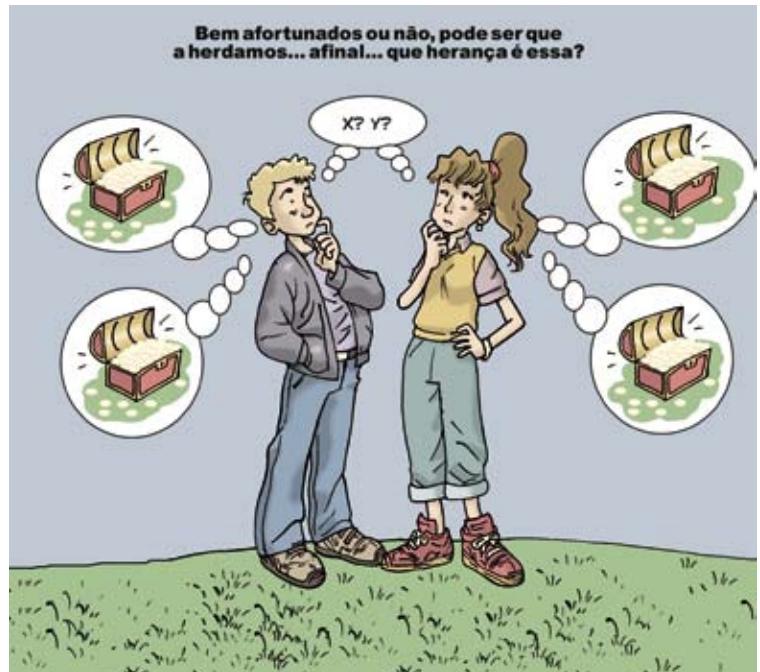
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Normas técnicas em hemoterapia**: Portaria nº. 1376, de 19 de novembro de 1993. Disponível em: <[www.hemonline.com.br/msdoacao.htm](http://www.hemonline.com.br/msdoacao.htm)> Acesso em: 26 ago. 2005.
- GOLDIM, J. R. **Transfusão de sangue em testemunhas de Jeová**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <[www.bioetica.ufrgs.br/transfus.htm](http://www.bioetica.ufrgs.br/transfus.htm)> Acesso em: 26 ago. 2005.
- HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN. **Hemoterapia Einstein** – Doação de Sangue. Disponível em: <[www.einstein.br/bancode Sangue/doacao\\_sangue/intro.htm](http://www.einstein.br/bancode Sangue/doacao_sangue/intro.htm)> Acesso em: 27 jul. 2005.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde. **HEMEPAR - Centro de Hematologia e Hemoterapia do Paraná**. Disponível em: <[www.saude.pr.gov.br/hemepar/index.shtml](http://www.saude.pr.gov.br/hemepar/index.shtml)> Acesso em: 26 ago. 2005.
- LEAL, L. H. M. **Atlas digital de histologia**. Laboratório de Microscopia e Processamento de Imagens, Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Disponível em: <[www2.ufrj.br/~micron/atlas.htm](http://www2.ufrj.br/~micron/atlas.htm)> Acesso em: 26 ago. 2005.
- LIMONCIC, F. **Eugenio**. Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <[www.ifcs.ufrj.br/tempo/dcpd15.html](http://www.ifcs.ufrj.br/tempo/dcpd15.html)> Acesso em: 03 out. 2005.
- MOREIRA, C. C. **Outros sistemas de抗ígenos (aglutinógenos)**. Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <[www.ufv.br/dbg/trab2002/GS/SIS005.htm](http://www.ufv.br/dbg/trab2002/GS/SIS005.htm)> Acesso em: 19 ago. 2005.
- SÃO PAULO. **Fundação Pró-sangue**. Disponível em: <[www.prosangue.sp.gov.br](http://www.prosangue.sp.gov.br)> Acesso em: 16 jul. 2005.
- SILVA Jr., A. **Sistema Rh** – eritroblastose fetal. Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <[www.ufv.br/dbg/bioano02/a2001a08.htm](http://www.ufv.br/dbg/bioano02/a2001a08.htm)> Acesso em: 01 set. 2005.
- SOUZA, Z. da S.; MORAES, M. I. D. M. de. A ética médica e o respeito às crenças religiosas. **Revista Bioética**, v. 6, n. 1, 1998, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <[www.portalmedico.org.br/revista/bio1v6/eticmedica.htm](http://www.portalmedico.org.br/revista/bio1v6/eticmedica.htm)> Acesso em: 26 ago. 2005.



# QUE HERANÇA É ESSA?

■ Iara Suyama Ferrari<sup>1</sup>

**F**m nossas vidas acontecem coisas que parecem ser estranhas... e, por mais que a gente não perceba, alguém, em algum lugar, está se perguntando: por que, comigo?



Bem, para tentar compreender alguns fatos que podem acontecer conosco ou com alguém bem próximo a nós, é preciso conhecer qual o papel dos cromossomos X e Y em nossas vidas.

Mas o que são cromossomos?

No interior do núcleo celular encontram-se redes filamentosas constituídas de DNA, a cromatina.

A cromatina modifica sua forma no momento da divisão celular, constituindo os cromossomos que carregam as informações genéticas de cada indivíduo.

Agora que você já sabe o que são cromossomos, procure responder:

## Cromossomo X ou Y: quem decide o quê?

Todos nós, homens ou mulheres, viemos ao mundo a partir do nascimento. Porém, várias perguntas nos inquietaram por muito tempo:



### DEBATE

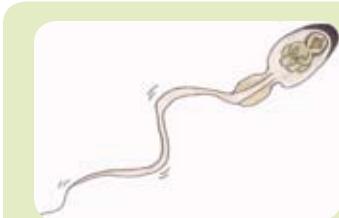
Vamos ver o que a sua turma pensa sobre a determinação do sexo. Organize-a em grupos e levante argumentos.

Que fatores foram determinantes na definição de nosso sexo?

Em que momento nosso sexo foi definido?

Durante séculos procurou-se respostas a estas perguntas.

No início, como havia total desconhecimento dos mecanismos que determinavam o sexo de um indivíduo, supunha-se que o sexo já fosse pré-determinado no gameta, independente da fecundação, havendo no interior do espermatozóide uma “miniatura de homem” (homúnculo).



■ Homúnculo no interior de um espermatozóide. **Fonte:** Ilustração de Cátila Suyama.

Para saber mais sobre este assunto, você pode ler o Folhas **Embriões: a fantástica obra em construção! Como acontece esse processo?**, neste Livro Didático Público.

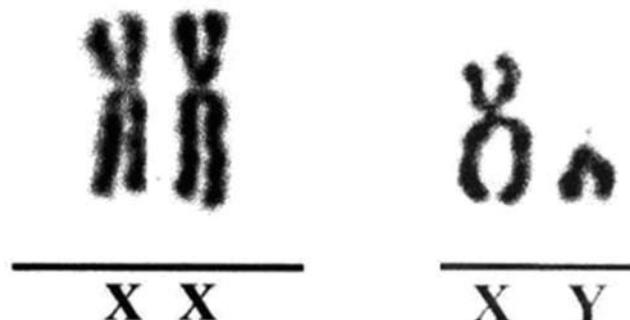
Durante o século IV a.C., vários filósofos acreditavam que o sexo do bebê era determinado pela origem da produção do líquido seminal do pai. Se fosse produzido pelo testículo direito, seria um menino; se, pelo esquerdo, uma menina.



- Henrique VIII Tudor (1491 - 1547) foi Rei de Inglaterra desde 22 de Abril (coroado a 24 de Junho) de 1509, até à sua morte. Foi-lhe concedido o título de Rei da Irlanda pelo Parlamento Irlandês em 1541, tendo obtido anteriormente o título de Lord da Irlanda. **Fonte:** HANS HOLBEIN (1497-1543), 1536, pertence ao Museu Thyssen-Bornemisza, de Madrid. 28 x 20 cm. Técnica de pintura a óleo sobre tecido.

Homens e mulheres, o que nos torna tão diferentes?

A tão fabulosa máquina humana é formada por 46 cromossomos dispostos em 23 pares; destes, 44 cromossomos, ou 22 pares, são chamados autossomos e são responsáveis pela formação do organismo como um todo. Dois cromossomos, ou um par, são chamados de cromossomos sexuais, sendo responsáveis pela determinação do sexo. Estes cromossomos sexuais têm formas diferentes no homem, sendo um bem maior do que o outro (cromossomos sexuais não homólogos). Na mulher os dois cromossomos têm formatos iguais (cromossomos sexuais homólogos). Observe:



■ Representação dos pares cromossômicos XX e XY.

Posteriormente, pensou-se que o sexo fosse definido após a fecundação, levando em consideração fatores ambientais. Há relatos que no século XVI, o Rei da Inglaterra, Henrique VIII, abandonou várias esposas porque elas não foram capazes de lhe dar um herdeiro. Dos seis casamentos, apenas a terceira esposa, Joana Seymour, deu-lhe um filho, o então príncipe Edward VI, que morreu aos 16 anos. O rei ignorava que seus próprios espermatozoides é que definiam o sexo do futuro bebê.

Foi somente com o reconhecimento dos gametas masculino e feminino, mais precisamente com o conhecimento dos cromossomos, no século XIX, àquelas respostas sobre a determinação do sexo.

### Dúvidas nas terminologias...

Vá ao endereço eletrônico [www.cib.org.br/glossario.php](http://www.cib.org.br/glossario.php) e faça uma consulta.

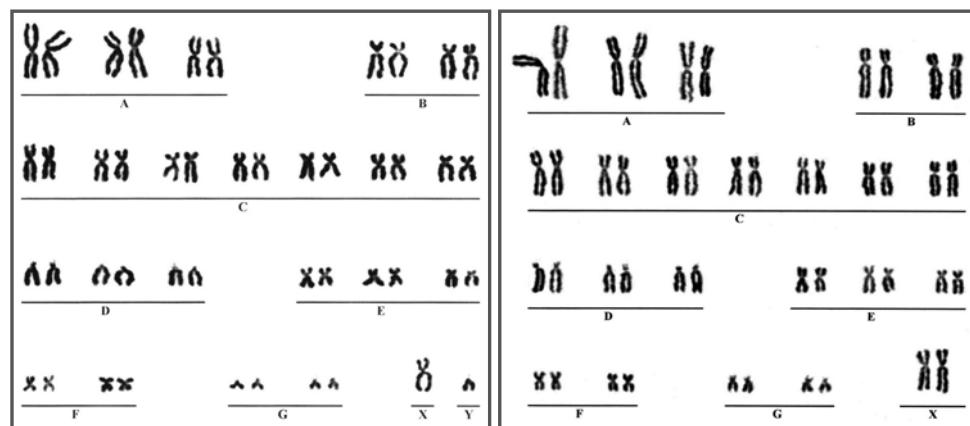
### Cromossomos Homólogos:

**são cromossomos que, aos pares, nas células diplóides, apresentam o mesmo número e seqüência de genes para determinadas características hereditárias.**

### Cromossomos Heterólogos:

**são cromossomos que, aos pares, nas células diplóides, NÃO apresentam o mesmo número e seqüência de genes para determinadas características hereditárias, podendo ser considerados parcialmente homólogos.**

Com isso podemos concluir que o cariótipo humano, ou seja, o conjunto de cromossomos do homem e da mulher se diferencia no par sexual.



■ Cariótipo humano masculino, normal.

■ Cariótipo humano feminino, normal.

■ Fotografia do material genético de células humanas, masculina e feminina, em fase de metáfase. **Fonte:** Cromossomos montados na forma de cariótipo por Cássia Lima Silva Gusmão, Doutoranda e Pesquisadora do Laboratório de Citogenética e Mutagênese, Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Foto autorizada por: Catarina Satie Takahashi, Ph.D. em Genética, Professora Titular do Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

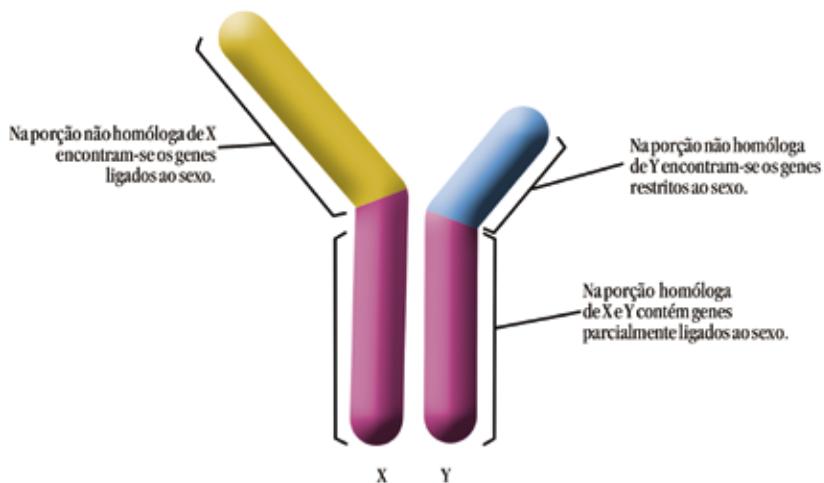
Entretanto, nem todas as espécies têm a distribuição de seus cromossomos sexuais como na espécie humana, existindo, desta forma, padrões diferentes.



## PESQUISA

Saiba mais sobre esses padrões “diferentes”. Procure livros de Biologia Geral sobre Determinação do Sexo, e aprofunde seus conhecimentos no assunto.

Agora dê uma olhadinha mais caprichada! Perceba que os cromossomos X e Y, sendo distintos, possuem porções homólogas (iguais) e não-homólogas (diferentes).



■ Representação dos tipos de herança ligadas ao cromossomo sexual humano.

Inacreditável, mas a porção não-homóloga do cromossomo X e Y causa um montão de coisas...

Os genes que se acham localizados exclusivamente no cromossomo X, na sua porção não-homóloga, determinam a herança ligada ao sexo. Como esse legado é evidente, ele foi o primeiro “modelo” de herança reconhecido nos seres humanos, apresentando inicialmente o maior número de características.

Quando há um gene letal recessivo ligado ao sexo, a mortalidade é mais baixa em mulheres, só ocorrendo em homozigose. Nos homens o óbito é mais alto, pois ocorre na presença de um só gene letal, em virtude da presença de um único cromossomo X.

Da mesma forma, se o gene “defeituoso” estiver localizado na porção não-homóloga do cromossomo X, a anomalia atingirá com maior incidência indivíduos do sexo masculino. As pessoas do sexo feminino só irão apresentar a “doença” em homozigose. Em heterozigose serão apenas portadoras.

Existem ocorrências em que o gene “defeituoso” se localiza na porção não-homóloga do cromossomo Y. Esses genes são chamados de holândricos e se restringem ao sexo masculino, já que só os homens carregam o cromossomo Y em seu cariótipo. Neste caso, falamos em herança restrita ao sexo. Leia o exemplo na FIGURA 1:



■ FIGURA 1 - Representa a hipertricose, doença que beira a ficção, acometeu Pedro Gonzales. Nascido em Tenerife, nas Ilhas Canárias, em 1556, Pedro foi dado de presente à corte de Henrique II, como se fosse um bichinho de pelúcia. Ele teve três filhos (duas meninas e um menino) e um neto, todos os descendentes masculinos com a mesma doença. Um dos primeiros casos conhecidos de hipertricose universal congênita foi, portanto, o de Pedro Gonzales. Em razão de sua inteligência e de sua presença marcante, Henrique II fez dele um de seus mais importantes embaixadores. Seus filhos chegaram a ser exibidos durante festas promovidas na corte, como exemplos de “como a natureza maligna podia invadir um corpo humano pecador”. **Fonte:** LAVÍNIA FONTANA DE ZAPPIS (1552-1614), González, 1585, pertence ao Castelo de Ambras, cidade de Innsbruck, Áustria. Técnica: Óleo sobre tela.

Temos, ainda, heranças de caracteres sexuais determinados por genes não localizados nos cromossomos sexuais. Nesta situação, o caráter tem sua manifestação em um dos性os e no outro, não. Essa manifestação acontece em virtude das diferenças anatômicas ou hormonais existentes entre os性os masculino e feminino. Denomina-se, então, herança limitada ao sexo.

### Homozigose

Genes alelos idênticos ou puros.

### Heterozigose

Os genes que compõem o par não são idênticos entre si, são híbridos.

Em outros casos, possivelmente pela influência dos hormônios sexuais, a relação dominância ou recessividade dos alelos é diferente nos machos e nas fêmeas; é o que chamamos de herança influenciada pelo sexo.

**Dominância** é o aspecto em evidência. Pode estar em homozigose ou heterozigose.

**Recessividade** é o aspecto encoberto. Só se manifesta em homozigose.

Veja três exemplos de “herança”. Vamos apresentar suas principais características para que você possa identificar: “Que herança é essa?...”

## ■ Cores? Não as diferencio... Esse mal tem cura?

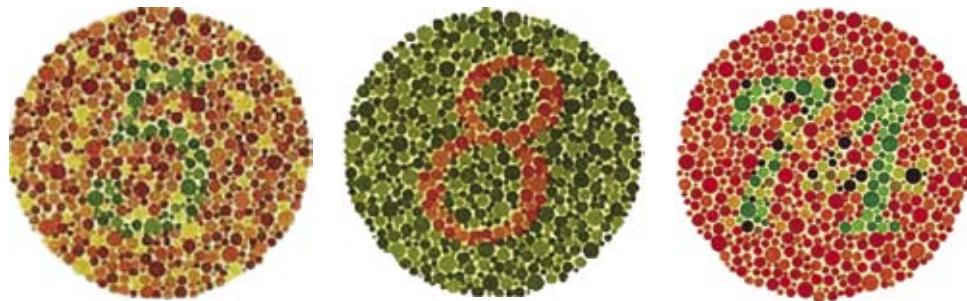
Percebendo haver pessoas que não conseguem enxergar ou distinguir determinadas cores, em 1917, o professor Dr. Shinobu Ishihara (1879 - 1963), oftalmologista japonês da Universidade de Tókio, desenvolveu uma série de testes para avaliar deficiências na percepção de cores. Estes testes, não conclusivos, consistem em uma série de pontos coloridos formando determinadas letras ou números, devendo ser aplicados em ambientes com iluminação natural.



■ Dr. Shinobu Ishihara (1879 - 1963), era um médico japonês, que criou o “teste da cor de Ishihara” para detectar deficiência da visão de cores. Shinobu graduou-se em medicina no ano de 1905, em uma escola militar, e ingressou imediatamente como médico-cirurgião no exército. Mais tarde, especializou-se em oftalmologia. Em 1908, retornou à universidade de Tokyo onde se dedicou à pesquisa em oftalmologia. Em 1910, passou a lecionar na faculdade médica do exército. Conduziu uma pesquisa sobre “oftalmologia no campo de batalha” e como selecionar soldados superiores. Em 1912, foi à Alemanha promover estudos sobre oftalmologia e em 1915, após a 1ª guerra, retornou à Tóquio. **Fonte:** Museu da Cor, The Society of Dyers and Colourists, Reino Unido.

Então, você já se perguntou se está tudo legal contigo?

Pare... Vamos fazer uma experiência com o modelo do teste desenvolvido pelo Professor Ishihara? Observe com muita atenção e diga que algarismos você vê.



■ Representação de pranchas de cores da tabela de Ishihara.

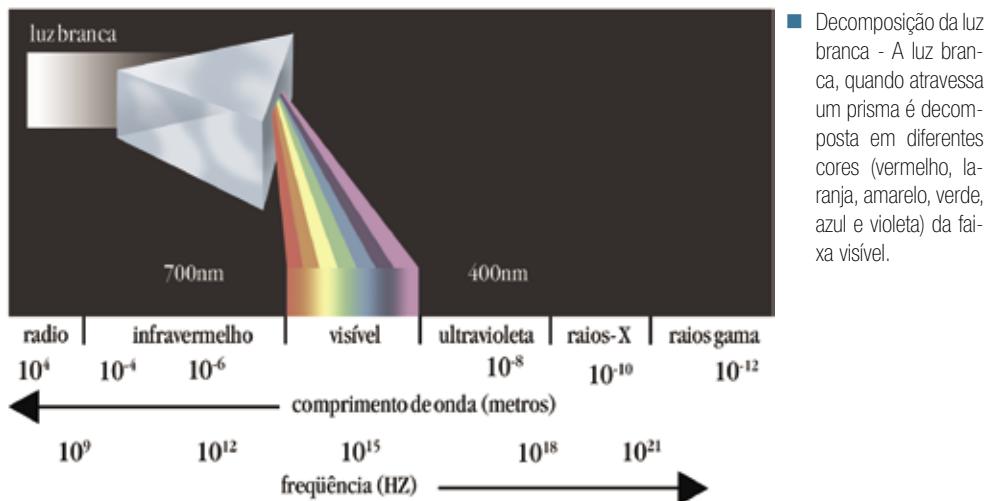
Você conseguiu enxergar os números? Que algarismos você distinguiu? Se conseguir enxergar os algarismos 5, 8 e 74, sua visão é normal.

Vamos pensar sobre o que nos faz enxergar determinadas cores e outras não. Comecemos a raciocinar a partir da natureza da luz.

A luz é uma onda eletromagnética que possui uma extensa faixa de comprimento de onda ( $\lambda$ ) e freqüência ( $f$ ). Cada comprimento de onda diferente é responsável por uma cor diferente, sendo que quanto menor o comprimento de onda da radiação, maior a sua freqüência.

A luz branca, que recebemos do Sol ou de uma lâmpada comum, não é pura, ela é policromática, ou seja, é composta por um conjunto de cores que correspondem a uma seqüência crescente de oscilação (freqüência) da radiação luminosa, isto é, elas estão colocadas numa ordem que vai da onda de menor freqüência para uma onda de maior freqüência. Essas cores monocromáticas (cores simples) sofrem desvios diferentes, por isso a luz branca, ao interagir com um prisma de vidro ou simplesmente com gotículas d'água, produz um feixe colorido, que, no caso da água da chuva, conhecemos como arco-íris.

No vácuo, a velocidade da luz é de aproximadamente 300.000 km/s.



Os nossos olhos são sensíveis a uma determinada faixa de comprimento de onda situada aproximadamente entre 400 a 800 nm, correspondente à luz visível. A faixa de comprimentos de onda associada a essas cores forma o que chamamos espectro visível, ou simplesmente luz visível.

É preciso que você compreenda que as cores são produzidas pela interação da luz visível com os objetos que absorvem uma parte dos comprimentos de onda e refletem outras.

Desta forma, enxergamos as “coisas” porque elas refletem uma parte da luz que é percebida pelos nossos olhos. Uma gota de sangue é vista por nós como vermelha porque, quando iluminada pela luz branca, reflete a luz vermelha e absorve praticamente todas as outras do espectro visível.

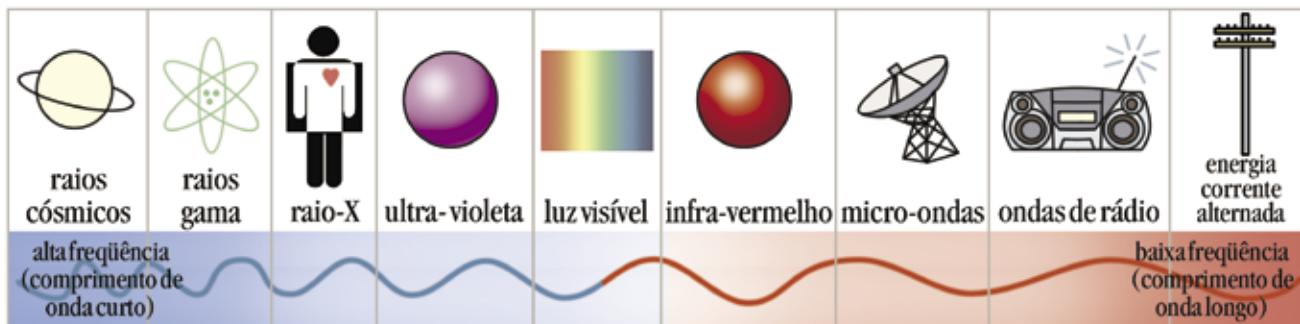
Se houver uma reflexão proporcional de todas as cores que compõem o espectro visível, temos o branco; no caso de uma total absorção, o preto.

Um tratamento mais aprofundado desse tema aparece no Folhas **“Natureza da Luz”**, que está no Livro Didático Público de Física. Consulte-o!



A águia de cabeça branca (*Haliaeetus leucocephalus*) é nativa da América do Norte. Ave de rapina da família Accipitridae, geralmente de grande porte, carnívora, de grande acuidade visual. Não obstante, foi caçada quase até à extinção. Está atualmente protegida e em recuperação. Esta águia tem plumagem castanha, exceto na cabeça que é caracteristicamente branca. **Fonte:** Bald Eagle at Combe Martin Wildlife and Dinosaur Park, situado em North Devon, Inglaterra. [www.dinosaur-uk](http://www.dinosaur-uk.com)

Como temos dito, as cores são produzidas pelos diferentes comprimentos de onda da luz visível. Mas deve-se ressaltar que na natureza existem inúmeros comprimentos de onda que os nossos olhos não percebem, como, por exemplo: as microondas, as ondas de rádio, os raios-X, os raios ultravioleta ou os raios infravermelhos. Por outro lado, existem animais que enxergam comprimentos de onda fora dessa faixa. A águia consegue enxergar parte dos raios infravermelhos e as abelhas enxergam os raios ultravioletas.



■ Representação do espectro eletromagnético.



## DEBATE

Agora converse com os seus colegas e descubram as cores que vocês vêem numa noite escura. Analisem o por quê.

Percebemos que o mundo que nos cerca – desde a tonalidade “amarronzada” do solo que pisamos ao azul do firmamento – é colorido e possui os mais variados tons e cores. Em meio a essas cores, podemos destacar a cor-luz, que é a luz que se decompõe em cores, e a cor-pigmento, que é a luz refletida pelo objeto. Tanto a cor-luz quanto a cor-pigmento são divididas em cores primárias e cores secundárias.

Para maior compreensão, leia o Folhas “**Uma luz na História da Arte**” no Livro Didático Público de Arte.

Observe:

- **Cores primárias** são cores puras, sem misturas, a partir das quais se obtêm as cores secundárias e diversas outras possibilidades de tonalidades.

Cores-luz (Mescla aditiva):



Cores-pigmento (Mescla subtrativa):



- **Cores secundárias** são formadas pela mistura de duas cores primárias.

Cores-luz:

$$\text{Vermelho} + \text{Verde} = \text{Amarelo}$$

$$\text{Azul} + \text{Verde} = \text{Ciano}$$

$$\text{Azul} + \text{Vermelho} = \text{Magenta}$$

Cores-pigmento:

$$\text{Magenta} + \text{Amarelo} = \text{Vermelho}$$

$$\text{Ciano} + \text{Amarelo} = \text{Verde}$$

$$\text{Ciano} + \text{Magenta} = \text{Azul}$$

Na arte, muitos artistas se preocupam com a expressividade e o uso das cores em suas obras. Um exemplo disso são as obras da artista brasileira Tarsila do Amaral (1886 – 1973), que retratou temas da nossa cultura “abusando” das cores.



■ Tarsila pintou este quadro no começo de 1924 e escreveu à sua filha dizendo que estava fazendo uns quadros “bem brasileiros”, e a descreveu como “um bicho esquisito, no meio do mato, com um sapo, um tatu, e outro bicho inventado”. Este quadro é também considerado um prenúncio da Antropofagia na obra de Tarsila e foi doado por ela ao Museu de Grenoble na França. **Fonte:** TARSILA DO AMARAL, A Cuca, 1924, Colégio do Museu de Grenoble, Grenoble, França. 73 cm x100 cm. Técnica: Óleo sobre tela. [www.tarsiladoamaral.com.br/obras5.htm](http://www.tarsiladoamaral.com.br/obras5.htm)

Observe a representação da obra acima, pintada em 1924, dois anos após a Semana da Arte Moderna de 1922, um evento onde vários artistas expuseram seus trabalhos apresentando ao público uma nova concepção do fazer e compreender a obra de arte brasileira.



## DEBATE

Você concorda que através do uso das cores um artista pode expressar uma idéia? Por quê?  
As cores que você identifica nesta obra são as mesmas identificadas por seus colegas? Compare!

Sabe-se que muitos animais vivem num mundo sem cor, por exemplo, os mamíferos (exceto os primatas) não percebem as cores e vivem num mundo eternamente acinzentado (GRANDES TEMAS DA MEDICINA – OS OLHOS E OS OUVIDOS. 1986, p. 3).

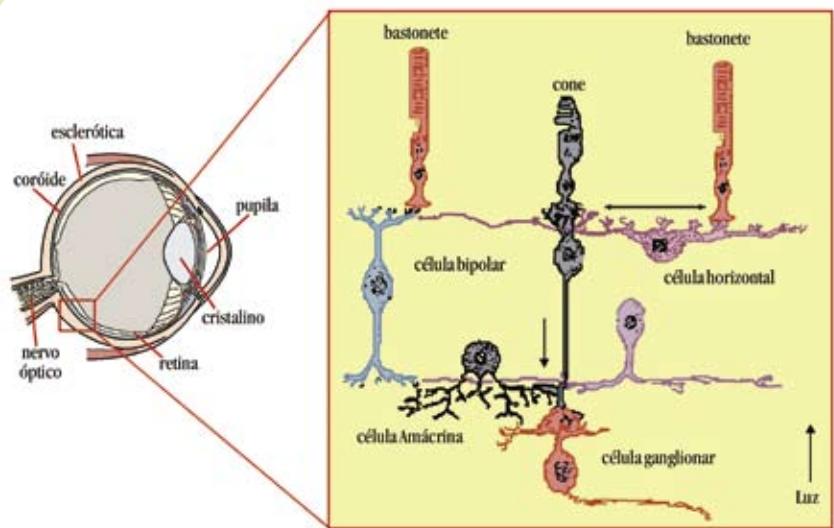
Este fato acontece porque no processo evolutivo, a rodopsina e os pigmentos azul, verde e vermelho compartilharam um ancestral comum. Um gene ancestral se desenvolveu no gene de bastonete para pigmentos e um único gene para cones de pigmentos.

Pesquisas sobre fator evolutivo da visão nos animais apontam que há aproximadamente 500 milhões de anos, o gene para azul e um único gene sensível à ondas verde-vermelho divergiram, dando origem à visão dicromática. A visão tricromática se deu graças à diferenciação, por duplicação, dos pigmentos vermelho e verde, há cerca de 30 milhões de anos. Esta visão é compartilhada pelos humanos e macacos do Velho Mundo.

### Rodopsina

Fotopigmento púrpura visual (nos bastonetes), que é descorada pela luz e é necessária à visão em luz escassa.

A capacidade que temos em perceber a luz está nos cones e bastonetes. Os bastonetes funcionam principalmente com baixa intensidade luminosa e são encontrados na periferia da retina. No centro da retina estão os cones; nele estão os fotorreceptores que contêm pigmentos que absorvem as radiações luminosas. Os fotorreceptores sensíveis à onda curta localizam-se nos cones para o azul; à onda média, nos cones para o verde, e à onda longa, nos cones para o vermelho.



- Organização da retina, parte do olho dos vertebrados responsável pela formação da imagem. É como uma tela onde se projetam as imagens: retém as imagens e as traduz para o cérebro através de impulsos elétricos enviados pelo nervo óptico.

A incapacidade em distinguir ou mesmo enxergar as cores está ligada ao mau funcionamento dos cones, na sua conversão da luz de um determinado comprimento de onda em uma sensação de cor subjetiva no cérebro. Este mau funcionamento reside nos alelos “defeituosos” existentes nos genes que herdamos dos nossos pais.

Faça uma viagem nos livros de Genética Humana ou no site [www.evoluindo.biociencia.org/visaocores.htm](http://www.evoluindo.biociencia.org/visaocores.htm). Clique em “Tópicos em Evolução” e, em seguida, no artigo de Eliane Evanovich, “Evolução da visão em cores”. Você poderá aprofundar seus conhecimentos sobre o fator evolutivo da visão tricromática entre os animais.



## DEBATE

Partindo do princípio que os mamíferos, exceto os primatas, vivem num mundo sem cor ou acinzentado, qual a vantagem evolutiva em enxergar colorido e não em preto e branco ou acinzentado?

Os indivíduos portadores dessa deficiência, ou seja, que não conseguem distinguir algumas cores, ou ainda, não as enxergam, são acometidos pelo daltonismo.

Relembrando o que foi discutido na página 95: “Os genes que se acham localizados exclusivamente no cromossomo X, na sua porção não-homóloga, determinam a **herança ligada ao sexo**.“

Esta deficiência genética está vinculada à porção “não-homóloga” entre os cromossomos X e Y, nos genes relacionados à produção de proteínas que expressam a pigmentação da visão do verde e vermelho. É uma característica hereditária que acomete maior número de pessoas do sexo masculino (cerca de 8%), do que do sexo feminino (0,5%).

Essa falha em visualizar ou mesmo diferenciar determinadas cores, pode estar ligada a duas cores ou a apenas uma. Os indivíduos daltônicos podem ser:

**Acromáticos:** é a forma mais rara do daltonismo; os indivíduos não enxergam cor alguma. Vêem o mundo em tons de preto e branco.

**Dicromáticos:** indivíduos que possuem dois tipos de cones em vez de três. São classificados em: **protan** – distúrbio para reconhecer a cor vermelha; **deutan** – distúrbio em identificar a cor verde, e **tritan** – distúrbio que impede o reconhecimento da cor azul.

**Tricromáticos anormais:** possuem os três tipos de cones, mas percebem os tons de cores alterados. É a forma mais abundante de daltonismo.



## PESQUISA

Que tal realizar uma pesquisa e descobrir por que essa anomalia recebeu o nome “daltonismo”... Para tanto, faça uma busca em livros de Genética Humana ou no endereço eletrônico [www.ufv.br/dbg/trab2002/hrsexo/hrs005.htm](http://www.ufv.br/dbg/trab2002/hrsexo/hrs005.htm)

**Curiosidade:** no caso do azul, o gene é autossômico dominante, com uma freqüência de 1/500 indivíduos de ambos os sexos.

Voltando ao teste da p. 97, observe novamente os algarismos. Você conseguiu identificá-los? Descobriu do que se trata? Justifique sua resposta em caso afirmativo ou negativo.

### Sabia que ...

Essa anomalia não traz grandes consequências, pois os daltônicos possuem uma visão normal para as demais características, causando apenas algumas impossibilidades nas atividades profissionais ou cotidianas (piloto de aeronaves, navios e maquinista); porém, alguns recursos ópticos (lentes) têm sido desenvolvidos para facilitar a identificação das cores pelos daltônicos. As lentes objetivam filtrar ou absorver determinadas radiações luminosas, o que proporciona maior conforto, proteção e melhora a percepção das cores.

## E esse sangue, de onde vem?

Além do daltonismo, existem outras heranças que apresentam os mesmos comportamentos em suas manifestações. Veja algumas...

Espantoso, mas existem pessoas que podem morrer com um simples arranhão. Você sabe por quê?

É que essas pessoas têm dificuldades no processo da coagulação sanguínea, estando constantemente sujeitas à hemorragia. Se numa pessoa normal o sangue leva de 5 a 15 minutos para coagular, naquelas pessoas - hemofílicos - a coagulação pode levar de 30 minutos à várias horas.

Existem três tipos de hemofilia: A, B e C. As do tipo A (hemofilia clássica ou real) e B (doença de Christmas) estão relacionadas ao cromossomo X, mais precisamente com sua porção não-homóloga ao cromossomo Y. Nesses dois tipos de hemofilia, os problemas hemorrágicos acontecem porque os indivíduos têm carência na produção de determinados fatores: fator VIII ou globulina anti-hemofílica para a hemofilia A e fator IX para a hemofilia B, ambos responsáveis pela coagulação.

Dentre as doenças hereditárias de coagulação, a incidência da hemofilia A corresponde a mais de 80% dos casos e a hemofilia B a cerca de 20%.

A hemofilia C, com uma ocorrência menor que 1%, é determinada por um gene autossômico incompletamente recessivo, não estando vinculada ao sexo, explicando a existência de indivíduos com deficiência menor (parcial e sem história hemorrágica) e outros com deficiência maior.



### PESQUISA

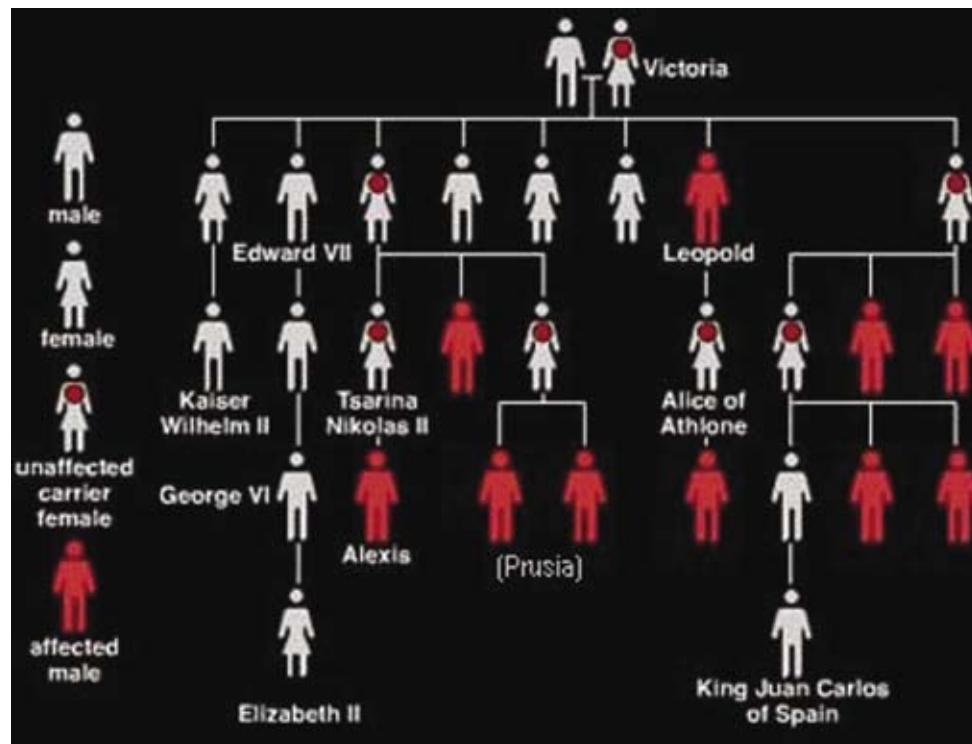
Busque mais informações em livros de Biologia Geral, Genética Humana e no site [www2.ufp.pt/~jcabeda/pdf/Sebenta-1996.pdf](http://www2.ufp.pt/~jcabeda/pdf/Sebenta-1996.pdf), o texto “**A genética molecular em hematologia: ferramenta auxiliar no diagnóstico, avaliação de prognóstico e follow-up**”. Pesquise sobre os componentes de coagulação sanguínea e responda: a diferença genômica entre homens e mulheres é grande. Isso interfere no fator coagulação sanguínea? De que modo?

Hoje, com o avanço da medicina, as pessoas hemofílicas podem ser tratadas com injeções de plasma contendo o fator em deficiência extraído do sangue de pessoas normais.

O gene para a hemofilia é muito raro, acometendo 1/10.000 homens e muito raramente as mulheres 1/100.000.000. Podemos dizer

A hemofilia A é conhecida como hemofilia real pelo fato de ter atingido diversos membros das famílias reais europeias. Nesse caso, o alelo foi transmitido pela rainha Vitória, da Inglaterra, a vários de seus descendentes e deles para outras famílias nobres da Europa.

que, em termos percentuais, a ocorrência da hemofilia no sexo feminino é praticamente desprezível, justificando-se dizer que “não existem mulheres hemofílicas”.



■ Resumo genealógico de incidência da hemofilia na realeza europeia. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## ■ Adreno... o quê??? Mas, que nome esquisito...

Para início de papo, o nome é adrenoleucodistrofia, e não é somente o nome que ela tem em comum com o “bicho-papão”. Ela é um verdadeiro “bicho papão”.

A adrenoleucodistrofia ou ALD, conhecida popularmente como Síndrome de Lorenzo, é uma doença também relacionada ao cromossomo X. Felizmente sua ocorrência é rara com uma incidência de 1:10.000, sendo classificada em três formas de acordo com a idade de seu início. Observe a Tabela disponível no endereço eletrônico [www.unifoa.edu.br/genetica/genetema/ald.htm](http://www.unifoa.edu.br/genetica/genetema/ald.htm):

<b>Adrenoleucodistrofia</b>				
<b>Forma</b>	<b>Início dos Sintomas</b>	<b>Quadro Clínico Neurológico</b>	<b>Disfunção Adrenal</b>	<b>Disfunção Adrenal</b>
<b>Neonatal</b>	primeiros meses de vida	deterioração neurológica, retardo mental.	presente	5 anos
<b>Clássica ou Infantil</b>	entre 4 e 10 anos de idade	problemas de percepção, perda da memória, da visão, da audição, da fala, deficiência dos movimentos de marcha, demência grave.	presente	10 anos
<b>Adulta (AMN)</b>	entre 15 e 19 anos de idade	dificuldade de ambulação, incontinência urinária, impotência, deterioração neurológica.	presente	décadas

Assim como o "bicho-papão", ela tem um grande poder de destruição, atacando o sistema nervoso central (SNC), mais precisamente destruindo progressivamente a bainha de mielina. Esta bainha lipídica, produzida pela célula de Schwann, tem um efeito isolante contribuindo para o aumento da velocidade do impulso nervoso. Nos vertebrados a bainha mielinica é encontrada em certos tratos de fibras da medula espinhal, no cérebro e no sistema simpático (sistema nervoso autônomo).

As vítimas da adrenoleucodistrofia podem chegar ao estado vegetativo e, posteriormente, à morte, caso não sejam medicadas a tempo.

Atualmente, graças ao avanço da medicina, faz-se o transplante da medula óssea, cujos resultados têm sido benéficos na estabilização do quadro neurológico, quando realizado na fase inicial da doença. Embora haja tratamentos bastante eficazes, ainda não existe uma terapia definitiva.

Além destas moléstias, temos muitos outros casos de herança ligada ao sexo. Que tal fazer alguns estudos e descobrir estas outras?

#### Células de Schwann

Células especiais que envolvem a fibra nervosa.

Vamos realizar uma viagem em livros de Biologia e de Genética Humana e pesquisar nos temas "Herança ligada ao sexo" ou "Genes localizados nos cromossomos sexuais".



## ATIVIDADES

Com seu professor, organize a turma e assista ao filme “O Óleo de Lorenzo” (1992, EUA, direção George Miller). Ele aborda a história de um menino que desenvolve uma doença rara ligada ao cromossomo X, a adrenoleucodistrofia, e de seus pais que, inconformados, iniciam pesquisas sobre a doença e sua cura. Em seguida, discuta sobre a “validade” das pesquisas realizadas pelo pai do menino para ele (Lorenzo), aos outros portadores da doença e, para o avanço da ciência.



Você já descobriu que heranças são essas? Creio que sim...  
Então reflita e responda as questões:



## DEBATE

Sendo as falhas destas doenças determinadas pela porção não-homóloga do cromossomo X e Y, você saberia explicar por que ela acomete mais bebês do sexo masculino?

As mulheres, normalmente, agem somente como portadoras destas anomalias. Por quê?



## ATIVIDADES

Explique o motivo da afirmação: “**Bem afortunados ou não, pode ser que a herdamos...**”, quando nos referimos a estas heranças.

## ■ Referências Bibliográficas

GRANDES TEMAS DA MEDICINA. Os olhos e os ouvidos. São Paulo: Nova Cultural, 1986.

## ■ Obras Consultadas

BORGES-OSÓRIO, M. R.; ROBINSON, W. M. **Genética humana**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

GRANDES TEMAS DA MEDICINA – O Sangue. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1986.

LIMA, C. P. de. **Genética humana**. São Paulo: Habra, 1996.

OTTO, P. G. et al. **Genética humana e clínica**. São Paulo: Roca, 1998.

STORER, T. I. et al. **Zoologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1989.

VOGEL, F.; MOTULSKY, A. G. **Genética humana: problemas e abordagens**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

## ■ Documentos Consultados *ONLINE*

BERTULANI, C. A. **Luz e cor.** Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <[www.if.ufrj.br/teaching/phys2.html](http://www.if.ufrj.br/teaching/phys2.html)> Acesso em: 07 out. 2005.

BHERING, L. L. **Daltonismo.** Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <[www.ufv.br/dbg/trab2002/HRSEXO/HRS005.htm](http://www.ufv.br/dbg/trab2002/HRSEXO/HRS005.htm)> Acesso em: 06 out. 2005.

CABEDA, J. M. B. et al. **A genética em hematologia:** ferramenta auxiliar no diagnóstico, avaliação de prognóstico e “follow-up”. Disponível em: <[www2.ufp.pt/~jcabella/](http://www2.ufp.pt/~jcabella/)> Acesso em: 21 ago. 2005.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. **Glossário sobre biotecnologia.** Disponível em: <[www.cib.org.br/glossario.php](http://www.cib.org.br/glossario.php)> Acesso em: 21 ago. 2005.

ELIAS, L. L. K.; CASTRO, M. de. **Insuficiência adrenal primária de causa genética.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, v. 46, n. 4, São Paulo, ago. 2002. Disponível em: <[www.scielo.br](http://www.scielo.br)> Acesso em: 06 set. 2005.

EVANOVICH, E. **Evolução da visão em cores.** Biociência - Portal de Divulgação Científica. Disponível em: <[www.biociencia.org/content/view/106/83/](http://www.biociencia.org/content/view/106/83/)> Acesso em: 22 out. 2005.

FERNANDES, L. C.; URBANO, L. C. de V. **Lentes de contato filtrantes coloridas nas discromatopsias** – relato de casos. Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, mai./jun. 2003, v. 66, n. 3, p. 381-384. Disponível em: <[www.scielo.br](http://www.scielo.br)> Acesso em: 08 out. 2005.

FLORES, M. R. **Adrenoleucodistrofia.** Genética e Biologia molecular, Centro Universitário de Volta Redonda. Disponível em: <[www.unifo.edu.br/genetica/genetema/ald.htm](http://www.unifo.edu.br/genetica/genetema/ald.htm)> Acesso em: 05 set. 2005.

OLIVEIRA Jr., A. S. de. **Daltonismo.** Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <[www.ufv.br/dbg/trab2002/HRSEXO/HRS002.htm](http://www.ufv.br/dbg/trab2002/HRSEXO/HRS002.htm)> Acesso em: 21 ago. 2005.

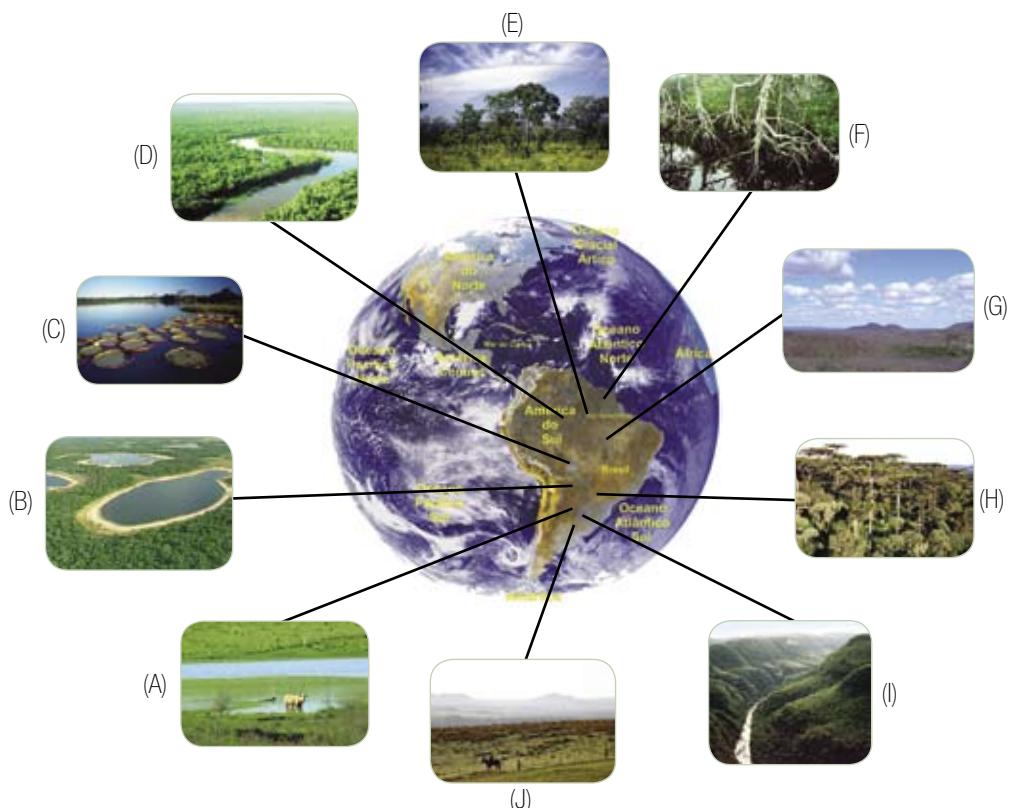
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Instituto de Física Gleb Wataghin. **Conceitos básicos.** Disponível em: <[www.ifi.unicamp.br/~accosta/conceitos.html](http://www.ifi.unicamp.br/~accosta/conceitos.html)> Acesso em: 22 out. 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. **Cores.** Disponível em: <[www.arq.ufsc.br/~labcon/arq5661/trabalhos\\_2001-2/iluminacao/cores.htm](http://www.arq.ufsc.br/~labcon/arq5661/trabalhos_2001-2/iluminacao/cores.htm)> Acesso em: 02 set. 2005.



# BIOMAS: PARAÍSOS NATURAIS OU RECURSOS INESGOTÁVEIS?

■ Joel Weçolovis<sup>1</sup>



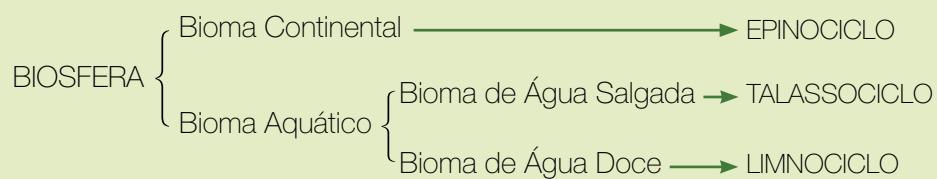
- Biomas brasileiros: (A) Pampa; (B) Pantanal; (C) Pantanal; (D) Amazônia; (E) Cerrado; (F) Manguezal; (G) Caatinga; (H) Mata das Araucárias; (I) Mata Atlântica; (J) Pampa. **Fonte:** INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e MMA – Ministério do Meio Ambiente.

<sup>1</sup>Colégio Estadual Eron Domingues - Marechal Cândido Rondon - PR

O Bioma da Terra constitui a Biosfera onde você encontrará todas as formas de vida do nosso planeta. Nela os seres vivos estão distribuídos em dois grandes agrupamentos, denominados de Bioma continental ou Continental e Bioma Aquático. Por Biosfera, você também pode entender uma camada que abriga vida, assim, na litosfera, na hidrosfera e na atmosfera vive o conjunto de todos os seres vivos da face da terra.

A Biosfera está formada pelos Biomas Terrestre e Aquático.

O Bioma Aquático, por sua vez, pode ser constituído por água do-



O Bioma Continental é formado pelo conjunto de todos os seres que habitam a camada da Terra conhecida por solo. São exemplos os diferentes tipos de florestas, campos, tundra, taiga, savanas e desertos nos quais o homem, bem como os demais animais e outras formas de vida, também vivem e utilizam para desempenhar suas funções biológicas.

No Brasil, as áreas de preservação conservam a biodiversidade de alguns dos nossos Biomas, como por exemplo: Mata Atlântica, Floresta Amazônica, Campos Sulinos, Caatingas, Zona Costeira e Marinha. Os Biomas da Mata Atlântica e da Floresta Amazônica são os mais estudados, porém, falta muita informação de qualidade sobre os demais Biomas brasileiros que comportam muitas espécies endêmicas e cosmopolitas.

Bem, você está percebendo que o Bioma é a massa de todos os seres vivos que habitam o globo (do Grego, *bios* = vida e *oma* = massa). São dois grandes agrupamentos de seres vivos dentro de habitats diferentes que integram toda a biodiversidade terrestre e aquática.



## ATIVIDADE

Que tal você montar um vocabulário de termos que necessitam de maiores explicações para facilitar o seu entendimento sobre o assunto? Pesquise, num dicionário de Biologia, o que vem a ser: bioma, biosfera, biociclos, litosfera, hidrosfera, atmosfera, ecossistema, assoreamento, sustentabilidade e aquicultura.

É bom você saber que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e o Ministério do Meio Ambiente produziram, em comemoração ao **Dia Nacional da Biodiversidade** – 22 de maio, um mapa com os Biomas do Brasil.

Procure saber mais sobre os Biomas brasileiros no site do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no endereço [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Segundo o IBGE, o mapa atualizado é resultado da parceria entre o IBGE e o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Apresenta pela primeira vez os seis Biomas Continentais brasileiros - Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa - e suas áreas aproximadas. Procure, também, nos endereços eletrônicos do MMA – [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br) e do IBAMA – [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)

Agora que você já consultou o mapa, identificou que o território brasileiro é ocupado por muitos Biomas distintos e diferenciados, então:



## PESQUISA

Quais são os Biomas do nosso país? Qual a área aproximada de cada um deles? Que tal você representar, no mapa do Brasil, cada um destes conjuntos com cores diferentes? Realize esta atividade em seu caderno.



■ Representação do mapa político do Brasil.



■ Ecosistema litorâneo, recife de coral. **Fonte:** MMA – Ministério do Meio Ambiente, foto de Leo Francini.

Convém destacar que, além da parte continental, existem os ecossistemas litorâneos com características próprias e com espécies bem adaptadas às condições ambientais daquele bioma.

Em Geografia, costuma-se dividir o Brasil em regiões que servem para delimitar o espaço geográfico facilitando suas políticas administrativas. Muitas são as propostas de divisão e estão baseadas em características como a vegetação, o clima e o relevo. Em 1969, o IBGE fez a proposta, ainda usada, de regionalizar o país adotando critérios baseados em elementos naturais, sociais e econômicos resultando nas cinco macro-regiões: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Porém, a divisão em três complexos regionais é mais usada pois está baseada na natureza, economia e população, sendo mais abrangente e não obedecendo as fronteiras administrativas. Os três complexos regionais são: Nordeste, Amazônia e Centro-Sul.

**MACRO-REGIÕES DO BRASIL**



■ Representação do mapa do Brasil dividido em cinco macro-regiões.

**COMPLEXOS REGIONAIS DO BRASIL**



■ Representação do mapa do Brasil dividido em três complexos regionais.



■ Caatinga – do Tupi-Guarani: caa (nata) + tinga (branca) = mata branca. **Fonte:** MMA – Ministério do Meio Ambiente.

O Nordeste tem quatro biomas: Zona da Mata; Agreste; Sertão e Meio-Norte. O cultivo da cana-de-açúcar ocupou a Zona da Mata e parte do Agreste. A criação de animais deu-se de forma mais intensa no Agreste e no Sertão com técnicas diferenciadas. A ação exploratória humana dizimou a Floresta, e o solo se encontra desgastado e empobrecido. Hoje, foram abertas novas fronteiras agrícolas no Meio-Norte.

A Amazônia é uma extensa região com sua mata denominada, por alguns, de “inferno verde”, pois impede, de certa forma, a ocupação humana devido a falta de recursos e a distância dos grandes centros. A ação humana aconteceu no ciclo da borracha, e por meio de incursões e navegações pelos rios, foram instaladas cidades e povoados em suas margens. Atualmente, são desenvolvidas atividades econômicas, extractivistas vegetal e mineral. Nos últimos anos a Amazônia também vem sendo desmatada para criação de gado.



■ Amazônia brasileira. **Fonte:** MMA – Ministério do Meio Ambiente, foto de Farol Brasil.

A região Centro-Sul teve sua área de cobertura florestal bastante modificada pela agricultura, que se intensificou com o ciclo do café e com a formação de pastagens para criação de gado. Também com o ciclo do ouro, esta região teve a Mata intensamente devastada durante séculos, bem como os recursos hídricos que, por meio da mineração, deixaram uma triste herança: a contaminação de vegetais, do solo e da água por metais pesados. Porém, o desenvolvimento trouxe riqueza aos povoados que foram promovidos a grandes metrópoles. Por sua vez, estes abrigaram grandes indústrias que trouxeram com elas todas as agressões ambientais da poluição e degradação. A região foi intensamente urbanizada.



■ Ação humana para agricultura e criação de gado. **Fonte:** MMA – Ministério do Meio Ambiente.

Assim, o homem se relaciona com os biomas aquático e terrestre para poder viver, usando os recursos naturais disponíveis nesses ecossistemas.



■ Parte da Floresta dando lugar à cidade de Curitiba. **Fonte:** Foto Joel Weçolovis, 2005.

Bom seria se esse relacionamento e a utilização dos recursos naturais fossem feitos dentro de uma visão ecológica de sustentabilidade, isto é, usando adequadamente os recursos naturais em quantidades compatíveis com a capacidade de renovação.



## DEBATE

Será que o homem, parte integrante da Biosfera, tem a preocupação com a sustentabilidade dos ecossistemas? O homem seria um “problema” para o desenvolvimento das espécies? Você sente que há necessidade de mudança de hábitos e atitudes nas pessoas? Em relação aos rios e lagos, o que deveria mudar?



■ Rio Nilo, rio africano que desagua no mar Mediterrâneo, no Egito. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Interessante você observar que o bioma aquático está presente e incorporado ao Bioma continental. Exemplificando: um rio que atravessa uma floresta ou um lago que se encontra dentro de um campo, e assim por diante. Desta forma, as águas dos mares, lagoas, rios, riachos e vertentes passam a ser verdadeiros mananciais que permitem a prosperidade da vida animal e/ou vegetal nestes ambientes, guardando em seus sistemas formas de vida com características muito diferenciadas.

No Egito, em pleno deserto, as enchentes do Rio Nilo preparavam uma extensa área de terra agricultável com elevado teor de fertilidade. A matéria orgânica trazida pelas águas era depositada no solo realizando uma adubação natural muito importante para a produção de alimentos. Com a inundação, na parte baixa do país, formava-se o denominado delta do Rio Nilo, onde havia uma abundância de peixes para a pesca, e em seus banhados e pântanos uma variedade muito rica de animais para a caça.

Assim sendo, no estudo da Biologia é importante entender que os Biomas são conjuntos integrados com seres vivos e que há um relacionamento não só entre as diferentes espécies, mas uma interação entre Biomas. Ainda neste entendimento, pense também, o Bioma Aquático ou biociclo das águas salgada e doce, respectivamente com as denominações de talassociclo e limnociclo, ambos ocupam uma grande porção do globo terrestre e com seres vivendo em diferentes situações de **luminosidade, temperatura e pressão**.

A **luminosidade** pode ser entendida como a quantidade de feixes de luz que penetra na mata. Quando esta é muito densa, dificulta a entrada de luz, o que ocasiona a escuridão da floresta. A pouca luz para a vida vegetal exigiu adaptações, como é o caso das plantas umbrófilas.

As samambaias que vivem no solo são diferentes das samambaias epífitas - que vivem nos troncos de árvores - e por isso, exigem mais luminosidade para se desenvolver. Essa diferença é notada quando se altera o habitat natural dessa planta. Percebe-se, por exemplo, que a coloração de suas folhas muda.

O desmatamento, ou a abertura de clareiras nas matas, trouxe como consequência a extinção de muitas espécies vegetais que não se adaptaram à intensa luminosidade. Isso influenciou desde a fauna terrestre até os peixes que habitam os rios desses Biomas. Algumas espécies não conseguiram sobreviver na intensidade luminosa depois da remoção das florestas.

Outro fator que influencia o Bioma é a **temperatura**. Quando falamos em temperatura pensamos em nossas sensações corporais que chamamos de frio ou quente. No entanto, essas sensações podem ser enganosas. Por isso, a Física define a temperatura como a medida do grau de agitação das moléculas que compõem os corpos. Então, quanto maior a temperatura, maior a agitação molecular.

Verificamos que na troposfera, camada da atmosfera em contato com a superfície terrestre, a temperatura é mais elevada e vai ficando cada vez menor com a altitude, caindo de 5 °C a 7 °C a cada quilômetro. Assim, os lugares mais altos apresentam menores temperaturas e as montanhas têm os picos cobertos de neve. O clima frio, entre outros fatores, propicia um tipo de vegetação que pode ser rasteira e de pequeno porte, como por exemplo, as gramíneas e os musgos, ou florestas do tipo Coníferas, encontradas no Canadá.



■ Desmatamento na Amazônia. **Fonte:** MMA – Ministério do Meio Ambiente, foto CNTP – Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das populações tradicionais.



■ Floresta de Coníferas. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



## PESQUISA

Em que as diferentes temperaturas, observadas em nossa geografia global, influenciam na formação dos Biomas característicos das regiões Nordeste, Amazônia e Centro-Sul?

O Bioma também recebe a influência da **pressão**. Esta é definida como a relação entre a força aplicada, perpendicularmente, sobre uma determinada área, conforme a fórmula:

$$p = \frac{F}{A}$$

$p$ = Pressão	(N/m <sup>2</sup> )
$F$ = Força	(N) Newton
$A$ = Área	(m <sup>2</sup> )

No caso da pressão atmosférica, trata-se do peso do ar sobre os corpos que estão sobre a superfície da Terra. Ainda, temos a pressão hidrostática que é a força dos líquidos sobre os corpos submetidos a eles, como por exemplo, os seres aquáticos.



■ Os atuns (gênero *Thunnus*) são um dos grupos de espécies mais importantes do ponto de vista pesqueiro. Em 2002, foram capturadas, em todo o mundo, mais de seis milhões de toneladas de atuns e "espécies-afins" (de acordo com as estatísticas da FAO). São também muito populares na pesca desportiva. É muito difícil conservar atuns vivos num aquário, mas o Monterey Bay Aquarium tem alguns exemplares em exibição. **Fonte:** NOAA - National Oceanic & Atmospheric Administration, Departamento de Comércio dos EUA.

Convém você observar que, se na troposfera a temperatura diminui com a altitude, a pressão também diminui, o que por sua vez, influí no tipo de Bioma ocupado em cada região. Assim, à medida que subimos uma montanha, pode ser percebido que o ar se torna menos denso e a pressão diminui. A menor densidade da atmosfera torna o clima mais seco e vamos encontrar Biomas diferentes. Isto é denominado de zonação da vegetação.

Por sua vez, os seres que habitam o Bioma Aquático sentem a pressão do líquido sobre seus corpos de forma diferenciada. Vamos analisar o exemplo dos peixes.

Os nectônicos, que habitam a zona pelágica, apresentam o corpo comprido e muita agilidade nos movimentos. Devido as adaptações morfológicas, conseguem viver melhor em águas abertas, nadando o tempo todo.

Os bentônicos apresentam o corpo achatado e comprido dorsalmente; os movimentos são mais lentos, com a finalidade de reduzir o gasto de energia, e uma visão reduzida, conforme o gradiente de luz que vai diminuindo da superfície da água até grandes profundidades.

Igualmente os líquidos que circulam no interior de tubos dos seres vivos, animais ou vegetais, independente do Bioma em que vivem, apresentam um fluxo de pressão que é igual à razão entre a força atuante e a sua área. Por exemplo, a pressão arterial sanguínea é importante e auxilia no entendimento sobre o comportamento fisiológico humano, já que regula todo o metabolismo orgânico com todas as atividades conhecidas.

Então, ocupando uma enorme extensão de área, este bioma desempenha funções específicas dentro da biodiversidade terrestre. Assim, o ecossistema formado pelas águas não poderia servir apenas de depósito para suprimento líquido mineral do homem e demais seres vivos, mas abriga vida e com certa abundância. Mesmo existindo organismos vivos em seu interior, estas águas podem ser paradas (lênticas) ou correntes (lóticas), favorecendo ou dificultando o desenvolvimento das espécies.



## PESQUISA

Qual a porcentagem de água no nosso planeta? Qual a porcentagem de água salgada? E de água doce? Que tal representar estas porcentagens em um gráfico legendado em forma de círculo?

Para sua melhor compreensão na busca de soluções aos desafios do problema proposto, o bioma aquático será dividido em partes. Como já vimos é dividido em limnociclo e talassociclo.



Quanto à distribuição dos seres vivos na superfície da água você vai encontrar as espécies de seres planctônicos que, pela ausência de apêndices locomotores, ficam flutuando livremente na correnteza. Esses seres são denominados de:

- **Fitoplâncton** - são importantes na produção de alimentos dentro da cadeia alimentar e de oxigênio atmosférico ( $O_2$ ), por exemplo algas clorófitas; cianofíceas e protistas como as diatomáceas, as euglenófitas e os dinoflagelados;
- **Zooplâncton** - que são formados pelos microcrustáceos; protistas; larvas de insetos, esponjas, celenterados, moluscos, equinodermos e urocordados; alevinos (larvas de peixes), entre outros.

Portanto, é necessário dar muita importância aos seres planctônicos, principalmente por dois fatores: o primeiro, por serem os produtores da cadeia alimentar, tanto para os seres vivos da superfície da água, como para aqueles que se encontram situados logo abaixo; e o segundo, por serem autótrofos fotossintetizadores e estarem expostos à intensidade luminosa, produzem um excedente de  $O_2$  (oxigênio livre) que é lançado na atmosfera. Essa produção de oxigênio é capaz de garantir a nossa sobrevivência e a dos demais seres vivos aqui na Terra. Estes motivos o levarão a entender porque o bioma aquático é tão importante e deve ocupar parte do seu tempo e de sua preocupação nos estudos.



■ Colônia de cianobactérias *Anabaena spatica*, "Algas azuis". **Fonte:** Foto disponível no site do Dr. Ralf Wagner, [www.dr-ralf-wagner.de](http://www.dr-ralf-wagner.de)



## PESQUISA

Qual seria o tamanho dos corpos dos seres vivos que fazem parte do plâncton? Por que não afundam? O que você poderia apontar como problemas atuais para a sobrevivência desses organismos?



■ Plantas e Animais aquáticos - **Fonte:** Joel Weçolovis, Marechal Cândido Rondon, 2005.

No interior das águas, você encontrará, deslocando-se voluntariamente, os seres nectônicos representados pelos peixes, mamíferos (cetáceos), moluscos (lula e polvo), répteis (tartarugas), crustáceos (camarão), entre outros.

Você sabe que anualmente, desta parte do bioma aquático, a atividade pesqueira retira milhares de toneladas de peixes, camarão, lagosta, etc, e que tem elevada importância para o consumo alimentar humano. Na aquicultura, os açudes de água doce participam com a produção de: peixes, camarões, rãs, entre outras espécies.



■ Lagosta é o nome genérico dado aos crustáceos decápodes marininhos da subordem Palinura, caracterizados por terem as antenas do 2º par muito longas e os urópodes em forma de leque.

E ainda, submersos no fundo das águas, locomovendo de uma ou outra forma ou mesmo fixos, você encontrará os seres bentônicos, como por exemplo, os celenterados (anêmonas e corais), crustáceos (craças, lagostas, lagostim), espongiários, equinodermos ou moluscos (ostras e mariscos).

Pelos exemplos, você percebeu que há uma rica biodiversidade nesse *benthos* que em grego significa “fundo”. No bioma aquático, os alimentos precisam ser levados desde a superfície da água até o fundo onde vivem os seres bentônicos. Esse transporte de alimentos, dentro do corpo líquido, obedece aos fenômenos físicos da densidade e do empuxo.



## PESQUISA

Os rios, lagoas, mares e outros ambientes aquáticos têm merecido atenção e cuidados das pessoas. Quais os problemas que o crescimento das cidades poderia trazer para a qualidade e a vida na água?

O desmatamento, para ocupação pelas lavouras, pode oferecer alguns problemas ao Bioma Aquático. Cite alguns.



## PESQUISA

Como os alimentos chegam até o fundo se são produzidos em grande parte na superfície da água?

Como os seres bentônicos recebem alimentos?

Para compreender melhor o conceito de densidade, vamos considerar a relação existente entre a massa de um corpo e o seu volume, matematicamente representada pela fórmula:

$$d = \frac{m}{V}$$

$d$  = densidade (g/cm<sup>3</sup>)

$m$  = massa (g)

$V$  = Volume (cm<sup>3</sup>)

Se você pegar o volume de 1 litro (1.000 cm<sup>3</sup>) de água e pesar, verá que a massa será de 1 quilograma (1.000 g), portanto 1.000 dividido por 1.000 é igual a 1. Neste exemplo, a densidade é medida em gramas por cm<sup>3</sup>, logo, a densidade da água é 1 g/cm<sup>3</sup>.



## ATIVIDADE

Tente repetir a experiência do exemplo acima, mas agora com 1 litro de óleo e depois com 1 litro de areia fina (pois esta terá menos espaços de ar entre as suas partículas ficando mais compactada). Então analise qual a densidade do óleo e da areia. O que acontece se você colocar uma colher de óleo e uma de areia na água?

Com o experimento acima, você deve ter observado que a densidade varia em cada um dos exemplos, sendo uma medida da concentração de massa em certo volume.

Muito bem, então a densidade da água também é variável. A densidade da água doce é maior que a da água salgada em decorrência da variação na concentração de moléculas nelas dissolvidas.

Você também pode associar a densidade com decantação, que é muito usada nos laboratórios de Química para fazer a separação de misturas heterogêneas. Para exemplificar, uma água barrenta, devido a maior densidade dos sólidos suspensos, sedimenta o barro no fundo do recipiente.



■ Arquimedes (287 a.C. - 212 a.C.) foi um matemático e inventor grego, nascido em Siracusa, na Sicília. Foi o mais importante matemático da Antigüidade. **Fonte:** DOMENICO FETTI, Archimedes, 1620, Mantua, Itália. Pertence ao Alte Meister Museum, Dresden, Saxônia, Alemanha.

Nessa mesma reflexão, você deve ter lido nos livros de Física que o filósofo, cientista e matemático Arquimedes, enquanto se banhava numa piscina, percebeu que um corpo mergulhado num líquido ficava “mais pesado” ou “mais leve” devido a uma força. Essa força que o líquido exerce sobre o corpo hoje é denominada de “empuxo”.

Portanto, num corpo que se encontra imerso num líquido, agem duas forças: a força peso ( $P$ ), ocasionada pelo efeito da força de gravidade que atrai os corpos para o centro da Terra e a força de empuxo ( $E$ ), devido sua interação com a água.

A densidade da água também pode ser medida em relação ao empuxo exercido sobre um volume mergulhado dentro dela. Esta força é devido às diferenças das pressões hidrostáticas que atua no objeto mergulhado no líquido.

Portanto, no limnocielo, os seres vivos estão ocupando todos os espaços da água e em todas as situações de profundidade necessitam que os alimentos estejam disponibilizados. Isso é possível graças a relação entre densidade e empuxo, onde um alimento pode estar numa das três situações: flutuação, equilíbrio ou afundamento. Em Física, são representados respectivamente como segue:

$P < E$

$P = E$

$P > E$



## ATIVIDADE

Qual a influência da densidade sobre os seres aquáticos? Explique e exemplifique como a pressão e o empuxo podem interferir sobre as características morfológicas dos seres aquáticos. O que acontece quando são lançadas substâncias com densidade maior e menor que 1 (um) no meio aquático?

Você sabia que aqui no Paraná temos a maior hidrelétrica do mundo? Se você ainda não conhece, procure entrar no endereço eletrônico [www.itaipu.gov.br](http://www.itaipu.gov.br) para conhecer.

A construção da usina formou um lago com 1.350 km<sup>2</sup> e um volume de 29 bilhões de m<sup>3</sup> de água represada, a qual é renovada em média a cada 32 dias. Sendo a água a matéria prima da usina, a Itaipu mantém programas de manejo do solo através de micro-bacias para evitar o assoreamento do lago, bem como, o monitoramento da contaminação da água pelos agrotóxicos usados na agricultura ribeirinha.

A Companhia Binacional de Itaipu fez um estudo sobre a piscosidade no Rio Paraná, com cinco espécies mais comuns na pesca, antes da construção da barragem e outro depois do represamento das águas, com os seguintes resultados:

ANTES - Rio Paraná	DEPOIS - Lago de Itaipu
1º) Cascudo-preto - 22 %	1º) Armado - 38 %, cerca de 550 toneladas ano
2º) Dourado - 17 %	2º) Corvina - 15 %, cerca de 210 toneladas ano
3º) Pacu - 13 %	3º) Mapará - 13 % cerca de 180 toneladas ano
4º) Jaú - 10 %	4º) Curimba - 8 % cerca de 105 toneladas ano
5º) Pintado - 9 %	5º) Barbado - 5 % cerca de 60 toneladas ano



■ Peixe armado (*Pterodoras granulosus*). Uma das principais características desse peixe são os aculeos (espinhos em forma de asas de borboleta que possui em cada lado do seu corpo). Tem cor amarronzada, pode alcançar um metro de comprimento e pesar 8 quilos. Onívoro, alimenta-se de quase tudo o que encontra, de vegetais a insetos. **Fonte:** Lago de Itaipu, Foz do Iguaçu. [www.itaipu.gov.br](http://www.itaipu.gov.br)



## PESQUISA

Repensando a questão do limnociclo, a construção da represa é um ganho ou uma perda ambiental? Forma um novo bioma ou agride o original?

Toda a riqueza de um Bioma, por si só, já justificaria o estudo para assegurar a conservação e o manejo da sua biodiversidade. Por isso, toda forma de vida possui o seu valor econômico ou ecológico. Portanto, conservar um bioma é garantir a existência das diversas espécies que nele se estabelecem e, consequentemente, a sua existência para a presente e as futuras gerações.

## Obras Consultadas

- DAJOZ, R. **Princípios de ecologia**. São Paulo: Artmed, 2000.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- POPP, H. J. **Geologia geral**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1998.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta, 2005.
- RAVEN, P. H. **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.
- STORER, T. I. et al. **Zoologia geral**. São Paulo: Biblioteca Universitária, 2002.
- TIPLER, P. A. **Física moderna**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981.

## Documentos Consultados ONLINE

- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Unidades de conservação**. Disponível em: <[www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)> Acesso em: 26 ago. 2005.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**: recursos naturais. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso em: 26 ago. 2005.
- ITAIPU BINACIONAL. **Meio ambiente**. Disponível em: <[www.itaipu.gov.br](http://www.itaipu.gov.br)> Acesso em: 26 ago. 2005.
- MMA. Ministério do meio ambiente. **Biodiversidade e florestas**. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)> Acesso em: 26 ago. 2005.



# MATA ATLÂNTICA: SOCORRO!!! CADÊ VOCÊ???

■ Joel Weçolovis<sup>1</sup>

P

arece brincadeira de criança de “esconde-esconde” ou ainda a procura de algo escondido.

Bem, você não vai procurar por aí uma mata escondida, não é mesmo? Deve estar imaginando que a questão é muito mais séria do que uma simples brincadeira. Se você pensou assim, acertou.



Fonte: SPVS - Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem, Curitiba/PR. [www.spvs.org.br](http://www.spvs.org.br)

<sup>1</sup>Colégio Estadual Eron Domingues - Marechal Cândido Rondon - PR

O que aconteceu com o bioma Mata Atlântica?  
 Houve a necessidade disso ter acontecido?  
 O que fazer para controlar esta situação?  
 A situação da Mata Atlântica, hoje, poderia ser diferente?

O Bioma “Floresta Atlântica” é composto por um conjunto de formações florestais tipo Ombrófilas: aberta, densa e mista, além de manguezais, restingas, campos de altitudes e brejos que abrigam a maior diversidade de espécies por hectare entre as florestas tropicais brasileira. Devido sua grande biodiversidade, é considerado um ecossistema de enorme importância para o nosso planeta.

**BIODIVERSIDADE** pode ser entendida como a grande variedade de espécies de seres vivos da terra. Portanto biodiversidade é o conjunto de toda a vida no nosso planeta com todas as espécies de vegetais, animais, microrganismos, bem como, toda variabilidade genética dentro das espécies (genes) e toda a diversidade dos ecossistemas, tanto de espécies silvestres como domesticadas pelo homem.

Um patrimônio rico em espécies animais e vegetais sendo que algumas são únicas no mundo, o que contribui para que o Brasil seja considerado titular da maior Biodiversidade do planeta. Essa riqueza de formas de vida fez com que a UNESCO declarasse a Mata Atlântica como “Reserva da Biodiversidade e Patrimônio da Humanidade”.

Em razão disto, em 1999, o dia **27 de maio** foi escolhido como o **Dia Nacional da Mata Atlântica** por ter sido nesta data, no ano de 1560, que o Padre Anchieta assinou a carta de São Vicente (atual cidade de São Paulo). Foi o primeiro documento que tratou da biodiversidade das matas brasileiras.



■ O Mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) é um primate encontrado originariamente na Mata Atlântica, no Sudeste brasileiro. Encontra-se em estado de conservação crítico.

**Fonte:** IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, MMA - Ministério do Meio Ambiente.

“...Anchieta trata das coisas peculiares da terra (*scribit de rebus terrae peculiaribus*), abrangendo situação, estações do ano, ventos, tempestades, sol, chuva e duração dos dias, o peixe boi, a pesca, a cobra sururiuba, lagartos, a capivara (*locus, tempora anni, venti, tempestates, sol, pluvia, et dierum spatia, boves marinus, piscatus, angues "sucuriuba", lacerti, animal "capivara" dictum*) e, mais, ainda: as lontras (*lutrae, a Lontra paranensis Rengger, existente no Brasil Sul*), o caranguejo e a cura do câncer (*cancri animalia, et sanatio a cancro morbo*), as cobras jararaca, cascavel e outras (*colubres "iararaca", "cascavel", aliique*)”... Epistola *Rerum Naturalium* do irmão José de Anchieta (GOMES, 2003).

O ambiente diversificado da Mata Atlântica favorece a existência de aproximadamente 2.100 espécies de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes. As estimativas apontam que a Mata abriga mais de 10.000 espécies de plantas sendo que muitas delas são endêmicas.

Uma espécie endêmica da Mata Atlântica, presente no Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina e nas maiores altitudes dos Estados de São Paulo e Minas Gerais, é o pinheiro-do-paraná, pinheiro-brasileiro ou *Araucaria angustifolia*. Esta espécie apresenta uma copa em forma de cálice o que caracteriza a paisagem da Mata Atlântica nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil.



- A *Araucaria angustifolia* ou Pinheiro-do-Paraná é a única espécie do gênero encontrada no Brasil e cuja ocorrência nomeou a cidade de Curitiba. **Fonte:** <http://paisagensbrasileiras.fateback.com>

### ESPÉCIES ENDÊMICAS

Espécies encontradas apenas numa certa região.

### ESPÉCIE

Grupo de seres vivos geneticamente semelhantes entre si e capazes de se reproduzir e dar origem a descendentes férteis e isolados reprodutivamente de outros seres vivos.

Um exemplo da influência desta espécie, foi o nome dado à cidade de Curitiba. Uma das versões aceita hoje, é a dos índios tupi-guarani (Tupi, Jê e Guarani) que usaram a expressão *coré* (pinhão) *etuba* (muito) para identificar a área onde hoje se encontra esta cidade. Outra versão, também em guarani, combina *Kurit* (pinheiro) e *Yba* (grande quantidade).

### QUEBRANDO MITOS

O principal disseminador de sementes da Araucária é a gralha-azul, considerada a ave símbolo do Estado do Paraná. Esta ave faz seu ninho no pinheiro e, ao contrário do que diz a crença popular, ela não enterra a semente no solo para não ficar exposta aos seus predadores. Como raramente ela come o pinhão no local onde o encontra, acaba perdendo algumas sementes durante o vôo, contribuindo com a sua disseminação.



- Gralha azul (*Cyanocorax caeruleus*) é uma ave passeriforme da família dos Corvinídeos, com aproximadamente 40 cm de comprimento, de coloração geral azul vivo e preta na cabeça, na parte frontal do pescoço e na superior do peito. No folclore do Estado do Paraná atribui-se a formação e manutenção das florestas de Araucária a este pássaro, como uma missão divina, razão porque as espingardas explodiam ou negariam fogo quando para elas apontadas. Talvez por esta razão a Lei Estadual n. 7957 de 1984 a consagra como "ave símbolo" do Estado do Paraná. **Fonte:** IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, USP, Universidade de São Paulo.

Crítico do papel desempenhado pelos bandeirantes, João Capistrano de Abreu (1853 - 1927), historiador brasileiro, deu ênfase às violências por eles praticadas contra as reduções jesuíticas e as populações indígenas, episódios que Debret e Rugendas recriaram em seus trabalhos artísticos.



■ Pintura de Jean-Baptiste Debret (1768 - 1848). Fonte: GNU Free Doc License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



■ Guerrilhas, gravura de Johann Ortiz Rugendas (1802 - 1858). Fonte: Encyclopédia Itaú Cultural de Artes Visuais, [www.itaucultural.org.br](http://www.itaucultural.org.br)

## FRAGMENTAÇÃO

É todo processo de origem antrópica que provoca a divisão de áreas de matas naturais contínuas em partes menores.

Na época do descobrimento do Brasil, a Mata Atlântica estendia-se do Cabo de São Roque, no Rio Grande do Norte até as Serras Herval e Tapes, no Rio Grande do Sul. A Mata era mais exuberante e com maior número de espécies do que a Floresta Amazônica. Ela desenvolveu-se sobre uma extensa cadeia montanhosa, ao longo do litoral brasileiro, onde os ventos que sopram do mar garantem a umidade necessária que resulta em chuvas constantes na região (NEIMAN, 1989).

Nas lutas entre os índios e os colonizadores, a condição atmosférica de muita umidade da mata virgem, impedia o funcionamento das armas de fogo dos europeus, os quais se convertiam em vítimas fáceis para os indígenas, que, com apenas arco e flecha, os “trucidava sem dó nem piedade” (HOLANDA, 2001).

A Mata Atlântica compreende um conjunto de formações vegetais presentes em 17 Estados brasileiros, com maior ou menor área florestal, considerada o segundo ecossistema mais ameaçado de extinção do mundo. Isso vem acontecendo desde o século XVI, com a colonização européia que tinha como objetivos apenas a exploração de suas riquezas.

Foi nos domínios deste Bioma, originalmente com 1,3 milhões de quilômetros quadrados, que também começou a história da formação do território que originou o Brasil. Hoje, aproximadamente 120 milhões de habitantes estão distribuídos por cidades e povoados presentes nesta área. Essa ocupação histórica levou ao desmatamento sem controle da Mata Atlântica, e teve como consequência a fragmentação dos habitats e a redução da sua biodiversidade.

Para aprofundar seus conhecimentos sobre a formação do território brasileiro, leia o Folhas “**O Brasil podia ser diferente?**” no Livro Didático Público de Geografia.

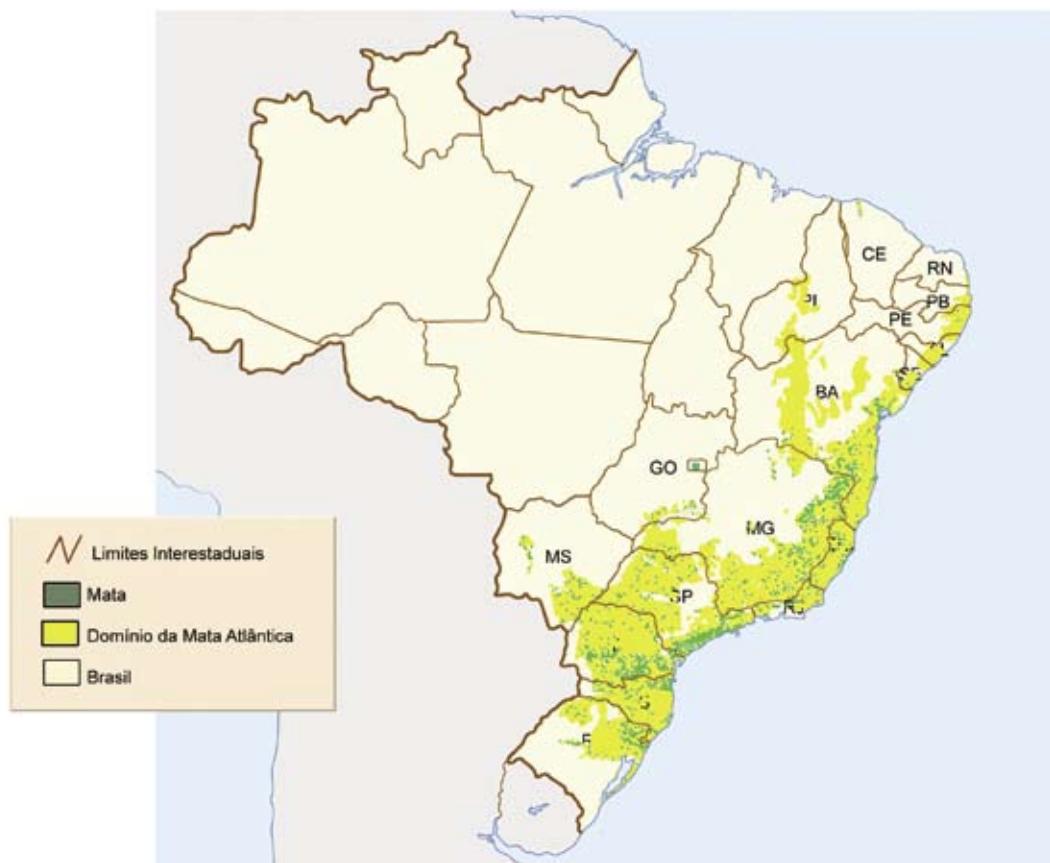
A fragmentação da Mata Atlântica é um dos principais problemas que afeta e ameaça a preservação das espécies e a sustentabilidade da sua biodiversidade. As principais causas da fragmentação foram o aumento do número de áreas urbanas, agrícolas, minerações, barragens, aterros, estradas e outras construções.

A Mata Atlântica foi considerada a segunda maior floresta brasileira estando hoje com cerca de 7% da sua área primitiva. Em algumas regiões não há vestígios da Mata, como, por exemplo, no Rio Grande do Norte. Avalia-se que 80% da Mata remanescente encontram-se em propriedades particulares e apenas 2% fazem parte das Unidades de Conservação, instituídas pela Lei N° 9.985 de 18 de Julho de 2000 e regulamentadas pelo Decreto 4.340/2002 (PEIXOTO, 2004).



■ Representação da distribuição original da Mata Atlântica no Brasil.

Fonte: SOS Mata Atlântica - [www.sosmataatlantica.org.br](http://www.sosmataatlantica.org.br)



■ Representação da distribuição atual da Mata Atlântica no Brasil.

Fonte: SOS Mata Atlântica - [www.sosmataatlantica.org.br](http://www.sosmataatlantica.org.br)

Muitas regiões da Mata Atlântica estão inalteradas por estarem em locais de difícil acesso o que vem garantindo o abrigo de animais, a contenção das encostas, o banco de espécies da exuberante flora, e os mananciais hídricos que abastecem mais 70% da população brasileira.



## ATIVIDADE

Se a Mata Atlântica ocupou uma área estimada de 1,3 milhões de km<sup>2</sup> e hoje existem apenas 7% de sua área primitiva, então qual é a sua área atual?

Que fatores humanos contribuiram no processo de fragmentação e de redução da área primitiva?

### Você já ouviu falar em unidades de conservação? Então continue a leitura...

As unidades de conservação são áreas com recursos ambientais de características relevantes e legalmente constituídas pelo Poder Público. São duas categorias dependendo do tipo de uso e manejo:

**Unidades de Proteção Integral** cuja finalidade é proteger a natureza, podendo ser admitido o uso indireto dos seus recursos naturais. Compreendem:



■ Parque Nacional de Ilha Grande - PR. **Fonte:** IBAMA - [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)

1. Parque Nacional (exemplo, de Ilha Grande - PR);
2. Reserva Biológica (exemplo, das Araucárias – PR);
3. Estação Ecológica (exemplo, do Taim – RS);
4. Monumento Natural (exemplo, das Árvores – TO);
5. Refúgios de Vida Silvestre (exemplo, do Rio Tibagi – PR).

**Unidades de Uso Sustentável** tem a finalidade de equilibrar o uso direto dos seus recursos com a conservação da natureza. Compreendem:

1. Área de Proteção Ambiental (exemplo, de Guaraqueçaba – PR);
2. Floresta Nacional (exemplo, de Saracá-Taquera – PA);
3. Reserva Extrativista (exemplo, Chico Mendes – AC);
4. Reserva de Fauna (exemplo, das Perobas – PR);
5. Área de Relevante Interesse Ecológico (exemplo, da Serra das Abelhas – SC);
6. Reserva de Desenvolvimento Sustentável (exemplo, de Mamirauá – AM);
7. Reserva Particular do Patrimônio Natural (exemplo, da Capetinga – GO).



■ Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba - PR. **Fonte:** IBAMA - [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)

Para saber mais sobre outros exemplos de Unidades de Conservação, incluindo fotos e mapas, visite o site do IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br).

A história da fitogeografia brasileira teve início com a classificação de Martius em 1824, que usou o nome da divindade Dryads para nomear a flora da Costa Atlântica; em 1926, o geógrafo Gonzaga de Campos a classificou como Floresta Atlântica e, em 1943, o fitogeógrafo Lindalvo Bezerra dos Santos usou pela primeira vez o termo “Mata Atlântica” na classificação, por levar em consideração o caráter fisionômico das formações vegetais.

Outros geógrafos e botânicos fizeram a classificação da vegetação brasileira, mas todos empregaram o mesmo nome pelo fato dessa vegetação ter ocupado a costa brasileira, a qual é banhada pelo Oceano Atlântico.

Por ser um sistema tão diversificado e, ao mesmo tempo tão frágil, é que o Bioma tropical da Mata Atlântica tem merecido cuidado especial. O desmatamento da Mata, por exemplo, leva a um rápido empobrecimento do solo da região, uma vez que as águas das chuvas transportam os minerais para os lençóis subterrâneos e para áreas de menor altitude. O solo, geralmente de composição argilosa, sofre rápida erosão ou endurecimento da sua superfície após o desmatamento e queimada, tornando-se difícil para o cultivo agrícola.

Assim como em grande parte do Estado do Paraná, a região de Tibagi, no interior do Estado, era coberta originalmente pela Mata Atlântica, mas parte de sua área foi antropizada com a ocupação por pastagens e cultivos.

Observe nas fotos a seguir a ação antrópica no Bioma Mata Atlântica:



■ FIGURA 1 - Ação antrópica na região de Tibagi/PR. Desmatamento. **Fonte:** Foto de Joel Weçolovis, Tibagi, Paraná, 2005.



■ FIGURA 2 - Resultado da antropização na região de Tibagi, PR. Desgaste do solo. **Fonte:** Foto de Joel Weçolovis, Tibagi, Paraná, 2005.



■ Figura 3 - **Fonte:** Ministério de Meio Ambiente - desmatamento na região de Palmas/PR, 2004.



■ Figura 4 - Erosão. **Fonte:** Foto de Maria Gertrudes Damaceno. [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)



■ FIGURA 12 - A Dryade ou Díada, na mitologia grega, era uma ninfa associada aos carvalhos. Sua existência estava vinculada a de sua árvore, caso esta fosse abatida, a ninfa pereceria. **Fonte:** EVE-LYN DE MORGAN (1850 - 1919), *The Dryads*, 1895, Pertence ao Columbia Museum of Artes, South Caroline, EUA. Aprox. 185 x 85 cm. Técnica: óleo sobre tela. [www.columbiamuseum.org](http://www.columbiamuseum.org)



## ATIVIDADE

Você pode perceber agressões antrópicas no ecossistema mostrado nas figura 1, 2, 3 e 4 da página 199. Com base nessas imagens, responda:

- Quais as conseqüências possíveis vindas dessa ação antrópica?
- Por que podemos considerar este solo como sistema também frágil?
- Liste 3 possíveis conseqüências decorrentes dessa ação antrópica.

### ■ Você sabia que a ação antrópica na Mata Atlântica fez parte da história da ocupação do território brasileiro?

Os acontecimentos históricos ocorridos, desde a colonização do Brasil até os dias atuais, ajudam a entender as relações entre a exploração e o ambiente da Mata Atlântica. Portanto, a história de devastação da Mata Atlântica confunde-se com a própria história do Brasil.

Os portugueses quando chegaram ao Brasil, no século XV, tinham como objetivo explorar as riquezas aqui encontradas. Toda história florestal, corretamente entendida, em todo mundo, é uma história de exploração e destruição (DEAN, 2000).

No século XVI, o pau-brasil foi o primeiro recurso natural de valor que os portugueses retiraram da mata utilizando a mão-de-obra indígena. Era uma atividade primitiva e nômade que se deslocava pela Mata Atlântica através do litoral à medida que a madeira ia se esgotando, motivo pelo qual não originava núcleos de povoamento significativos. Havia muito desperdício do pau-brasil, pois os índios antecipavam cortes que acabavam se perdendo. Também as queimadas e a ocupação reduziram 6 mil quilômetros quadrados da Mata Atlântica apenas no primeiro século da colonização (DEAN, 2000).

Mas os portugueses precisavam garantir a posse da terra, pois tinham fracassado na transferência de riquezas para Portugal. Para reduzir custos de colonização, criaram, em 1534, as Capitanias Hereditárias que eram grandes lotes de terras cobertos pela mata virgem, concedidas aos donatários para promover a colonização e sua exploração.

Em Pernambuco e São Vicente, grandes áreas da Mata Atlântica foram derrubadas para a implantação de povoados e do plantio da cana-de-açúcar. Os plantadores de cana-de-açúcar não achavam a mata interessante. A mata era considerada um obstáculo às suas pretensões. Assim como a cana-de-açúcar, outras culturas também foram introduzidas no Brasil, trazidas do Velho Mundo, como por exemplo, a banana.



■ Pau-brasil (*Caesalpinia echinata*).  
Fonte: MMA - Ministério do Meio Ambiente.

A Mata Atlântica “vivia” em perigo, pois os colonizadores não levavam em consideração o ambiente que era tido como inóspito, e por isso desenvolviam a prática da derrubada e da queimada como única maneira fácil e barata de avançar aumentando as áreas agrícolas.

Com a invasão dos Holandeses, ainda no século XVII, foi dado um novo incremento à produção do açúcar com aumento das áreas de cultivo da cana e das instalações dos grandes engenhos que eram as unidades produtoras do açúcar. Os engenhos necessitavam de muita madeira para sua construção e muita lenha para as fervuras dos caldos da cana, que também eram retiradas da mata.

No início do século XVII, o relacionamento com a Mata Atlântica havia se transformado porque os primeiros colonizadores não tinham herdeiros e não havia tantas pessoas para substituí-los. Porém um novo impulso à colonização, no mesmo século, fez com que novas áreas da Mata Atlântica fossem derrubadas para implantação de núcleos de povoamento, onde a conquista e a ocupação do interior do Brasil foi resultado de ações como, por exemplo: expedições militares; bandeirantes; padres jesuítas e criadores de gado.

No século XVIII, especialmente em Minas Gerais e São Paulo, instalaram-se as jazidas de ouro que trouxeram os exploradores, em grande número, para o interior, através de expedições pela Mata Atlântica, com histórias de lutas e destruição. Como consequências, estas atividades interferiram no meio ambiente causando poluição e contaminação principalmente dos leitos dos rios, com o mercúrio e com as lavagens do solo que continha os minerais valiosos.

A mineração teve sua decadência na metade do século XVIII quando houve crescimento da agricultura com o ciclo do café, que passou a ter valor comercial, o que contribuiu significativamente para mais destruição da Mata Atlântica especialmente na região serrana do Rio de Janeiro e em São Paulo.

Porém, no século XX, é que foi consolidada a ocupação da Mata Atlântica com o crescimento e a implantação de grandes centros urbanos e dos pólos industriais. Seguiu-se a abertura de novas áreas na floresta para as pastagens e as lavouras, principalmente, de café e de cana-de-açúcar no Paraná e São Paulo.



■ A primeira batalha dos Guararapes deu-se em 19 de Abril de 1648, opondo forças do Brasil contra o exército holandês que ocupava Pernambuco, no Norte do Brasil. Desde 1994, comemora-se nessa data o Dia do Exército Brasileiro. **Fonte:** VICTOR MEIRELLES DE LIMA (1832 - 1903), Batalha de Guararapes, 1875/1879, Museu Nacional de Belas Artes, Rio de Janeiro. 10 x 5 m. Técnica: óleo sobre tela. [www.mnba.gov.br](http://www.mnba.gov.br)



■ Exemplo de ação humana vivendo em área de Mata Atlântica. Monte Serrat, Santos, São Paulo. Brasil. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) - Foto de Paulo Carmona Sanches Neto.



■ Exemplo de ação humana vivendo em área de Mata Atlântica. Lagoa Rodrigo de Freitas, vista da Vista Chinesa, Rio de Janeiro. Brasil. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Por isso a Mata Atlântica é o ecossistema brasileiro que tem sofrido maior impacto pela ação humana de todos os tempos, uma vez que mais de 70% da população brasileira vive hoje na área original da Mata, segundo Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2000.

Acredita-se que mais de 90% de todas as espécies vivas habitam em florestas tropicais e em nenhuma outra conseguiria sobreviver. Este é o motivo pelo qual a maioria dos biólogos acredita que a destruição destas matas e a perda irreparável destes seres vivos representem o maior dano à natureza (GORE, 1993).



## ATIVIDADE

Analisando os fatos históricos sobre a ocupação do território brasileiro desde o início da colonização, que propostas você apresentaria para resolver a situação de preservação da Mata Atlântica, frente às necessidades de ocupação do espaço geográfico?

Qualquer alteração no Bioma provoca modificações no ambiente como um todo. A destruição de qualquer porção da Mata Atlântica ocasiona a alteração quanto à disponibilidade de alimentos, de abrigos e locais de reprodução, dos seus recursos naturais, além da extinção das espécies animais e microrganismos.

Além da redução da biodiversidade, a ação humana realizando derrubadas e queimadas indiscriminadas da Mata, podem trazer como consequência, alterações nas condições climáticas e atmosféricas.

A Organização das Nações Unidas – ONU - reconhece as mudanças climáticas como uma preocupação comum da humanidade, no sentido de proteger o sistema climático para as gerações presentes e futuras no acordo denominado Protocolo de Kyoto, assinado no Japão em 1997.

A Mata Atlântica, pela grande biodiversidade de espécies em seu ecossistema característico, tanto recebe quanto exerce influência sobre a **temperatura, umidade e as chuvas** regionais. Esses fatores são objetos de estudos do **clima**.

Sendo assim, esses fatores são importantes para a determinação das condições climáticas da área geográfica ocupada pela Mata Atlântica.

A região em questão é uma região rica em produtos cuja exploração gera recursos econômicos e atraiu a atenção do homem desde o início da colonização. Entretanto, a mesma biodiversidade que atraiu o homem no início da colonização, continua atraindo na atualidade.

### PROTOCOLO DE KYOTO

É um acordo assinado por 141 Nações que estabelece as primeiras metas de redução de gases poluentes no planeta que, acredita-se, estejam ligados ao aquecimento global. Este Protocolo foi baseado nos princípios do Tratado da ONU sobre Mudanças Climáticas, de 1992 no Rio de Janeiro. <http://www.mct.gov.br/clima/quito/protocol.htm>

Assim, a quebra do sensível equilíbrio do bioma tem gerado preocupações quanto às alterações das condições climáticas características do Bioma.



## ATIVIDADE

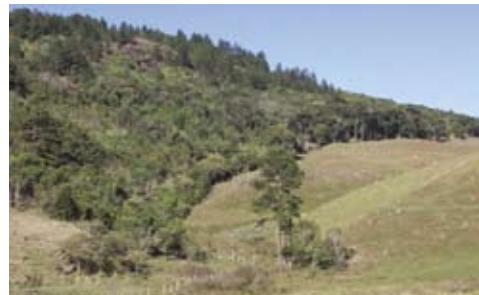
Com o auxílio de mapas (clima, vegetação, precipitação), identifique as condições climáticas que favorecem a distribuição geográfica da Mata Atlântica.



## PESQUISA

- Quais os indícios ou sinais de alterações climáticas mais comuns de um ecossistema?
- O seu município está situado no domínio da Mata Atlântica original ou atual?
- Consulte a classificação do clima da Mata no site [www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br) (entre em: **ambiente** → **natural** → **clima**) e responda:

Qual o clima da sua região, segundo a classificação de Wladimir Köppen e de Arthur Strahler? E do nosso Estado?



Na FIGURA 5, você pode perceber a ação humana na Mata Atlântica e como cada proprietário interagiu com o ecossistema da Mata de forma diferenciada, não é mesmo?

- FIGURA 5 - Ação humana na Mata Atlântica na região de Tibagi/PR. **Fonte:** Foto de Joel Weçolovis, Tibagi, Paraná, 2005.



## ATIVIDADE

- O que aconteceu com a biodiversidade nas duas áreas separadas pela cerca?
- Você tem alguma sugestão para reverter esta situação de destruição da vegetação?



■ FIGURA 6 - Substituição da Mata Atlântica pela agricultura na região de Mandirituba/PR. Desmatamento. **Fonte:** foto de Ezequiel Burkarter.

### Floresta

Vem a ser uma área com elevada densidade de árvores. A floresta, quando natural, abriga uma grande diversidade de animais e vegetais, como por exemplo, Floresta Amazônica.

### Mata

É uma designação para determinado bioma que conserva um ou mais ecossistemas com características específicas, como por exemplo, a biodiversidade encontrada na Mata Atlântica. Tanto floresta como mata são os ecossistemas mais produtivos da terra.

A Mata Ciliar funciona como protetora das nascentes e dos córregos, bem como, um filtro que absorve as águas das enxurradas vindas das lavouras e estradas rurais, evitando a contaminação e o assoreamento dos cursos de águas.



■ FIGURA 7 - Mata Ciliar nos rios do Paraná.  
**Fonte:** www.pr.gov.br/sema/

### Programa Mata Ciliar

O Programa Mata Ciliar teve início em 2003, com uma meta de plantar 90 milhões de árvores para recomposição da vegetação que protege às margens dos principais rios, bacias hidrográficas, mananciais de abastecimento público, Unidades de Conservação, reservatórios de usinas hidrelétricas e bacias dos rios do estado que integram os corredores de biodiversidade.

O programa Mata Ciliar trabalha em duas vertentes: recompondo a mata ciliar através do plantio de mudas de espécies nativas e disponibilizando recursos através do programa Paraná Biodiversidade para que pequenos agricultores que possuem criações façam o isolamento da área próxima as margens dos rios.

As cercas servem para evitar que o gado paste nas áreas protegidas também financiadas. O Programa prevê, ainda, recursos para a instalação de bombas (elevadores) que irão tirar a água dos rios para dar de beber os rebanhos e irrigar as plantações.

O abandono das áreas, deixando que a vegetação se recomponha naturalmente é outra forma de recomposição da mata ciliar onde existe vegetação nativa que possa servir como banco de sementes.

**Fonte:** www.pr.gov.br/sema/



## ATIVIDADE

- Organize com seu professor e sua turma, grupos para fazer um levantamento dos rios e riachos de sua região e verificar se estes estão protegidos por matas ciliares.
- O que poderia ser feito onde não existe esta reserva florestal?
- Quais as funções da Mata Ciliar?

Mesmo inserido no ecossistema como um todo, o homem continua interferindo e reduzindo a área da Mata que um dia cobriu 11% do território brasileiro.

Na atualidade, o reconhecimento da importância ambiental e econômica da biodiversidade tem gerado preocupação com o desmatamento e com as queimadas. No Brasil, o monitoramento dos focos de incêndios e queimadas é feito desde 1988 pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE – com melhorias da EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuárias, utilizando-se o satélite noturno NOAA. Os resultados podem ser consultados pelo site <http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/qmd/>

A estimativa dos cientistas é que hoje a Mata Atlântica abrigue, aproximadamente, 170 espécies das 200 espécies efetivamente ameaçadas de extinção no Brasil.

Toda esta riqueza biológica vem sendo constantemente ameaçada e destruída.

O que poderíamos fazer para reverter o problema da devastação da Mata Atlântica? Existe possibilidade de repor a vegetação nas terras sem matas?

Evidente que “sim”. É uma prática denominada de reflorestamento que consiste na semeadura ou no plantio de mudas de árvores, nativas ou exóticas, em áreas que foram desmatadas. Mas o reflorestamento é uma alternativa de reposição e não uma solução para o problema como um todo.

Observe na FIGURA 8, uma área da Mata Atlântica que foi reflorestada com uma variedade de *Pinus*, introduzida no Brasil na época de 1950. Esta espécie de vegetal é considerada exótica, pois não pertence à flora brasileira, mas pelo seu rápido crescimento, pode ser uma alternativa para exploração da madeira.



■ FIGURA 8 - Reflorestamento com pinus (*Pinus* sp). Atividade econômica. **Fonte:** [www.seg-menta.cnpm.embrapa.br](http://www.seg-menta.cnpm.embrapa.br)

### ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO

são aquelas que, pelo número de indivíduos existentes, provavelmente tornar-se-ão extintas, caso algum fator crítico seja modificado em seu ambiente.

### ESPÉCIES EM EXTINÇÃO

Existem tão poucos indivíduos que estes tendem a desaparecer, caso não sejam criadas condições especiais para garantir sua sobrevivência.

### ESPÉCIES EXTINTAS

Não existem mais indivíduos vivos. Em alguns casos há registro fóssil.

### ESPÉCIES EXÓTICAS

São espécies introduzidas em um novo ecossistema.

### ESPÉCIES NATIVAS

São espécies originárias de um ecossistema.



■ Reflorestamento de eucalipto (*Eucalyptus sp*) em escala industrial na Área de Proteção Ambiental de Sousas e Joaquim Egídio, Campinas, São Paulo. Atividade econômica. **Fonte:** [www.apacampinas.cnpm.embrapa.br](http://www.apacampinas.cnpm.embrapa.br)

Também o *Eucalipto*, que foi introduzido no Brasil em 1904, é utilizado nos reflorestamentos para produção de lenha e carvão. Estas espécies exóticas apresentam restrições ao desenvolvimento da biodiversidade, porque poucas espécies animais sobrevivem nestas florestas artificiais e nem mesmo outro vegetal consegue um desenvolvimento satisfatório, devido ao esgotamento da água e dos nutrientes do solo.

Essas duas espécies de árvores não são uma solução definitiva para a substituição da floresta e a recomposição da sua biodiversidade, mas pode ser o caminho para ocupação do solo e para a produção de madeira e lenha, o que evitaria o corte de árvores nativas da Mata Atlântica, para a mesma finalidade.

As tentativas de reflorestamento com mudas de árvores nativas foram as que produziram os melhores resultados, inclusive na recuperação do ecossistema da Mata Atlântica.

### SUGESTÃO DE LEITURA ...

Faça uma viagem pelo livro “Os Sertões” de Euclides da Cunha. Este livro, considerado uma das obras-primas da literatura brasileira, descreve as batalhas entre os homens liderados por Antônio Conselheiro, e o exército brasileiro, de acordo com a visão de Euclides da Cunha. Com seu apurado estilo jornalístico-épico, traça um retrato dos elementos que compõem a guerra de Canudos: a Terra, o Homem e a Guerra. Euclides da Cunha foi o único jornalista que atentou para a valentia dos jagunços. Você poderá acessar este e outros livros pelos sites:

[www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/autor.html](http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/autor.html)  
[www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)

Precisamos dos recursos do meio ambiente para sobreviver, mas com a consciência de sustentabilidade e da fragilidade do sistema da Mata Atlântica, para, assim, garantir uma vida melhor também às gerações futuras.

Reflorestar é uma necessidade ecológica e também econômica, pois precisamos da madeira, lenha e carvão. O pinus e o eucalipto fornecem estes recursos com certa rapidez. No entanto, eles esgotam o solo deixando-o seco e empobrecido. Esse tipo de reflorestamento não deve ser uma regra, mas uma questão de sustentabilidade que pode reduzir muito a exploração predatória da Mata Atlântica, preservando e mantendo a biodiversidade do que ainda nos resta ou teremos que perguntar: “cadê você” Mata Atlântica???

## ■ Referências Bibliográficas

- DEAN, W. **A ferro e fogo:** a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- GORE, A. **A terra em balanço:** ecologia e o espírito humano. São Paulo: Augustus, 1993.
- HOLANDA, S. B. **Caminhos e fronteiras.** São Paulo: Companhia das Letras, 2001.
- NEIMAN, Z. **Era verde?** Ecossistemas brasileiros ameaçados. São Paulo: Atual, 1989.

## Obras Consultadas

- CUNHA, E. da. **Os sertões**. São Paulo: Martin Claret, 2004.
- DASHEFSKY, H. S. **Dicionário de ciência ambiental**. São Paulo: Gaia, 2001.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **PROBIO**: dez anos de atuação. Brasília, 2006.
- PEIXOTO, G. L. **Acta botânica brasílica**. São Paulo: 2004.
- PRADO JR., C. **História econômica do Brasil**. São Paulo: Brasiliense, 1970.
- RAVEN, P. H. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.
- REDE DE ONGs DA MATA ATLÂNTICA. Boletim Especial – Encontro Nacional da RMA, 8.
- Últimas da Mata Atlântica**. Boletim n. 134, [2005?].
- SODRÉ, N. W. **Formação histórica do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1987.
- STORER, T. I. et al. **Zoologia geral**. São Paulo: Biblioteca Universitária, 2002.

## Documentos Consultados *ONLINE*

- ALIANÇA PARA CONSERVAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA. Workshop científico sobre a Mata Atlântica, 22 – 23 jan. 1996, Belo Horizonte. **Mata Atlântica**: ciência, conservação e políticas. Disponível em: <[www.aliancamataatlantica.org.br/limites.html](http://www.aliancamataatlantica.org.br/limites.html)> Acesso em: 31 ago. 2005.
- AMBIENTEBRASIL. Portal Ambiental. Disponível em: <[www.ambientebrasil.com.br/clima](http://www.ambientebrasil.com.br/clima)> Acesso em: 27 ago. 2005.
- APREMAMI. Associação de Preservação da Mata Atlântica do Alto Vale do Ivaí. **Mata Atlântica**. Disponível em: <[www.apremavi.com.br](http://www.apremavi.com.br)> Acesso em: 24 abr. 2006.
- CUNHA, E. da. **Os sertões**. Biblioteca Virtual do Estudante, Escola do Futuro, Universidade de São Paulo. Disponível em: <[www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/autor.html](http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/autor.html)> Acesso em: 24 abr. 2006.
- EMBRAPA. **Brasil visto do espaço**. Monitoramento por satélite. Disponível em: <[www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br](http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br)> Acesso em: 26 ago. 2005.
- GOMES, A. **Histórias e lendas de São Vicente**. Disponível em: <[www.novomilenio.inf.br/sv/svh024.htm](http://www.novomilenio.inf.br/sv/svh024.htm)> Acesso em: 23 nov. 2005.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Unidades de conservação**. Disponível em: <[www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)> Acesso em: 26 ago. 2005.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Mudanças climáticas** - Protocolo de Quioto.. Disponível em: <[www.mct.gov.br/index.php/content/view/3881.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/3881.html)> Acesso em: 08 set. 2005.
- PARANÁ. Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Programa mata ciliar**. Disponível em: <[www.sema.pr.gov.br](http://www.sema.pr.gov.br)> Acesso em: 24 abr. 2006.
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Meio ambiente**. Disponível em: <[www.sosmataatlantica.org.br](http://www.sosmataatlantica.org.br)> Acesso em: 24 abr. 2006.
- SPVS. Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. **Projetos**. Disponível em: <[www.spvs.org.br](http://www.spvs.org.br)> Acesso em: 24 abr. 2006.



# OS PROBLEMAS AMBIENTAIS SÃO DESENCADEADOS PELA AÇÃO HUMANA NA NATUREZA OU SÃO CASTIGO DIVINO?

■ Joel Weçolovis<sup>1</sup>



■ Enchente na cidade de Itabuna, 1967. **Fonte:** CEDOC/Universidade Estadual de Santa Cruz - Itabuna, BA.

Você sabe que, para andar, é preciso coordenar músculos e manter o equilíbrio, mas basta uma pisada numa casca de banana e o nosso equilíbrio “vai por terra”, não é mesmo?

Andar direito, ter cuidado com as coisas, ser organizado, não ofender as pessoas, ser atencioso e estudioso, vão exigir de você muito equilíbrio.

Até existe uma norma para isso, denominada de “Princípio do Equilíbrio” que afirma: “onde existir partes dependentes de um todo é preciso dar atenção e cuidado especial a cada parte, sob pena de que o todo ou as partes não atendidas, sofra ou tenha problemas com isso”.

Assim, por exemplo, se você tem 12 disciplinas e não estudar igualmente todas, isso vai lhe trazer dificuldade ou desequilíbrio em todo o curso que você está fazendo.

O equilíbrio é um princípio muito importante em tudo o que fazemos e por isso também é destaque nos estudos da Química e Física, como por exemplo: equilíbrio dinâmico, equilíbrio estático ou equilíbrio químico. Em Biologia também é um princípio de grande valia no equilíbrio alimentar, energético, ambiental, entre outros.

O equilíbrio ambiental destinado à tutela do meio ambiente, está presente na Constituição Federal de 1988, no caput do artigo 225. Ele determina que “todos os indivíduos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado”, direito fundamental que está muito ligado ao princípio da dignidade da pessoa humana.

O homem necessita de condições naturais especiais para sobreviver, as quais, uma vez desequilibradas ou alteradas, podem promover novas adaptações evolutivas ao novo momento, ou estaremos destinados à extinção através do mecanismo da seleção natural.

Mas você sabe que o ser humano pode alterar as condições do meio em que vive, pois dispõe de mais recursos que os outros seres vivos. Porém, mudanças repentinas e agressões violentas ao meio ambiente como um todo, podem levar a um “desequilíbrio ambiental” insustentável até para nós, e a vida no planeta pode ficar comprometida.



## ATIVIDADE

Por que o ser humano tem mais recursos que outros animais? Os outros animais causam alguma agressão ao meio ambiente? Cite mudanças que o homem pode provocar no meio ambiente.

Quando interferimos no meio ambiente de forma agressiva como, por exemplo, desmatando, queimando ou poluindo, ocorrem modificações que denominamos de desequilíbrio ambiental. O desequilíbrio pode levar os seres vivos a buscarem novas adaptações naturais para recuperar o equilíbrio. Alguns seres conseguem com maior facilidade.

Um exemplo claro disso é dado pelo professor Evanguedes Kalapothakis, Professor da Universidade Federal de Minas Gerais, para explicar que o desequilíbrio força uma mudança de hábito, afirmando: “Quando se destrói uma caverna para a retirada de calcário, por exemplo, os animais que ali habitam saem em busca de outros ambientes. Nem todos são bem-sucedidos como a aranha marrom, que passou a habitar residências” (KALAPOTHAKIS, 2005).

O freqüente aparecimento de serpentes jararacuçu e cascavel em regiões urbanas do Estado do Rio de Janeiro constitui outro exemplo.



## PESQUISA

Pesquise com seus colegas se há alguma espécie animal ou vegetal que virou “praga” na sua região, e quais os motivos que levaram a esta ocorrência?

O desenvolvimento humano trouxe, como consequências, o crescimento mundial da população com necessidade de áreas cada vez maiores para fixar moradia ou aumentar a produção de alimentos.

Assim, o desmatamento, um dos fatores que provoca o desequilíbrio ambiental, foi necessário, uma vez que o homem precisou de áreas para plantar e colher os alimentos de sua preferência, além de implantar os povoados e cidades. Também utilizou a madeira e a lenha para as necessidades de trabalho, construções de casas e móveis, preparo dos alimentos, entre outros. Ocorreu desta forma, a transformação de campos ou de florestas em centros urbanos, processo denominado de urbanização.

A urbanização é um fenômeno presente em todo o mundo e o seu crescimento é cada vez maior. O homem também migra do meio rural para viver na cidade onde espera novas oportunidades de trabalho e de uma vida melhor.



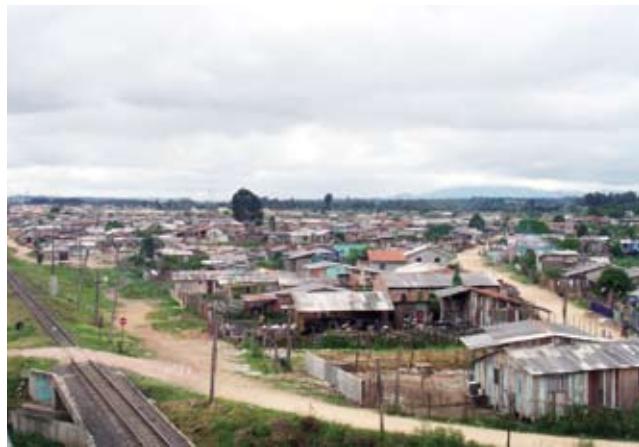
- Aranha marrom, *Loxosceles* sp.  
Fonte: Centro de Saúde Ambiental, Secretaria de Estado da Saúde do Paraná.



- Jararacuçu (*Bothrops jararacussu*). É uma das maiores cobras do gênero *Bothrops*. As fêmeas são maiores que os machos. Também é diferente na coloração, ele cinza, e ela amarelada. São muito temidas pela quantidade de veneno que podem injetar. Localizar uma jararacuçu no meio da floresta não é fácil. Como passa o dia enroladinhada se aquecendo, se mistura muito bem com o ambiente e mesmo para olhos treinados, quase que sempre, passa despercebida. É muito brava e perigosa. Fonte: Projeto jararaca, <http://eco.ib.usp.br>



- Cascavel (*Crotalus durissus*) A cascavel é identificada pelo chocalho característico em sua cauda. O tratamento consiste na aplicação do soro anti-crotálico ou do soro anti-ofídico polivalente. Fonte: Instituto Butantan, [www.butantan.gov.br/museu/](http://www.butantan.gov.br/museu/)



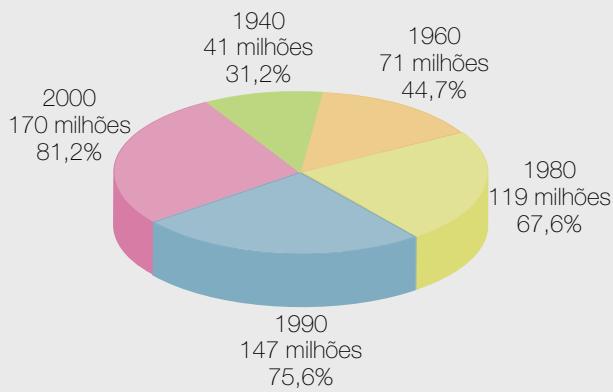
■ Favela na Região Metropolitana de Curitiba. Foto: Icone Audiovisual.

O resultado do deslocamento de pessoas proporciona um aumento quantitativo da população urbana. Por exemplo: em 1940 a população urbana representava 31,2% do total da população brasileira, que era de 41 milhões de pessoas.

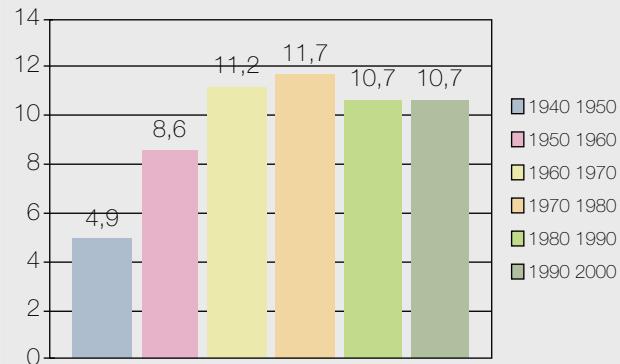
A taxa de variação da população urbana brasileira expressa o ritmo de crescimento dessa população. Assim, por exemplo, entre os anos de 1940 e 1950 a população urbana brasileira teve uma variação média de 4,9% no seu crescimento.

Observe, pelos gráficos, o percentual de crescimento urbano e a taxa de variação da população urbana brasileira:

**Porcentagem de Crescimento Urbano Brasileiro  
1940-2000**



**Taxa de Variação da População Urbana Brasileira**



■ **Fontes:** IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; MRE - Ministério das Relações Exteriores.



## ATIVIDADE

- Qual era a população rural e urbana brasileira no último censo de 2000?
- Em que época houve a aceleração do processo de urbanização no Brasil?
- Qual seria a sua estimativa de população e de urbanização para o ano de 2010?
- Pesquise os motivos da redução das taxas de urbanização à partir de 1980.

As aglomerações humanas em centros urbanos produzem outro componente poluidor. São os efluentes líquidos produzidos nas residências, também conhecidos por esgoto, e que normalmente são lançados nas águas dos rios que cortam ou margeiam a maioria dos municípios brasileiros, sem qualquer tratamento.

Estes efluentes são considerados substâncias altamente poluentes pelos testes de comparação a que foram submetidos e pelas altas dosagens de microrganismos patogênicos. Essa carga de poluentes que o rio recebe pode ser medida pela DBO que quer dizer Demanda Biológica de Oxigênio. Esta medida sugere o valor da poluição produzida pela matéria orgânica oxidável biologicamente e corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos do esgoto.

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo - CETESB, DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

Exemplificando, se num rio o oxigênio é consumido num período de 5 dias numa temperatura de incubação de 20 °C, então se diz que a DBO dessa água é 5. Assim, quanto mais oxigênio for consumido na depuração de uma certa quantidade de poluente num rio, maior a sua DBO.

Águas com teores elevados de poluentes apresentam aumento da atividade microbiana pela abundância de matéria orgânica e, como consequência, reduz o oxigênio dissolvido. Assim, durante a atividade microbiana em esgoto são eliminadas grandes quantidades de toxinas que são misturadas ao ar atmosférico produzindo os odores desagradáveis que percebemos.

### Efluentes domésticos

São líquidos restantes da atividade doméstica carregados de poluentes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias após o uso da água na cozinha, banheiro e lavanderia.



■ Esgotos domésticos, lixo e animal morto jogado nas águas do rio Ponta Grossa na região do Futurama, na Cidade de Curitiba Paraná. **Fonte:** SILVANA PEREIRA GÓES, 2004. [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)



## PESQUISA

Procure saber qual o destino do esgoto da sua casa e da sua escola. Como é feito o tratamento do esgoto doméstico e industrial em sua cidade?

A urbanização e a ocupação do solo, para fins de cultivo ou criação, trouxe como consequências o desmatamento, a extinção de algumas espécies; outras foram domesticadas e criadas em grandes escalas e outras, devido ao desequilíbrio ambiental e na ausência de inimigos naturais, se transformaram em pragas.



■ Soim-de-coleira (*Saguinus bicolor*) é um sagüí encontrado originalmente na Amazônia brasileira, mais especificamente na cidade de Manaus e seus arredores. Com a expansão da cidade de Manaus e o consequente desmatamento, a pergunta é: encontra-se ameaçado de extinção ou já está extinto? **Fonte:** Prefeitura Municipal de Manaus, Amazonas. [www.manaus.am.gov.br](http://www.manaus.am.gov.br)



■ A Ipecacuanha (*Psychotria ipecacuanha*) é uma planta da família Rubiaceae, muito comum no Brasil. As suas raízes contém um poderoso antiemético (inibidor do reflexo do vômito) também denominado Ipecacuanha. Foi introduzida na Europa em 1672 por Legros, um viajante na América do Sul. Foi usada no tratamento da disenteria e vendida pelo médico francês Helvetius sob licença de Luís XIV. Hoje em dia os fármacos purificados, cefaleína e emetina, ainda são usados como antieméticos. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Normalmente, quando os recursos naturais como água e o solo são inadequadamente utilizados, ocasionam a contaminação e a poluição não permitindo à natureza recompor rapidamente uma nova situação de equilíbrio.

Hoje temos um maior conhecimento sobre a importância das florestas e as suas funções no equilíbrio da biosfera como, por exemplo, regular os padrões climáticos do globo terrestre, conservar a rica biodiversidade, reter a água no solo por mais tempo, entre outras. Por isso, uma vez destruída, não permite a recuperação imediata da sua riqueza biológica devido às alterações no equilíbrio dinâmico do sistema ecológico, interferindo no potencial biótico das diversas populações da região atingida.

Verifique nas FIGURAS 1 e 2, uma situação na qual um sistema pode perder a condição de equilíbrio pela ação humana.



■ FIGURA 1  
Situações de equilíbrio e desequilíbrio Ambiental. **Fonte:** Fotos de Joel Weçolovis, Ponta Grossa, Paraná, 2005.



■ FIGURA 2  
Situações de equilíbrio e desequilíbrio Ambiental. **Fonte:** Fotos de Joel Weçolovis, Ponta Grossa, Paraná, 2005.

Reconhecer o valor dos recursos naturais contidos numa floresta como uma riqueza essencial à vida é extremamente importante. Estima-se que o Brasil possua 25% de todo patrimônio da diversidade biológica do mundo. Estes recursos naturais podem ser explorados buscando-se um equilíbrio sustentável, ou seja, utilizá-los de forma compatível com a capacidade de renovação procurando atender a presente e também as futuras gerações.

Ao desmatar uma área de floresta, inúmeras espécies podem ser extintas mesmo antes de terem seus princípios ativos estudados e conhecidos. Plantas como o curare, inhame selvagem, ipecacuanha e pervinca de Madagascar, cujo valor terapêutico tem sido pesquisado, podem ser uma alternativa no tratamento do câncer, leucemia e problemas cardíacos, entre outros.

Mesmo vivendo em aglomerados urbanos, muitas pessoas têm desenvolvido o interesse pela preservação e pelo cultivo de espécies de plantas medicinais. Você cultiva plantas medicinais em casa ou na sua escola?



## PESQUISA

Faça uma lista de plantas nativas e introduzidas na sua região, indicando o seu valor terapêutico de acordo com o conhecimento popular.

Geralmente depois da derrubada da mata, vem o impacto ambiental causado pelas queimadas que aumentam a quantidade de poluentes atmosféricos, além de reduzir a água que alimenta os mananciais, podendo ocasionar também, a desertificação do solo e comprometer a qualidade de vida das populações envolvidas no ecossistema.



■ Queimada na Amazônia, vista do solo e imagem aérea. **Fonte:** III Conferência Científica do LBA - Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia, [www.lbaconferencia.org/port/press\\_images.htm](http://www.lbaconferencia.org/port/press_images.htm)

No ritmo que este processo vem acontecendo, estima-se que 22% das espécies vegetais estejam em perigo de extinção em todo mundo, pois a maioria das áreas de florestas é destruída para dar lugar a uma agricultura predatória, onde o solo é exaurido, ou seja, utilizado até o esgotamento dos seus nutrientes com práticas agrícolas decadentes e sem reposição de nutrientes. As estatísticas da Organização das Nações Unidas – ONU apontam que 34% das terras emersas, ou seja, 49.384.500 km<sup>2</sup> estão desertificadas ou em processo de desertificação.

As técnicas agrícolas de plantio em curvas de nível, arações transversais à declividade do terreno, manutenção dos restos de colheitas na lavoura, adubação, calagem para correção da acidez ou ainda o plantio direto sem revolvimento da terra, são algumas práticas que mantém o equilíbrio do solo podendo evitar a erosão, o assoreamento dos rios e a desertificação.



- (A) Prática de conservação do solo por meio de curvas de nível. (B) Solo com erosão.
- Fonte:** [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)

## PESQUISA



Na sua região ocorrem queimadas? Quais são os tipos de queimadas? Existem seres vivos (animal ou vegetal) extintos ou em extinção?



- Poluição lançada no ar pelas refinarias. **Fonte:** [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)

Os centros urbanos, através das indústrias, residências e veículos automotores, produzem grandes quantidades de gases poluentes que são lançados na atmosfera.

Então, a poluição atmosférica pode ser entendida como a presença de qualquer elemento estranho à composição do ar. São considerados poluentes do ar: o monóxido de carbono, quantidades elevadas de dióxido de carbono, gases de enxofre, óxido de nitrogênio, além dos diversos tipos de poeiras.

## ATIVIDADE

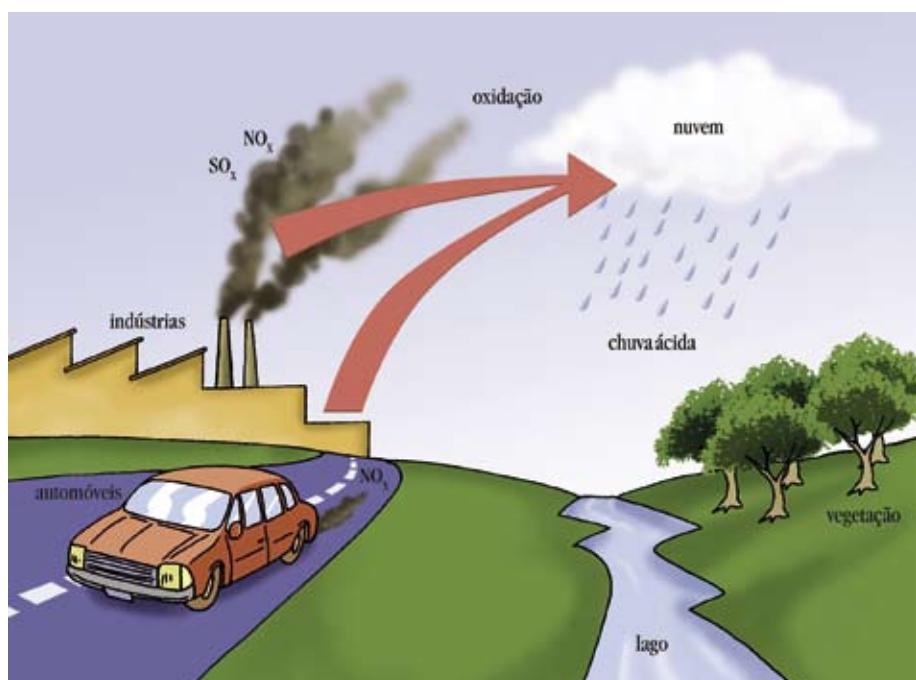


- Quais são os componentes do ar atmosférico?
- O vapor de água é um componente do ar atmosférico?
- Um gás poluente pode colaborar no equilíbrio ambiental? Explique a resposta

Agora você já tem certo conhecimento que os desmatamentos e as queimadas no processo de ocupação urbana e no desenvolvimento de áreas cultivadas e de criações, são também consideradas causas de alguns desequilíbrios ambientais provocando, por exemplo, a extinção de espécies vegetais e a poluição do ar.

No entanto, estas não são as únicas causas de desequilíbrios. A atmosfera, além de receber os gases poluentes das queimadas de matas e dos resíduos agrícolas, também recebe os gases da queima dos combustíveis fósseis.

Vários poluentes gasosos acumulados na atmosfera são os responsáveis pela formação do fenômeno químico conhecido por chuva ácida. Com a combustão, especialmente do carvão e dos combustíveis derivados de petróleo, é produzido o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ).



■ Esquema de formação da chuva ácida. O dióxido de enxofre e os óxidos nítricos são poluentes do ar. Quando eles se misturam com a umidade na atmosfera para formar os ácidos, a chuva ácida acontece.

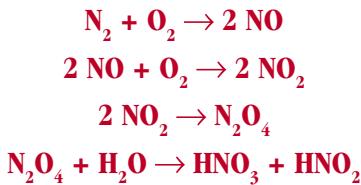
No interior dos motores, a combustão, as altas temperaturas e pressão favorecem a reação entre o  $\text{O}_2$  e o  $\text{N}_2$ , que são gases presentes na atmosfera formando o óxido nítrico (NO). O óxido nítrico (NO), por sua vez, reage com o  $\text{O}_2$  atmosférico originando o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ).

Esse dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) dimeriza em  $(\text{N}_2\text{O}_4)$ , e por ser solúvel em água, produz ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e o ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) que se combina com o hidrogênio presente na atmosfera sob a forma de vapor de água formando a chuva ácida.

### Dimerizar

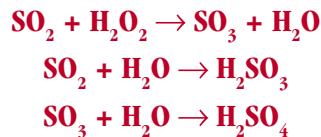
É dobrar o número de átomos de cada componente molecular

Observe a representação do processo nas equações químicas abaixo:



No entanto, existe um outro gás que colabora na formação da chuva ácida e também ocorre durante a queima dos derivados de petróleo e que libera para a atmosfera o gás dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) que é facilmente oxidado originando o trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ). Estes óxidos reagem tanto com hidróxidos quanto com peróxidos ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) e são muito solúveis em água, produzindo o ácido sulfuroso ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) e o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), que se misturam com o vapor de água formando a chuva ácida.

Você pode observar melhor nas equações químicas a seguir:



E assim, os dois ácidos podem ter origens químicas diferentes, mas são disponibilizados e adicionados às chuvas que cairão ácidas nos mais diversos ambientes, promovendo desequilíbrio e degradação dos ecossistemas.

Os prejuízos ambientais causados pela chuva ácida são grandes, especialmente para a saúde humana, pois reage liberando metais pesados do solo. Estes são transportados até os rios que abastecem os grandes centros urbanos e também atingem as cadeias alimentares, destroem florestas e causam a corrosão de prédios, monumentos históricos, pontes, represas, turbinas, provoca a acidificação de pequenos lagos impedindo o desenvolvimento da vida aquática, e no solo agrícola dificultam o crescimento das plantas.



## ATIVIDADES

- a) Quais são os gases produzidos na queima dos combustíveis fósseis?
- b) Os gases da queima dos combustíveis fósseis compõem o ar atmosférico?
- c) Como podem ser classificados os gases poluentes?
- d) Organize uma lista de combustíveis fósseis que você conhece.

Um outro exemplo de desequilíbrio ambiental, provocado pela ação antrópica, tem como causa a produção de álcool a partir da cana-de-açúcar.

Você sabia que para cada litro de álcool produzido nas destilarias também são fabricados mais de 12 litros de efluentes? É um resíduo orgânico altamente poluente denominado de vinhoto. Incrível, pois não é o álcool que contribui para reduzir os poluentes do ar atmosférico?

Quando o vinhoto é lançado num rio, causa desequilíbrio no ecossistema pois ele provoca o aumento exagerado da matéria orgânica na água. Com isso, a população de bactérias se eleva muito e passa a consumir mais o oxigênio dissolvido na água, e a falta deste oxigênio, consequentemente, acaba matando os peixes.

Atualmente, são utilizados apenas 5% do vinhoto como adubo. Uma maior redução do despejo dessa matéria orgânica poluente faria com que o oxigênio fosse reposto na água trazendo de volta o equilíbrio ao rio.

Novas tecnologias são desenvolvidas para minimizar as agressões causadas ao meio ambiente. A produção do álcool é um bom exemplo disso, pois é um combustível fabricado em grande escala, menos poluente que a gasolina, e é um recurso renovável.

Com isso, estamos reduzindo a poluição atmosférica com o dióxido de carbono, mas produzindo o vinhoto, que é um resíduo industrial poluente. A relação entre equilíbrio e desequilíbrio estará sempre presente em todo questionamento ambiental trazendo dúvidas e inquietações, porém a tomada de decisão deve sempre privilegiar aquela que venha causar o menor impacto ambiental possível.

Para saber mais sobre as bactérias leia o Folhas “**Bactérias: um universo microscópico**” neste Livro Didático Público de Biologia.



## PESQUISA

Para responder às questões propostas abaixo, pesquise em textos, livros, revistas ou sites indicados pelo seu professor.

Em termos da poluição atmosférica, qual a vantagem do uso do álcool em relação aos combustíveis fósseis?

Quais são os pontos positivos e negativos da produção de álcool combustível?

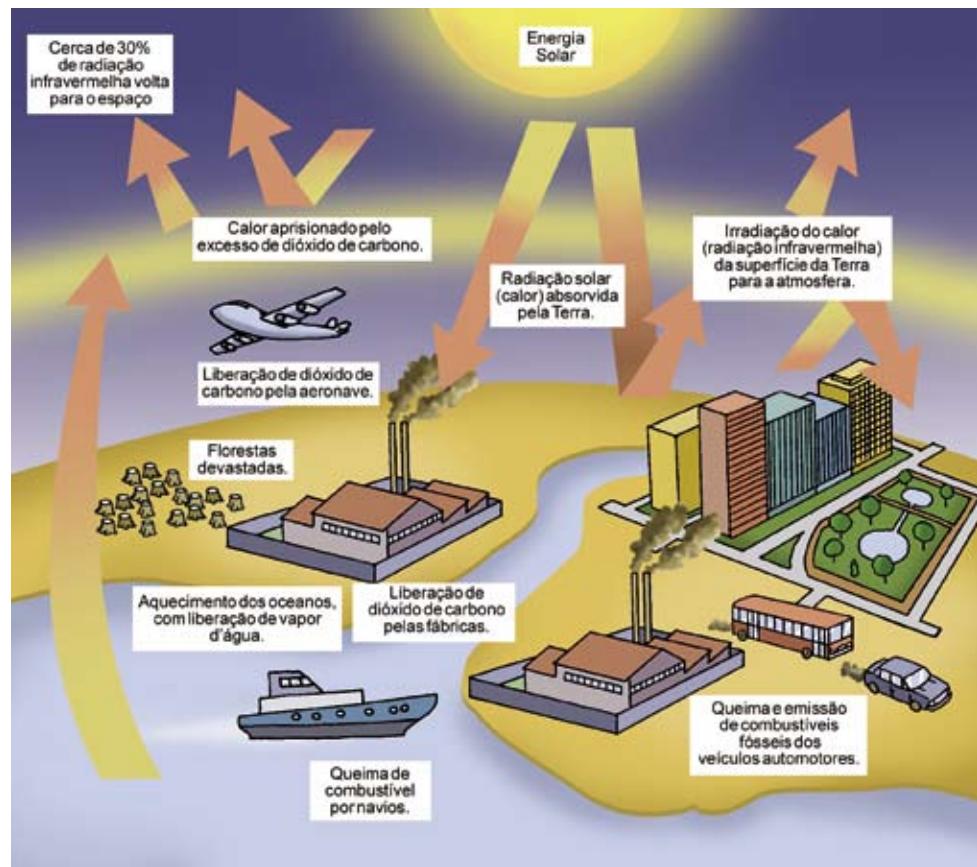


## DEBATE

Você entendeu que o vinhoto é matéria orgânica. Debata com seus colegas sobre o que acontece com a população de bactérias e de peixes quando se reduz a descarga de vinhoto no rio.

Saiba você que dos três maiores países em desenvolvimento (Brasil, China e Índia), o Brasil é o que apresenta maiores chances de obedecer ao Protocolo de Kioto, pois é o único país do mundo que movimenta parte de sua frota de veículos com álcool, e onde a gasolina também recebe a mistura de 18 a 24% desse combustível.

Com isso, reduzimos muito a produção do dióxido de carbono, que é altamente prejudicial quando em excesso na atmosfera, e um dos gases responsáveis pelo efeito estufa, outra forma de desequilíbrio ambiental.



■ Esquema do efeito estufa. O esquema acima é ilustrativo e não obedece proporções reais.

### RAIO INFRAVERMELHO

É um tipo de onda relacionada à radiação térmica emitida pelos corpos devido a sua temperatura. Esse raio tem comprimento de onda na ordem de grandeza entre 10<sup>-3</sup> m a 10<sup>-6</sup> m.

O efeito estufa é um fenômeno físico que acontece porque a energia solar chega até a Terra pelos raios incidentes, uma parte deles é absorvida sob forma de calor e outra parte é refletida promovendo o aquecimento da atmosfera.

Os raios infravermelhos da luz solar atravessam o ar, um meio transparente, gastando o mínimo de energia. O aquecimento ocorre porque esses raios, ao encontrarem um meio opaco, como por exemplo, a superfície da terra, são absorvidos e, consequentemente, transformam a energia radiante em energia térmica.

É interessante não confundir aquecimento global com o efeito estufa. Embora estes termos estejam interligados, não são equivalentes. O efeito estufa é um processo físico pelo qual a presença dos gases atmosféricos mantém a temperatura da terra em maior equilíbrio do que teria, caso estivessem ausentes. Os principais gases atmosféricos conhecidos como gases do efeito estufa são: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{NO}_2$ ) e ozônio ( $\text{O}_3$ ).

O problema causador do desequilíbrio é que alguns gases produzidos pelas queimadas ou pelos motores a combustão, ao se acumularem em grandes quantidades na atmosfera, acentuariam o efeito estufa e, como consequência, causariam o fenômeno do aquecimento global que é considerado como responsável pelas alterações climáticas observadas atualmente em todo mundo.

Esse desequilíbrio vem acontecendo pelo processo acelerado da urbanização e industrialização com as queimadas em florestas, de carvão e de combustíveis. Se essa produção de gases do efeito estufa aumentar muito, a temperatura global também tenderá a aumentar.

De todos os desequilíbrios provocados pelo homem, o efeito estufa é o que mais causa pânico nas pessoas pelas previsões catastróficas que são feitas como: o aquecimento global, o derretimento das geleiras polares, a elevação do nível dos mares, inundações das cidades litorâneas, os ciclones, os furacões, as tempestades, o ressecamento do solo, entre outros. E para este fenômeno não há refúgio seguro, não há escolha de classe social ou situação econômica, pois é um problema de todos e cada habitante deste planeta deve ter consciência disso.

Nunca a espécie humana interferiu tanto na natureza como no último século. Como consequência, muitas são as alterações que podemos determinar nos ecossistemas da litosfera, hidrosfera e atmosfera como, por exemplo: poluições, chuvas ácidas ou efeito estufa. Os problemas ambientais, com os consequentes desequilíbrios, são frutos da ação humana no meio ambiente e nada tem a ver com a obra da ira ou do castigo divino.

Tudo isso nos remete a pensar cada vez mais no nosso papel como parte integrante da natureza e que toda e qualquer ação por nós desencadeada no meio ambiente tem uma resposta que, na maioria das vezes, não é aquela que desejávamos.

## Obras Consultadas

- BAIRD, C. **Química ambiental**. Porto Alegre: Boockman, 2002.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988.
- DAJOZ, R. **Princípios de ecologia**. São Paulo: Artmed, 2000.
- HALLIDAY, D. et al. **Fundamentos de física 4: ótica e física moderna**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian Berna, 2004.

## Documentos Consultados *ONLINE*

- BORRERO, M. A. V. **UNICAMP avalia desempenho ambiental de usinas de álcool**. EMBRAPA. Monitoramento por satélite. Disponível em: <[www.cnpm.embrapa.br/reporte/i\\_el2000\\_1.html](http://www.cnpm.embrapa.br/reporte/i_el2000_1.html)> Acesso em: 09 nov. 2005.
- ESCOBAR, H. Extinção ameaça 22% das espécies de plantas – ou mais. **Jornal o Estadão on-line**, 31 out. 2002. Disponível em: <[www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2002/out/31/229.htm](http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2002/out/31/229.htm)> Acesso em: 23 set. 2005.
- GANDRA, A. Desmatamento e queimadas são os tópicos negativos do Brasil no Protocolo de Quioto. **RADIOBRÁS** - Empresa Brasileira de Radiodifusão. Agência do Brasil, 15 fev. 2005. Disponível em: <[www.radiobras.gov.br/materia\\_i\\_2004.php?materia=216043&editoria=&q=1](http://www.radiobras.gov.br/materia_i_2004.php?materia=216043&editoria=&q=1)> Acesso em: 26 set. 2005.
- KALAPOTHAKIS, E. **Desequilíbrio ambiental força espécie a mudar de habitat**. Universidade Federal de Minas Gerais. Boletim Informativo n. 1481, 28 abr. 2005. Disponível em: <[www.ufmg.br/boletim/bol1481/quinta.shtml](http://www.ufmg.br/boletim/bol1481/quinta.shtml)> Acesso em: 23 set. 2005.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Embrapa e Ministério da Ciência e Tecnologia coordenam estudo inédito sobre emissão de gases de efeito estufa no Brasil**. Informativo n. 19, ano V, jul./ago./set., 1997. Disponível em: <[www.cnpma.embrapa.br/informativo/mostra\\_informativo.php3?id=70](http://www.cnpma.embrapa.br/informativo/mostra_informativo.php3?id=70)> Acesso em: 29 set. 2005.



## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

I  
n  
t  
r  
o  
d  
u  
ç  
ã  
o

## ■ Implicações dos Avanços Biológicos no Fenômeno VIDA

Você irá conhecer, com este Conteúdo Estruturante, um pouco mais a respeito das implicações da Engenharia Genética sobre a VIDA, considerando-se que, com os avanços da biologia molecular, há a possibilidade de manipular o material genético dos seres vivos.

Neste contexto, poderão ser estudados: os avanços da genética molecular, as biotecnologias aplicadas, e os aspectos bioéticos sobre a fertilização *in vitro*, células-tronco, aborto, clonagem, eutanásia, transgênicos, entre outros.

A Ciência e a Tecnologia desenvolvem conhecimentos produzidos pelos seres humanos e interferem no contexto de vida da humanidade. Não se pode impedir o desenvolvimento destas áreas, mas, como cidadão, devemos conhecer os avanços das Ciências e ter o direito de receber esclarecimentos sobre como estes novos conhecimentos irão afetar nossa vida.

Biotecnologia é a aplicação dos processos tecnológicos sobre os processos biológicos que envolvem um conjunto de técnicas de manipulação dos seres vivos, ou parte destes, para fins econômicos. Esse conceito inclui também técnicas de manipulação direta do DNA de qualquer organismo vivo, alterando suas características ou introduzindo novas. O termo biotecnologia é recente, mas sua aplicação é antiga.

Com o postulado do biólogo americano James D. Watson (1928- ) e do físico britânico Francis Crick (1916 - 2004) sobre a estrutura do DNA, em 1953, e os trabalhos de seqüenciamento de nucleotídeos pelo biólogo britânico Frederick Sanger (1918 - ), em 1977, deu-se início a era da genômica.

Vários experimentos relacionados à genética têm sido desenvolvidos, envolvendo outros campos da Biologia. Pesquisas sobre melhoramento vegetal e animal e a identificação de paternidade, já são uma realidade, e muitas doenças também já podem ser prevenidas e/ou curadas.

Portanto, a biotecnologia preocupa-se com a aplicação dos avanços científicos e tecnológicos resultantes de pesquisas em ciências biológicas, utilizando-se organismos vivos, ou suas células e moléculas, para industrialização de produtos comercializáveis, como por exemplo, vacinas, alimentos transgênicos, insulina transgênica, diag-

nose e cura de doenças fatais, produção de novos medicamentos, redução do custo de medicamentos de grande uso, produção de tecidos e órgãos para transplantes, entre outros.

Mas esses avanços científico e tecnológico, principalmente na área de alimentos, ainda estão gerando muitas discussões por parte de cientistas, governos e de toda a sociedade. Ainda não se sabe os efeitos que toda essa interferência pode causar no processo natural da vida.

Quando tomamos conhecimento de uma notícia sobre o uso de novas tecnologias, como, por exemplo, a clonagem, ficamos preocupados e nos perguntamos: o que e como isso vai interferir na nossa vida?

Até mesmo entre os cientistas existem muitas dúvidas sobre como os novos conhecimentos serão utilizados. Portanto é necessário que eles desenvolvam seu trabalho com responsabilidade, justiça, bom senso, respeito a si mesmo e aos outros, e que atendam aos interesses da população. Enfim, que sejam éticos.

Cabe à Ciência comprovar, por meio do desenvolvimento de várias pesquisas e técnicas, o sucesso ou fracasso das biotecnologias adotadas.

Após 50 anos da descoberta do DNA, várias pesquisas que podem ser úteis à humanidade estão em andamento.

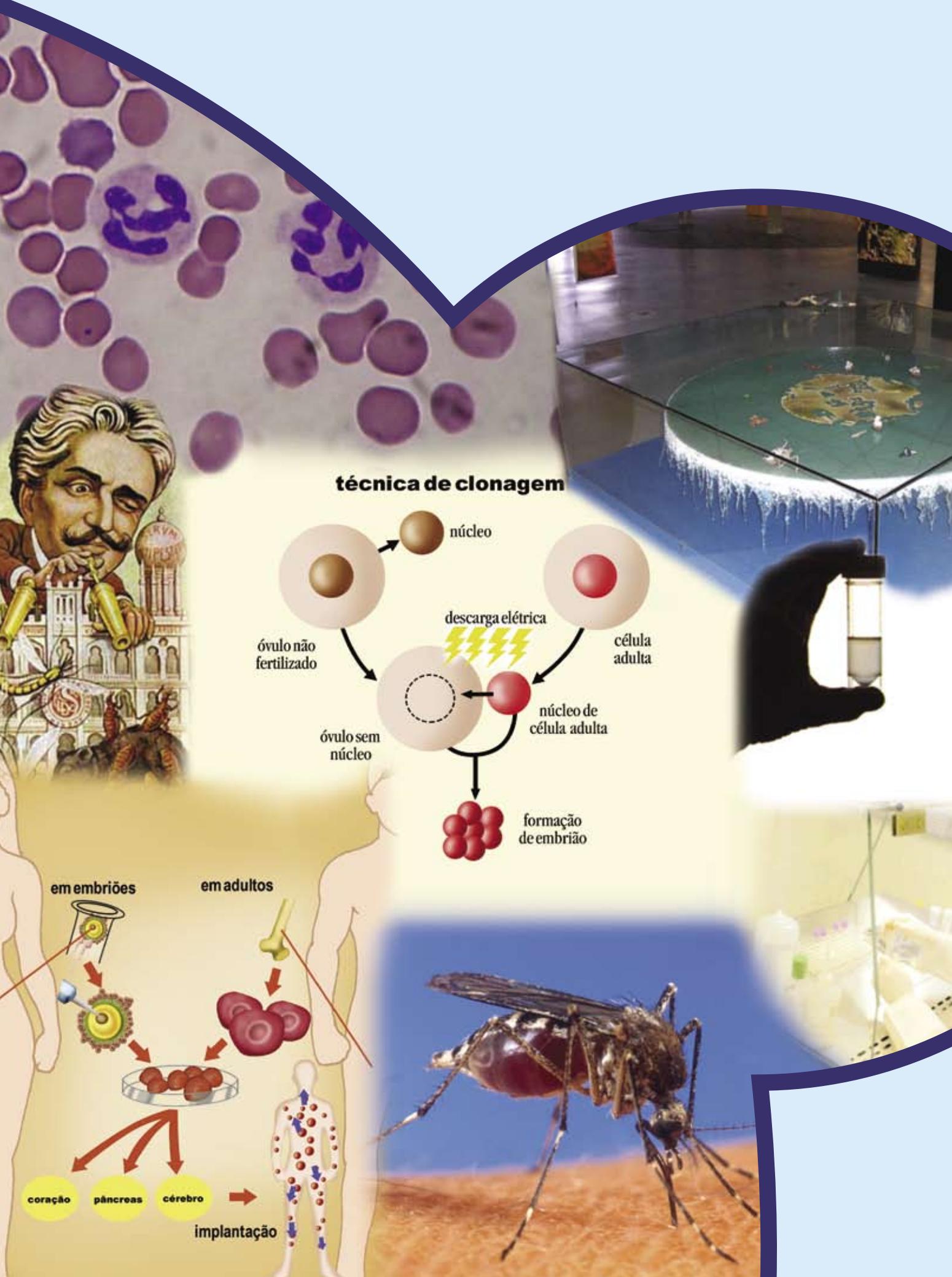
Agora que você já percebeu a importância da biotecnologia e das implicações dos avanços biológicos no fenômeno vida, vamos ampliar nossos conhecimentos estudando os Folhas:

- “Células-tronco: a realidade de muitos sonhos ou a frustração da humanidade?”
- “Clonagem: receita pronta para planejar novas gerações ou para produzir seres inimagináveis?”
- “Vacinas: como estaria a humanidade sem esse auxílio para a defesa de nosso organismo?”
- “O alimento que você consome diariamente é transgênico?”

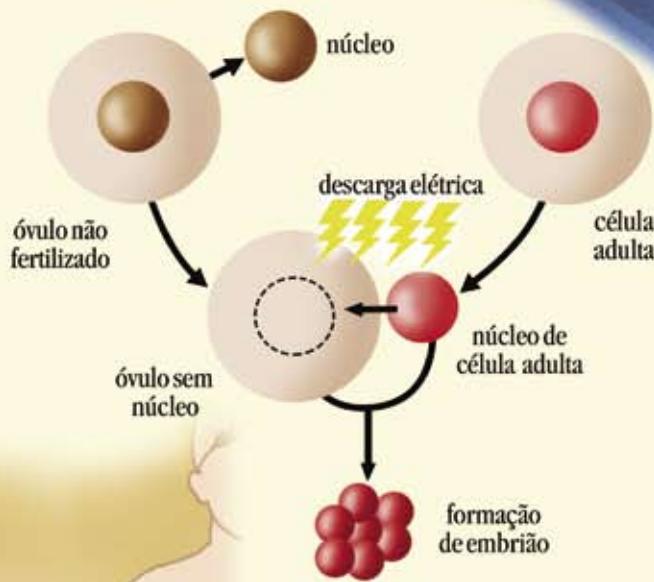
Leia com atenção, discuta com seu professor e seus colegas e, amplie seus conhecimentos consultando outras referências. Estes assuntos são desafiadores e nos propiciam refletir sobre questões que envolvem a sobrevivência das espécies no planeta.

Bom estudo!

**B  
I  
O  
L  
O  
G  
I  
A**

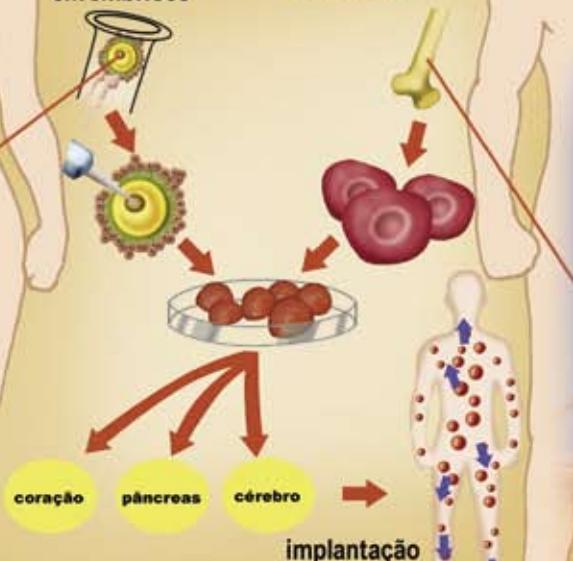


### técnica de clonagem



em embriões

em adultos





# CÉLULAS-TRONCO: A REALIDADE DE MUITOS SONHOS OU A FRUSTRAÇÃO DA HUMANIDADE?

■ Marilene Mieko Yamamoto Pires<sup>1</sup>

**A**expectativa de vida é composta pelo número de anos a serem vividos por uma pessoa. Para você ter uma idéia, em 1910, a expectativa de vida de um homem brasileiro era de 33,4 anos, e em 2003 já subia para os 69 anos. Apesar desse aumento, o IBGE alerta para o fato de que esse indicador poderia ter um crescimento mais expressivo não fosse o número de mortes prematuras de jovens por violência, principalmente do sexo masculino.

Isso pode ser notado na diferença das taxas de expectativa de vida entre os sexos. Os homens que nasceram em 2003 têm uma expectativa de vida média de 67,6 anos. As mulheres nascidas no mesmo ano devem viver, em média, 75,2 anos. (United Nations Development Programme, 2005)

Por que as mulheres vivem mais?

É uma questão fisiológica ou sociológica?

Sobre os dados da tabela abaixo, note que, comparando a expectativa de vida do Japão, da Suécia, de Hong Kong e da Islândia, a do Brasil ainda é baixa. Quais são as razões que fazem do Brasil um país com índice tão baixo de expectativa de vida? Isso significa que todos os brasileiros têm a mesma expectativa de vida?

Expectativa de Vida – Ano 2000		
Posição	País	Expectativa de Vida (anos)
1	Japão	81
2	Suécia	79,7
3	Hong Kong (China RAE)	79,5
4	Islândia	79,2
103	Brasil	67,7
173	Serra Leoa	38,9

■ Fonte: [www.undp.org/hard/indicators.html](http://www.undp.org/hard/indicators.html)



## PESQUISA

Com o auxílio de um Atlas Geográfico ou um Globo Terrestre ou ainda acessando o endereço eletrônico [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com):

- Localize os países que aparecem na tabela acima.
- Pesquise como vive a população desses países e verifique os seus hábitos alimentares. O que eles comem com maior freqüência?
- A localização geográfica desses países interfere nos seus hábitos alimentares? E na qualidade de vida? Como?



## ATIVIDADE

Ano	Esperança de vida ao nascer, por anos de idade
1920	42
1940	42
1950	46
1960	52
1970	54
1980	54
1990	60
2000	68
2003	69

Entreviste pessoas que viveram nos anos que aparecem na tabela ao lado. Pergunte a elas como era o sistema de saúde na sua juventude, o saneamento básico, a educação, a segurança e como eles se curavam das doenças.

Os últimos levantamentos do IBGE mostram que o Brasil só deve alcançar o patamar de 80 anos de esperança de vida por volta de 2040. Por que somente em 2040?

Quais são os indicadores usados para calcular a expectativa de vida? E você? Qual é a sua expectativa de vida?

■ Fonte: IBGE. Vamos Compreender o Brasil 2002 e Brasil em Números 2004.



■ Maria Olívia da Silva. **Fonte:** Cecília Helena Vechiatto dos Santos. Astorga, PR, 2006.

A senhora Maria Olívia da Silva, residente no município de Astorga, Estado do Paraná, no distrito de Içara, foi entrevistada pela professora Cecília Vechiatto.

Durante a entrevista, o neto da senhora Maria contou que ela teria nascido em Varsóvia, na Polônia. Entretanto, em seus documentos consta que ela nasceu em Itapetininga, Estado de São Paulo, no dia 28 de fevereiro de 1880.

A “vózinha”, como gosta de ser chamada, de aparência frágil, continua assistindo as transformações sociais, políticas, econômicas, científicas, tecnológicas entre tantas outras.

Teve oportunidade que poucos tiveram. Viveu no contexto histórico da libertação dos escravos, da Proclamação da República e do primeiro astronauta brasileiro.

A mulher de hábitos simples, prova viva de nossa história, talvez não tenha a noção da importância de seu exemplo para todos nós.

Você gostaria de poder viver tanto quanto D. Maria?

Que condições são necessárias para que todos possam ter a expectativa de vida aumentada?

Como vimos, a expectativa de vida tem sido alterada ao longo dos anos graças ao progresso das pesquisas na área biomédica. Hoje, a medicina está muito avançada e vislumbramos uma grande esperança para a maioria das doenças que antigamente eram incuráveis. Diferentes órgãos do corpo humano já podem ser transplantados permitindo assim, prolongar a vida do homem.

Nem todo transplante é possível, como no caso do tecido nervoso e do sistema nervoso central que ainda é uma utopia para a ciência. No caso específico do sistema nervoso central, obviamente não pode haver doador. Por quê? O que você imagina sobre o transplante do Sistema Nervoso Central? O Sistema Nervoso pode ser doado ou não?

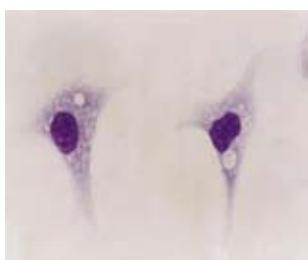


## DEBATE

Mas, se um dia o transplante do Sistema Nervoso Central for possível, levaria vantagem quem doa ou quem recebe o cérebro? O que você acha?

Na técnica do transplante é necessário que haja doadores, mas infelizmente as pessoas ainda são muito resistentes a doar seus órgãos. Você é doador? Quantos doadores há em sua família? A cultura de células a partir de células-tronco exige a presença de doadores?

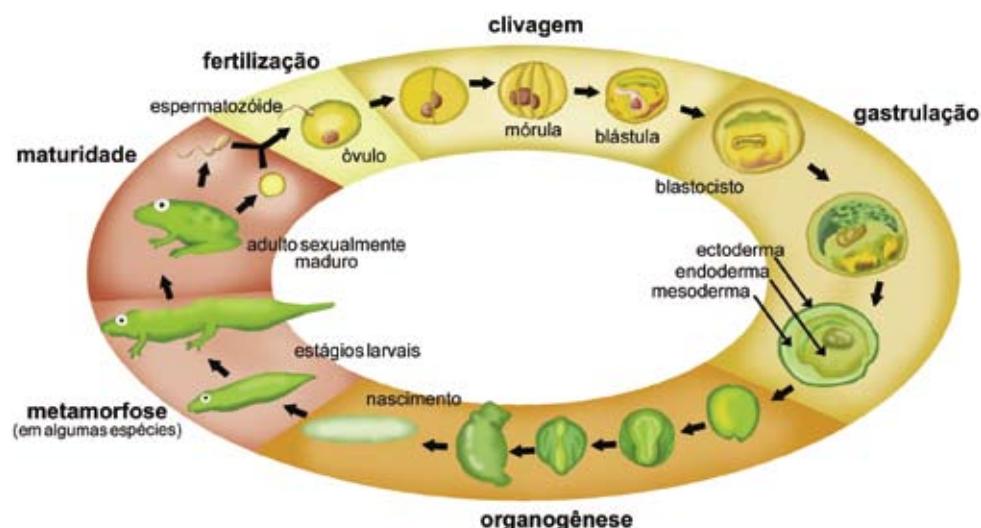
## O que são células-tronco?



Células-tronco medulares cultivadas em meio de cultura estimuladas para se diferenciar em Macrófago. Visualização por microscopia óptica, coloração Giemsa, tamanho aproximado 50 micrômetros.

**Fonte:** foto de Mariana M. Piemonte tirada no Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná, cedida pelo prof Dr Fabio Rueda Fauz, da PUC/PR.

Células-tronco são células que têm o potencial de formar diferentes tecidos. Os estudos com as células-tronco começaram no início do século XX. Os pioneiros foram os alemães Hans Spemann (1869-1941) e Jacques Loeb (1859-1924), a partir de experimentos com células de embriões de anfíbios. Eles observaram que, quando as duas primeiras células de um embrião são separadas, cada uma é capaz de gerar um girino normal, e que, mesmo após as quatro primeiras divisões celulares, o núcleo dessas células embrionárias ainda pode transmitir todas as informações necessárias à formação de girinos completos, se transplantado para uma célula da qual o núcleo tenha sido retirado.



■ Representação do mecanismo de formação de um anfíbio.

Sabia que a ovelha Dolly deu o ponto-pé inicial para os estudos sobre células-tronco?

O nascimento da ovelha Dolly (1996), primeiro mamífero clonado a partir do núcleo de uma célula adulta diferenciada (célula epitelial de glândula mamária) mostrou que o núcleo de uma célula totalmente diferenciada é capaz de gerar um indivíduo adulto, se transplantado para um óvulo sem núcleo. Sobre a CLONAGEM, procure no Livro Didático Público de Biologia, o Folhas **Clonagem: receita pronta para planejar novas gerações ou para produzir seres inimagináveis?**

Existem dois tipos de células-tronco:

### A) Células-tronco embrionárias (totipotentes ou pluripotentes):

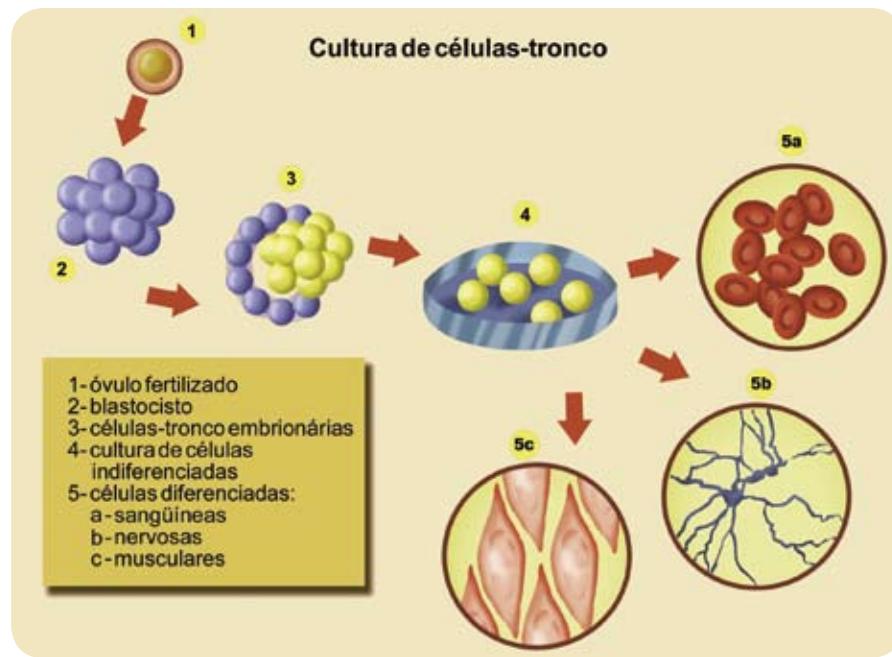
Derivadas do embrião, são totipotentes ou pluripotentes, dependendo da fase embrionária em que se encontram.

Quando formam qualquer tecido do corpo são denominadas totipotentes. São pluripotentes quando não tem potencial para formar um organismo completo.

Os cientistas utilizam as células-tronco embrionárias que se desenvolvem de óvulos fertilizados *in vitro* e são doados para a pesquisa com o consentimento dos doadores. O óvulo fertilizado, com cerca de 5 dias de idade, assemelha-se a uma bola oca de células chamada blastocisto. Observe a FIGURA 1.

As células-tronco são colhidas logo após a fecundação, quando o embrião não passa de um amontoado de 100 a 200 células indiferenciadas entre si, envoltas por um conjunto de células que formarão os anexos embrionários.

Vale lembrar que só a partir de uma semana de vida, mais ou menos, é que essas células embrionárias começam a diferenciar-se para dar origem às células que formarão a pele, os ossos, as cartilagens, o sangue, os músculos, as células do tecido nervoso e os demais tecidos, enfim, originam às cerca de 75 trilhões de células, e em torno de 200 tipos celulares diferentes, que formam o ser humano.



Para saber mais sobre a embriologia, leia o Folhas **Embriões: a fantástica obra em construção! Como acontece este processo?**, neste Livro Didático Público.

■ FIGURA 1 – Esquema das fases de desenvolvimento embrionário de mamífero.

### B) Células-tronco adultas (pluripotentes e multipotentes):

São células que permanecem sendo tronco. Podem ser encontradas na medula óssea, no fígado, na córnea, no sangue, no cordão umbilical, nos músculos esqueléticos, entre outros órgãos.

É com esse material que os cientistas realizam a maioria de suas experiências.

Nas terapias experimentais, quando elas são injetadas numa certa parte do corpo, o que se espera é que o comando genético seja acionado pelas proteínas específicas do órgão para o qual foram enviadas.

**Alois Alzheimer** (14 de junho de 1864 — 19 de dezembro de 1915) foi um neurologista alemão conhecido, sobretudo por ter sido o primeiro autor a reconhecer a doença **neurodegenerativa** que hoje tem o seu nome (doença de Alzheimer ou mal de Alzheimer). Alzheimer trabalhou também com Emil Kraepelin, autor da primeira classificação moderna dos vários tipos de doenças psicóticas.

Fonte: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## ■ Quais são as vantagens de se manipular as células-tronco?

O uso das células-tronco em diferentes anomalias tem crescido muito, tornando essa pesquisa um importante avanço da medicina no tratamento de doenças até hoje incuráveis, como câncer, lesões na coluna (problemas de paralisia), danos cerebrais (traumas e doenças como os males de Alzheimer e de Parkinson), tratamentos para doenças neurodegenerativas, danos no coração entre outras.

Até três anos atrás, acreditava-se que células do coração seriam incapazes de se regenerar. Hoje sabemos que no momento de um infarto, células-tronco se dirigem até o músculo cardíaco com o objetivo de regenerar a região lesionada. Mas o número de células é pequeno em relação a área lesionada que possui vascularização comprometida, por isso não conseguem regenerá-la. Se as células-tronco conseguissem chegar a todas as regiões lesionadas, o coração seria capaz de se regenerar por si só, da mesma forma que a pele quando sofre um leve machucado. Deste modo, as pesquisas têm sido desenvolvidas procurando conhecer a ação e aumentar o número de células-tronco envolvidas na regeneração da área lesionada. Esse processo é conhecido como terapia gênica.



### DEBATE

Agora você já conhece os dois tipos de células-tronco. Tente pensar qual é o tipo mais utilizado para os transplantes e discuta sobre o por quê.



Charles Dennis Buchinsky, conhecido como Charles Bronson (1921 - 2003) era um ator americano. Bronson morreu de pneumonia e sofria da doença de Alzheimer. Fonte: GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## ■ Células-tronco saudáveis prolongariam a vida?

Alguns pesquisadores acreditam que manter saudáveis as células-tronco do organismo é o segredo da longevidade.

Se as pessoas envelhecem é porque, com o tempo, as células-tronco perdem a capacidade de repor outras células que são vitais para que os órgãos se mantenham jovens e saudáveis, seria possível então, retardar o envelhecimento com a substituição dessas células por meio de transplantes ou outras técnicas.

A polêmica surge quando se trata da retirada de células-tronco de embriões não utilizados para iniciar gravidez, que uma vez congelados, serão posteriormente descartados uma vez que há necessidade de destruí-los. Alguns acham que o extermínio desses embriões é tão criminoso quanto o aborto, uma vez que acaba com uma forma de vida. E você? Concorda com as pesquisas com as células-tronco? Por quê?

Vale lembrar que, a maioria das pesquisas com células-tronco não utiliza células-tronco embrionárias.

Uma maneira de utilizar as células-tronco sem causar tanto impacto ético seria o uso de sangue do cordão umbilical que poderá ser congelado e as células-tronco serem usadas, pelo menos, 15 anos após a coleta, embora alguns estudos considerem a possibilidade de estocagem por até 50 anos. Além dessa vantagem, nesse tipo de transplante não há risco de rejeição, uma vez que as células provêm do próprio paciente.



■ Engenharia Genética. Fonte: [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)

### Fique sabendo...

#### O 1º transplante de medula óssea com células do cordão umbilical no Brasil

O Brasil realizou no dia 08/10/2004, numa menina de 9 anos portadora de leucemia linfóide aguda, o primeiro transplante de medula óssea com cordão umbilical coletado, congelado e disponibilizado no país. O procedimento foi realizado em Jaú, no interior paulista. O Ministério da Saúde também já anunciou a implantação, no país, da rede BrasilCord, um banco de sangue público de cordões umbilicais.

Você tem conhecimento de Banco desse tipo em sua cidade?

### PENSE NISSO ...

Quando você decidir ter um filho, se por acaso quiser guardar o sangue do cordão umbilical do seu bebê, você já pode fazê-lo. Se um dia houver necessidade, esse material estará à disposição de imediato. Não se esqueça das possibilidades de tratamento que as células-tronco estão abrindo para o futuro da medicina.

Você está interessado no armazenamento do cordão umbilical? Então corra, pesquise, você encontrará vários laboratórios que já realizam essa técnica. Se o seu bebê já está com o nascimento agendado, corra mais ainda, porque você tem um prazo de 48 horas entre a coleta e o processamento do material no laboratório.

A coleta pode ser feita em qualquer parte do Brasil e as células-tronco do seu bebê poderão ser utilizadas para tratar outros membros da sua família, desde que haja uma autorização judicial.

## A Ética e o uso das células-tronco

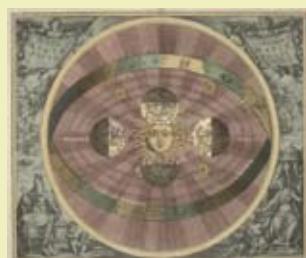
A ética ilumina a consciência humana, pois ajuda a dirigir as ações dos homens tanto em nível individual quanto social. Ela é um produto histórico-cultural que define o que é bom ou ruim, o que é certo ou errado, o que é permitido ou proibido para cada cultura ou sociedade.

A ética é a teoria ou ciência do comportamento moral dos homens em sociedade. Ou seja, é a ciência de uma forma específica do comportamento humano (...) A ética é a ciência da moral, isto é, de uma esfera do comportamento humano (VÁZQUEZ, 2004, p.23).

Poderíamos falar de uma moral científica? Poderia existir uma moral compatível com os conhecimentos científicos?

A chamada “quarta revolução”, promovida pelos conhecimentos produzidos pela Engenharia Genética, está levando o homem a compreender o mundo de maneira diferente e exigindo postura ética em relação aos conhecimentos e procedimentos científicos. O sistema de **Nicolau Copérnico** afirmando que a Terra não era o centro do Universo, foi a primeira revolução. A segunda revolução foi a da Seleção Natural, de **Charles Darwin**, que tirou o homem da esfera divina e o colocou ao lado dos animais. A terceira revolução foi a de **Sigmund Freud** que mudou a maneira de pensar da humanidade.

### Além de ser o centro, a Terra era plana?



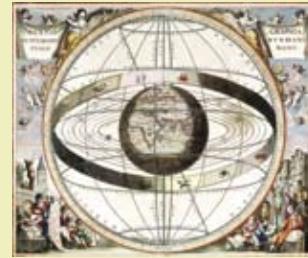
- Andreas Cellarius, Harmonia Macrocosmica, Amsterdam, 1660, Mundani Ptolemaici dos systematis de Scenographia [material cartographic]. **Fonte:** Coleção de Rex Nan Kivell.



- A noção de uma Terra plana se refere à idéia de que a face habitada da Terra é plana, ao invés de curvada ou esférica. **Fonte:** Esta réplica pertence ao Parque Newton Freire Maya (Parque da Ciência), em Quatro Barras, Paraná.



- Andreas Cellarius, Harmonia Macrocosmica, Amsterdam, 1660. As fases da Lua explicadas de acordo com a sua posição em relação ao Sol e a Terra. **Fonte:** GNU Free Doc. License, www.wikipedia.org



- Andreas Cellarius, Harmonia Macrocosmica, 1708. Universo heliocêntrico. **Fonte:** GNU Free Doc. License, www.wikipedia.org

O Heliocentrismo é a teoria científica que afirma ser o Sol o centro do sistema solar. Esta teoria foi proposta pela primeira vez pelo astrônomo gre-

go Aristarco de Samos, mas só com Nicolau Copérnico, e em especial com Galileu Galilei, é que se tornou mais sustentada. Alguns autores medievais já especulavam que a Terra era redonda, mas aceitavam o Geocentrismo como fora estruturado por Aristóteles e Ptolomeu. Esse sistema cosmológico ensinava que a Terra estava parada no centro do Universo e os outros corpos orbitavam em círculos concêntricos ao seu redor. Na época, a Igreja Católica aceitava amplamente esse modelo, apesar de a esfericidade da Terra estar em aparente contradição com interpretações literais de algumas passagens bíblicas. Essa visão geocêntrica tradicional foi abalada por Copérnico que, em 1514, começou a divulgar um modelo matemático em que a Terra e os outros corpos celestes giravam ao redor do Sol. Essa era uma teoria de tal forma revolucionária que Copérnico escreveu no seu *DE REVOLUTIONIBUS*: “quando dediquei algum tempo à idéia, o meu receio de ser desprezado pela sua novidade e o aparente contra-senso, quase me fez largar a obra feita”.

**Fonte:** [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

A quarta revolução, a revolução de Ian Wilmut (produziu o primeiro clone de um mamífero adulto do mundo), mostra à humanidade que podemos ter cópias idênticas de nós mesmos, portanto, somos únicos.



■ Pesquisador.

**Fonte:** [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)

O grupo liderado por Ian Wilmut, o cientista escocês que se tornou famoso por essa experiência, afirma que praticamente todos os animais que foram clonados nos últimos anos a partir de células não embrionárias estão com problemas. Entre os diferentes defeitos observados nos pouquíssimos animais que nasceram vivos após inúmeras tentativas, observa-se: telômeros encurtados; placenta anormal; gigantismo em ovelhas e gado; defeitos cardíacos em porcos; problemas pulmonares em vacas, ovelhas e porcos; problemas imunológicos; falha na produção de leucócitos; defeitos musculares em carneiros. De acordo com Hochedlinger e Jaenisch, os avanços recentes em clonagem reprodutiva permitem quatro conclusões importantes:

1. a maioria dos clones morre no início da gestação;
2. os animais clonados têm defeitos e anormalidades semelhantes, independentemente da célula doadora ou da espécie;
3. essas anormalidades provavelmente ocorrem por falhas na reprogramação do genoma;
4. a eficiência da clonagem depende do estágio de diferenciação da célula doadora. De fato, a clonagem reprodutiva a partir de células embrionárias tem mostrado uma eficiência de 10 a 20 vezes maior provavelmen-

te porque os genes, que são fundamentais no início da embriogênese, estão ainda ativos no genoma da célula doadora.

É interessante que dentre todos os mamíferos que já foram clonados, a eficiência é um pouco maior em bezerros (cerca de 10% a 15%). Por outro lado, um fato intrigante é que ainda não se tem notícias de macaco ou cão-chorro que tenha sido clonado. Talvez seja por isto que a cientista inglesa Ann McLaren afirme que as falhas na reprogramação do núcleo somático podem se constituir em uma barreira intransponível para a clonagem humana.

Mesmo assim, pessoas como o médico italiano Antinori, ou a seita dos raelianos, defendem a clonagem humana, um procedimento que tem sido proibido em todos os países. De fato, um documento assinado pelas academias de ciências de 63 países, inclusive o Brasil, em 2003, pedem o banimento da clonagem reprodutiva humana. O fato é que a simples possibilidade de clonar humanos tem suscitado discussões éticas em todos os segmentos da sociedade, tais como:

Por que clonar?

Quem deveria ser clonado?

Quem iria decidir?

Quem será o pai ou a mãe do clone?

O que fazer com os clones que nascerem defeituosos?

Na realidade o maior problema ético atual é o enorme risco biológico associado à clonagem reprodutiva. No meu entender, seria a mesma coisa que discutir os prós e os contras em relação à liberação de uma medicação nova, cujos efeitos são devastadores e ainda totalmente incontroláveis.

Apesar de todos esses argumentos contra a clonagem humana reprodutiva, experiências com animais clonados têm nos ensinado muito acerca do funcionamento celular. Por outro lado, a tecnologia de transferência de núcleo para fins terapêuticos, a chamada clonagem terapêutica, poderá ser extremamente útil para a obtenção de células-tronco.

ZATZ, Mayana. Clonagem e células-tronco. Revista Ciência e Cultura, Jul/Set. 2004, vol.56, nº.3, p.23-27.

Não são os problemas ligados à técnica que alimentam mais a discussão ética. A possibilidade de influir sobre o caráter dos indivíduos e os desvios eugênicos que podem emanar dele, ou a querela entre um direito à saúde e um direito a um patrimônio genético não modificado, são pontos importantes que nos parecem baseados em uma questão fundamental: será que temos o direito de manipular o genoma humano? O homem pode se tornar objeto de sua técnica, se programar, assumir a sua própria evolução? (CANTO-SPERBER, 2003, p.691)



## ATIVIDADE

Diante desta discussão desenvolva um texto respondendo as seguintes questões:

- Quais seriam as consequências das experiências relativas às pesquisas com células-tronco?
- Essas experiências são éticas?
- As células-tronco são a realidade de muitos sonhos, ou será a frustração da humanidade?



## DEBATE

Agora, junto com seu professor, organize dois grupos: favoráveis ao uso de células-tronco embrionárias, e desfavoráveis ao uso. Cada grupo terá que pesquisar e trazer o maior número de argumentos para a sua defesa. Agende um dia para o debate e discuta sobre o assunto.

Após o debate elabore uma coletânea com os textos que vocês pesquisaram sobre células-tronco e exponha no mural do Colégio.

## Referências Bibliográficas

- CANTO-SPERBER, M. (Org). **Dicionário de ética e filosofia moral**. São Leopoldo: Unisinos, 2003.
- VÁZQUEZ, A.S. **Ética**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.

## Obras Consultadas

- CARVALHO, A. C. C. de. Célula-tronco é promessa para medicina do futuro. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 172, jun. 2001.
- FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- REVISTA SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL. São Paulo: Ediouro/Segmento, ano 4, n. 39, ago. 2005.
- REVISTA VEJA. São Paulo: Abril, ed. 1920, n. 35, 31 ago. 2005.
- WEISS, R. O poder de dividir. **Revista National Geographic**. São Paulo, jul. 2005.

## ■ Documentos Consultados **ONLINE**

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em:

<[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)> Acesso em: 20 ago. 2005.

GOLDIM, J. R. **Bioética e reprodução humana**. Associação Nacional Pró-Vida e Pró-Família. Disponível em: <[http://providafamilia.org/bioetica\\_reproducao.htm](http://providafamilia.org/bioetica_reproducao.htm)> Acesso em: 20 ago. 2005.

GOOGLE EARTH. Explore, Search and Discover. Disponível em: <[www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)> Acesso em: 06 mar. 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso em: 15 ago. 2005.

MATHERS, C. D. **A aplicação do novo indicador de expectativa de vida adotado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) a partir de 1991**. Instituto de Química e Biologia S.A., Medicina Hoje Review. Disponível em: <[www.iqb.com.br/Medicina\\_10/Medicina\\_10\\_44.htm](http://www.iqb.com.br/Medicina_10/Medicina_10_44.htm)> Acesso em: 19 set. 2005.

NÚCLEO INTERINSTITUCIONAL DE BIOÉTICA. Disponível em: <[www.bioetica.ufrgs.br](http://www.bioetica.ufrgs.br)> Acesso em 20 ago. 2005.

RODRIGUES, O. M. **A polêmica do uso de células-tronco**. Portal do Espírito. Disponível em: <[www.espirito.org.br/portal/artigos/diversos/ciencia/polemica-celulas-tronco.html](http://www.espirito.org.br/portal/artigos/diversos/ciencia/polemica-celulas-tronco.html)> Acesso em: 28 jul. 2005.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Expectativa de vida**. Disponível em: <[www.undp.org/hdro/indicators.html](http://www.undp.org/hdro/indicators.html)> Acesso em: 15 ago. 2005.

ZATZ, M. **Clonagem e células-tronco**. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, mai./ago. 2004, v. 51, p. 247-256. Disponível em: <[www.scielo.br](http://www.scielo.br)> Acesso em: 15 ago. 2005.



## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

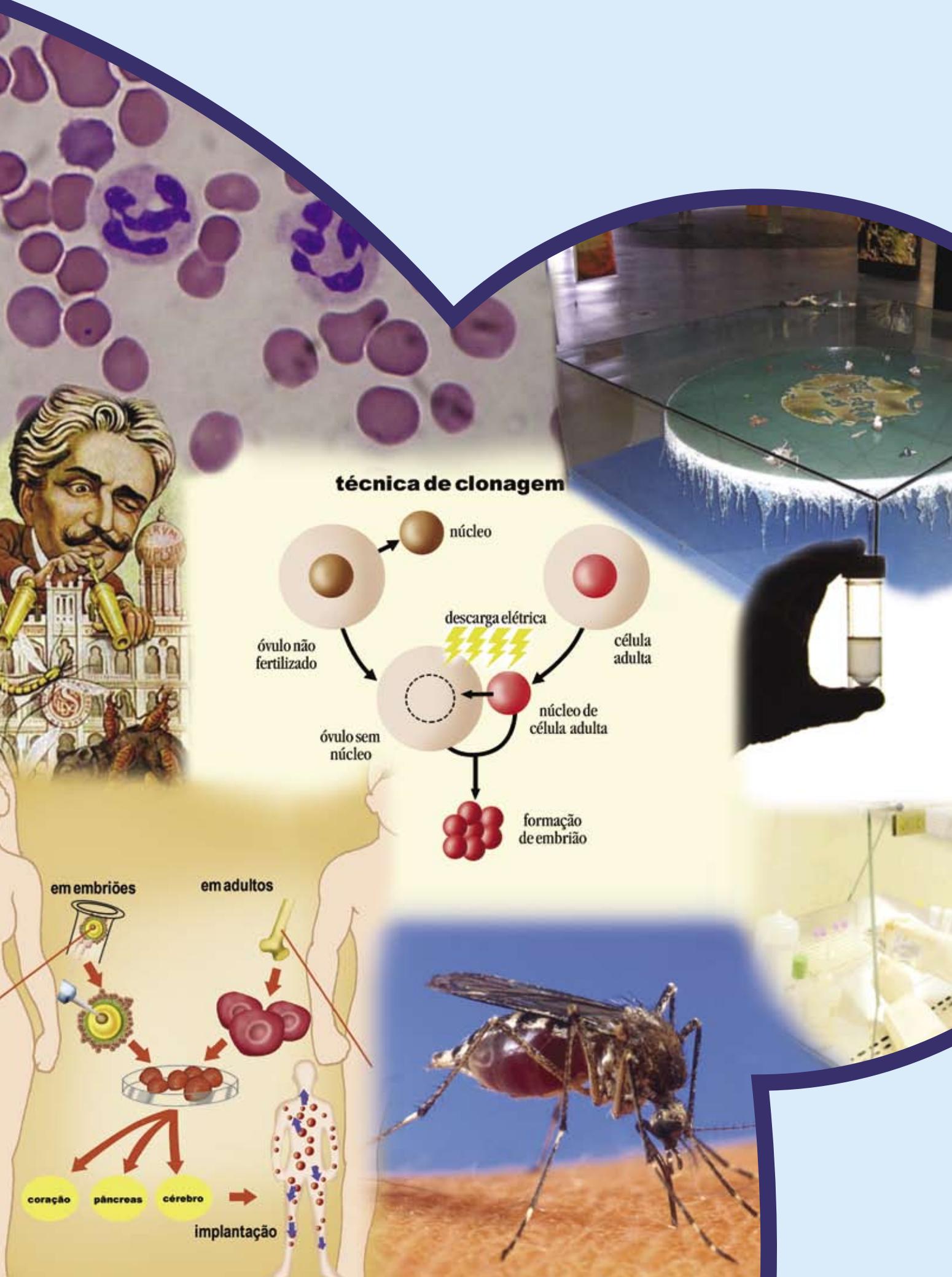
---

---

---

---

---





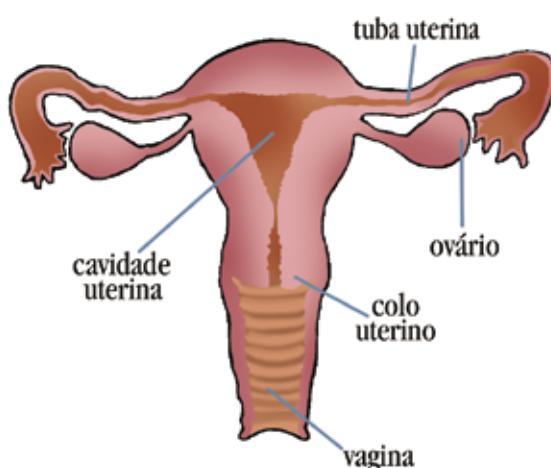
# CLONAGEM: RECEITA PRONTA PARA PLANEJAR NOVAS GERAÇÕES OU PARA PRODUZIR SERES INIMAGINÁVEIS?

■ Marilene Mieko Yamamoto Pires<sup>1</sup>

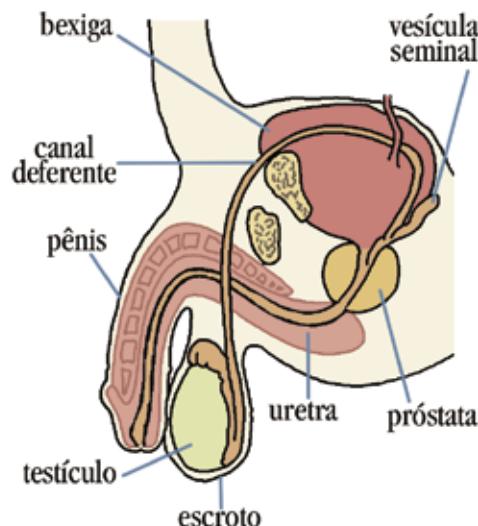
“*F*ilho de peixe, peixinho é”. Você concorda com essa afirmação? É claro que filho de peixe, peixinho é! Mas, ele é um clone?

E você, é um clone de seu pai? De sua mãe?

Durante a fecundação você recebeu metade do número de cromossomos (23) do seu pai e a outra metade da sua mãe (23) e surgiu você com 46 cromossomos.



■ Representação do sistema reprodutor feminino.



■ Representação do sistema reprodutor masculino.

Por isso, não somos clones de nossos pais, podemos ser apenas “parecidos”.

Clone significa “ramo” (do grego *klón*) e esse termo é utilizado tanto para células como para organismos, e clonagem é o desenvolvimento de uma cópia geneticamente idêntica de um indivíduo.

Você já observou como se planta mandioca? Para plantar mandioca, os agricultores usam ramos (haste) de mandioca retiradas de um pé da colheita anterior. Estes originarão uma planta que será um clone da planta fornecedora do ramo.

Você já ouviu falar em enxerto de planta?



■ Hastes de mandioca: verde, madura e muito madura.



■ Melhoramento Vegetal – São cacauzeiros clonados. Após seleção artificial, as mudas são obtidas pelo método de enraizamento de estacas em ambientes apropriados. Primeiramente em casas de estaqueamento onde as estacas (garfos) serão colocadas em tubetes com substrato e hormônios apropriados. Em seguida serão transferidos para casas de vegetação/aclimação permanecendo, entre 50 a 60 dias, sob nebulização intermitente de água e luminosidade reduzida até o enraizamento das estacas. **Fonte:** Genética Básica, Universidade Federal de Viçosa, MG.

O enxerto é uma forma de clonagem induzida em vegetais, onde são implantados brotos de plantas selecionadas em caules de outros vegetais.

### Exemplos de plantas que se reproduzem por propagação vegetativa

Nome comum	Propágulo vegetativo Tipos de enxertia	Produto de interesse
Abacateiro	Estacas, Garfagem	Frutos
Batata	Tubérculos	Tubérculos
Citros	Borbulhas	Frutos
Macieira	Garfagem, Estacas	Frutos
Moranguinho	Estolões	Frutos
Videira	Garfagem, Estacas	Frutos



### PESQUISA

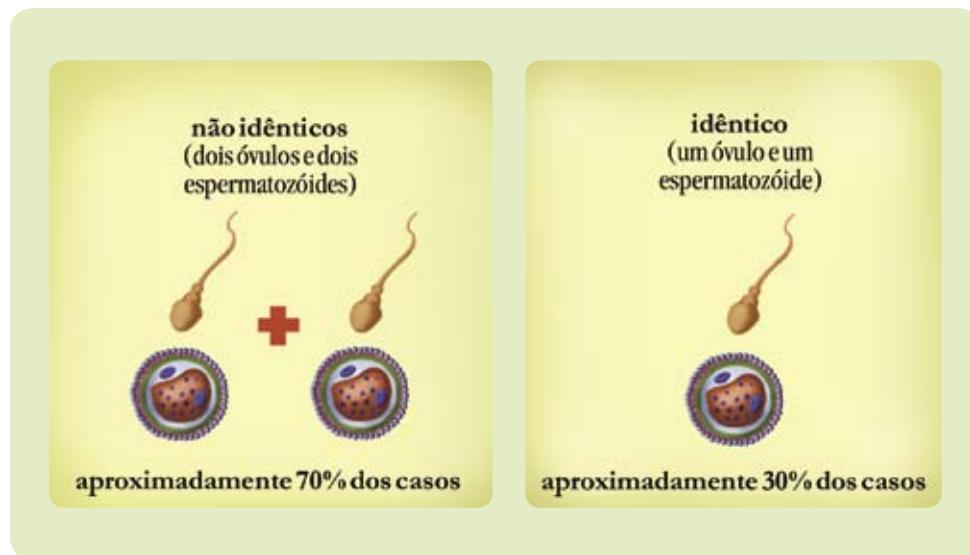
Pesquise sobre a técnica que se utiliza em cada tipo de enxertia e depois, em grupo e com o auxílio do professor, procurem fazer algumas enxertia. Um tipo de enxertia muito interessante é o da enxertia em cítricos, como por exemplo, a enxertia entre a laranja ou tangerina com o limão cravo (*Citrus limonia*).

A enxertia é muito usada em culturas comerciais com o objetivo de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e uniformizar a colheita, portanto as culturas que são manipuladas dessa maneira fornecem mais alimento para a população.

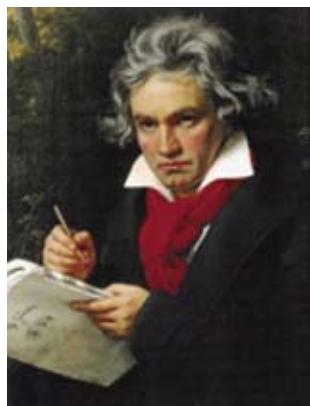
E você? Sabe diferenciar a clonagem natural da induzida?

Quando a natureza por si só faz cópias de si, a clonagem é dita natural, ocorre sem a interferência do homem, como acontece com os seres originados a partir de reprodução assexuada sem a participação de gametas, como nas bactérias, a maioria dos protozoários, algumas leveduras, alguns vegetais, estrela-do-mar, certos moluscos e crustáceos.

Os gêmeos univitelinos (idênticos) também são clones naturais. Você sabe a diferença entre gêmeos idênticos e não idênticos? Então, observe a FIGURA 1:



■ FIGURA 1 - Esquema do mecanismo de formação de gêmeos.



■ LUDWIG VAN BEETHOVEN (1770 - 1827) foi um compositor erudito alemão do período de transição entre o Classicismo e o período Romântico. É considerado o maior e mais influente compositor do século XIX. Suas 32 Sonatas para Piano são consideradas o Novo Testamento da Música, sendo o Cravo Bem-Temperado, de Johann Sebastian Bach, o Antigo Testamento. **Fonte:** JOSEPH KARL STIELER, Beethoven, 1820.

Um clone não terá a mesma personalidade e habilidade do indivíduo original. Um clone do Beethoven, por exemplo, poderia não saber compor música, isso significa que tudo aquilo que aprendemos, não pode ser repassado para o clone.

Apesar de alguns estudos recentes indicarem que as características dos seres vivos, inclusive as características psicológicas humanas possam ser influenciadas pelos genes, não dispomos ainda de dados sobre essa influência.

## Todo clone é igual?

Depende. Se não houver mutação, os indivíduos resultantes da clonagem terão o mesmo genótipo, mas, durante a reprodução assexuada pode ocorrer alguma alteração do material genético (genótipo), gerando um ser com patrimônio genético diferenciado.

A clonagem induzida artificialmente é uma técnica da engenharia genética utilizada em vegetais e animais, em laboratório, de forma artificial, baseada em um único patrimônio genético.

A partir de uma célula-mãe, ocorre a produção de uma ou mais células que são os clones. Os indivíduos resultantes desse processo terão as mesmas características genéticas do indivíduo “doador”, desde que não ocorra a mutação.

Quais vantagens você vê na clonagem? Você quer ser clonado?

Não adianta você ser clonado pensando em ficar numa boa, fazen-

do somente o que gosta e deixar as coisas ruins para o seu clone, porque quando o seu clone tiver a sua idade, você terá o dobro da idade dele.

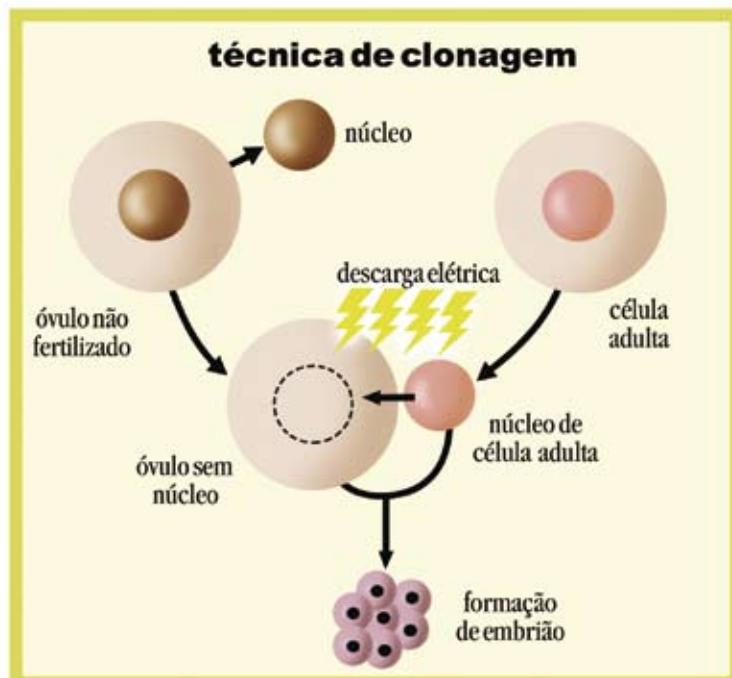
Pense: se você tem 16 anos, e produzir um clone hoje, somente daqui a 16 anos o seu clone terá a sua idade e poderá sofrer envelhecimento precoce pela utilização de células não embrionárias na clonagem.

Mesmo assim, você quer ser clonado? Para quê?

## ■ Como se produz um clone animal?

Nos animais, a clonagem é feita a partir das células germinativas ou reprodutivas, chamadas de gametas (óvulos e espermatozóides) e as somáticas, que são todas as outras.

Cada animal doa uma célula: um cede o núcleo (DNA) de uma célula somática que é inserido na célula germinativa do outro animal, que está sem o seu DNA. Na clonagem, o DNA precisa ser retirado de uma célula somática, que possui todas as informações genéticas do animal a ser clonado.

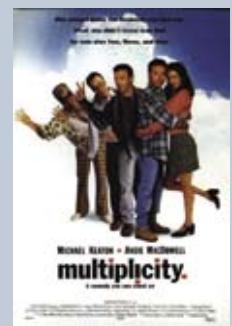


■ Esquema da técnica de clonagem.



### DEBATE

Após assistir ao filme, discuta com os seus colegas os assuntos abordados no mesmo, que tenham relação com o conteúdo desenvolvido neste Folhas.



Que tal assistir a um filme?  
Sugerimos: "Eu, minha mulher e minhas cópias", 1996, do diretor Harold Ramis.

## A ovelha Dolly foi o primeiro mamífero clonado



- Ovelha Dolly, ao lado de seu filhote Bonnie.
- Fonte:** divulgação Científica, Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo.

Em 1996 a clonagem foi desenvolvida pelos cientistas da equipe do Instituto Roslin, na Escócia, liderada por Ian Wilmut, e o anúncio oficial foi feito em 1997 com a apresentação da ovelha Dolly, o primeiro clone de um mamífero adulto do mundo.

Para a criação da Dolly, eles utilizaram as células da glândula mamária de um animal adulto de seis anos de idade, coletaram os ovócitos (células que dão origem ao óvulo) de uma ovelha adulta, retiraram seu núcleo e o substituíram pelo núcleo da célula mamária que possui toda a informação genética da ovelha original.

Utilizando impulsos elétricos, a célula foi reativada e começou a se dividir até formar um embrião, que foi implantado no útero de uma fêmea.

Aparentemente o processo de clonagem parece ser simples, mas foram realizadas várias tentativas e muitas deram errado.

### Olha o empenho...

Até chegar ao nascimento da Dolly, os cientistas fundiram 834 núcleos. Em todas as fases do processo houve perdas enormes. Das 156 células implantadas, apenas 21 se desenvolveram. Só oito ovelhas nasceram. Destas, apenas uma era resultado da célula adulta.

## ■ Quem você acha que são os pais biológicos de um clone?

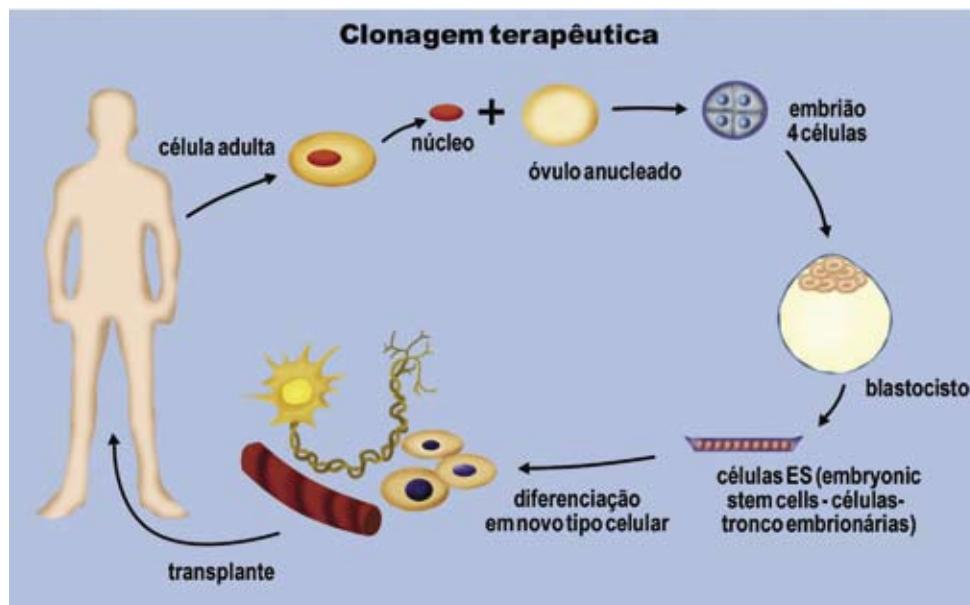
Os cientistas não divulgaram a clonagem de um mamífero que tenha tido sucesso total. Isso é bom ou é ruim?

"A ovelha Dolly foi sacrificada com seis anos de idade em, 14 de fevereiro de 2003, depois de uma vida marcada por envelhecimento precoce e várias doenças. Com cinco anos e meio, a ovelha começou a sofrer de artrite. Em seus últimos dias, Dolly estava com uma doença degenerativa incurável nos pulmões. Tanto a artrite quanto o problema pulmonar são característicos de ovelhas mais velhas, com aproximadamente 12 anos.

**Fonte:** [www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2003/fev/15/79.htm](http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2003/fev/15/79.htm)

## ■ Tipos de clonagem animal

- **Clonagem reprodutiva:** cria bebês que sejam cópias de uma determinada pessoa.
- **Clonagem terapêutica:** realiza a multiplicação de células de uma pessoa para usar no desenvolvimento de tecidos e órgãos. Tem fins terapêuticos e a esperança é acabar com as filas de transplantes.



- Representação do processo de clonagem terapêutica. A partir de uma célula somática do paciente, é gerado um embrião clonado que, dissociado, dará origem a CTs embrionárias geneticamente idênticas ao paciente. Essas CTs embrionárias podem ser diferenciadas em tecidos específicos de acordo com a doença do paciente.

## ■ A questão ética da clonagem

Falar de ética na Ciência é promover a busca de uma sociedade mais justa, em que a dignidade de todos e de cada um possa ser respeitada. As pesquisas com clonagem também devem ser realizadas no intuito de buscar essa dignidade humana.

“(...) O paleobiólogo Richard Lewontin faz uma reflexão sobre Ciência e a ética da clonagem, dizendo que o público em geral não conhece a falácia fundamental da doutrina de que os genes “fazem” o organismo e tende naturalmente a crer que os genes idênticos produzem pessoas idênticas. A maioria das pessoas confunde o estado genético de um organismo com a totalidade das características biológicas, psicológicas e culturais de um ser humano (...) os gêmeos idênticos são muito mais semelhantes entre si, do ponto de vista genético, do que um organismo clonado é semelhante ao doador de seus genes; e mesmo assim suas personalidades e histórias de vida são em geral bastante diferentes, apesar dos esforços de muitos pais para reforçar as semelhanças entre os gêmeos, vestindo-os com as mesmas roupas, dando-lhes a mesma educação, etc.” (CAPRA, 2002, p.190-191).

Isso significa que as pessoas não são idênticas só pelo fato de serem formadas de genes idênticos, de terem sido clonadas. Cada pessoa possui a sua história de vida.



## DEBATE

Analisem, em grupo, as seguintes questões:

Quais são os problemas éticos da clonagem?

Quais são as principais razões que estão por trás das pesquisas envolvendo a manipulação genética? Existem apenas interesses comerciais?

O uso de animais para esse tipo de pesquisa é ético? E com os seres humanos?

Quais seriam os embriões humanos que estariam prontos para serem sacrificados?

Você doaria um embrião originário de suas células para a realização de pesquisas genéticas?

No atual estágio dos nossos conhecimentos, qualquer tentativa de clonar um ser humano é uma questão polêmica. Com efeito, até mesmo no caso dos experimentos de clonagem com animais, a comunidade científica tem o dever de estabelecer diretrizes éticas rigorosas e de permitir que suas pesquisas sejam livremente conhecidas e julgadas pelo público.

Nesse sentido, a mídia traz com freqüência reportagens sensacionalistas como esta divulgada na Internet pelo Jornal Estado de São Paulo, no site [www.estadao.com.br](http://www.estadao.com.br).

SNUPPY é uma referência a Seoul National University e "puppy", que significa filhote de cachorro em inglês.

### Cientistas criam Snuppy, o primeiro cão clonado do mundo

Paris - Cientistas sul-coreanos anunciaram a clonagem bem-sucedida de um cachorro. Os pesquisadores utilizaram a mesma técnica que permitiu a clonagem da ovelha Dolly para criar um clone a partir de um galgo afe-gão de três anos. O clone, que nasceu no último dia 24 de abril, ganhou o nome de Snuppy da Universidade Nacional de Seul, informou a revista científica britânica Nature.

Snuppy, com pelo preto, castanho e branco, é geneticamente idêntico ao pai, de acordo com testes de DNA. Este cachorro entra agora no grupo dos animais clonados, formado por ovelhas, camundongos, vacas, gansos, porcos, coelhos, gatos, mulas, cavalos, ratos e um boi selvagem indiano.

Dolly, que nasceu na Escócia em julho de 1996, foi o primeiro mamífero a ser criado a partir de uma célula de animal adulto. A técnica, chamada de trans-

ferência somática do núcleo da célula, consiste em remover o núcleo de um óvulo e substituí-lo pelo núcleo da célula adulta do animal que será clonado.

O embrião assim produzido é introduzido num recipiente com um preparado químico, e recebe uma carga elétrica para estimular sua divisão. Ele continua a crescer num prato, embebido em nutrientes químicos, até se tornar um conjunto de células grande o suficiente para ser implantado no útero da mãe de aluguel.

Para os cientistas, os cachorros estão entre os animais mais difíceis de clonar, por causa da dificuldade de adquirir óvulos maduros. Ao contrário de outras espécies de mamíferos, os cachorros ovulam quando seus óvulos ainda são imaturos. Os óvulos imaturos entram num duto especial, onde amadurecem por dois ou três dias.

A taxa de sucesso da clonagem ainda é muito baixa. Um total de 1.095 embriões foram transferidos para 123 recipientes. Apenas três resultaram em gestações, e apenas duas das três gestações foram bem-sucedidas. O outro filhote - chamado de NT-2, um nome menos gracioso do que Snuppy - morreu de pneumonia depois de 22 dias.

**Fonte:** <http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2005/ago/03/131.htm>

Com base nessa reportagem, podemos ver como está sendo veiculado na mídia a questão da clonagem.

Até que ponto essas informações da mídia contribuem para o entendimento da população sobre o assunto ou simplesmente gera uma polêmica e certo receio sobre a clonagem.

É interessante também, analisarmos o uso da Ciência como um meio de manipular não somente os genes humanos, mas também a utilização das idéias evolucionistas dos séculos XVIII e XIX que legitimaram práticas preconceituosas contra povos considerados diferentes e inferiores quando comparados à visão do povo europeu.

Vamos entender melhor esse tipo de preconceito.



■ Olhar e selecionar...

**Fonte:** [www.diadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diadiaeducacao.pr.gov.br)



## DEBATE

Se você tivesse o poder de decisão sobre o uso da clonagem humana, qual grupo étnico escolheria?

Será que a sociedade atual tem condições, pelo grau de informações que recebe, de decidir sobre esta questão?

Vejamos então o que dizem os cientistas:

**Drª. Mayana Zatz**, geneticista do Centro de Estudos do Genoma Humano da USP, afirma que a morte precoce do primeiro mamífero clonado do mundo mostra que a clonagem reprodutiva é perigosa. “Esse é o maior risco da Dolly”; explica que a taxa de sucesso durante o processo de clonagem é de apenas 1%. Além disso, “todos os clones produzidos apresentam algum problema”. Dolly foi feita com material genético (cromossomos) de um animal adulto com seis anos, injetado num óvulo do qual se retirou o núcleo. Esses cromossomos já foram marcados pelo animal original e podem deixar de funcionar, o que faz surgirem malformações imprevisíveis. Apesar dos problemas ela considera a experiência um sucesso que mostrou que é possível se produzir tecidos a partir de células-tronco.

**Fonte:** FOLHA ONLINE, [www.folha.com.br](http://www.folha.com.br)

**Drª. Lygia da Veiga Pereira**, bióloga e professora do Instituto de Biociências da USP, defende apenas a clonagem terapêutica, que é a aplicação do conhecimento da técnica para curar e tratar doenças sem gerar um bebê. Ela acredita que todas as células do nosso corpo têm informações para fazer um ser vivo.

**Fonte:** ESCOLA VESPER, [www.escolavesper.com.br/clonagem.htm](http://www.escolavesper.com.br/clonagem.htm)



## DEBATE

Após a leitura das opiniões dos cientistas, dê a sua opinião: em quais pontos você concorda ou discorda? Por quê?



## ATIVIDADE

Tente descobrir o por quê ...

Caso um bebê clonado sobreviva, ele terá a marca da maioria dos animais clonados: um “umbigão” resultante de um cordão umbilical maior que o normal que, inexplicavelmente, se desenvolve na gestação dos clones.

Por que será?



## PESQUISA

Pesquise sobre a linha da evolução histórica da clonagem, em livros, textos, revistas ou sites indicados pelo professor.



## DEBATE

E então, o que você acha, a clonagem é uma receita pronta para planejar novas gerações ou para produzir seres inimagináveis?

E no Brasil, será que a população terá acesso a esse avanço tecnológico?

Você já ouviu falar no médico italiano Severino Antinori que disse ter clonado uma pessoa? Você acredita que ele terá sucesso em sua tentativa de clonar um ser humano? Os cientistas têm condições de começar já esse tipo de pesquisa?

Você sabia que em 1993, foram clonados embriões humanos, mas que foram destruídos por apresentarem defeitos genéticos?

### Sugestão de Outro Filme:



Que tal assistir ao filme “A Ilha” (The Island), dirigido por Michael Bay. Sinopse: Lincoln Six-Echo (EWAN MCGREGOR) é um morador de um mundo utópico, em meados do século 21. Assim como todos os habitantes deste ambiente cuidadosamente controlado, Lincoln sonha em ser escolhido para ir para “A Ilha” – dita o único lugar descontaminado no planeta.

Mas Lincoln logo descobre que tudo sobre sua existência é uma mentira. Ele e todos os outros habitantes do complexo são na verdade clones cujo único propósito é fornecer “partes sobressalentes” para seus humanos originais. Percebendo que é uma questão de tempo antes que seja “usado”, Lincoln faz uma fuga ousada com uma linda colega chamada Jordan Two-Delta (Scarlett Johansson). Perseguidos sem trégua pelas forças da sinistra instituição que uma vez os abrigou, Lincoln e Jordan entram em uma corrida por suas vidas e para literalmente conhecer seus criadores.

**Fonte:** [www.2001video.com.br](http://www.2001video.com.br)

## ■ Referências Bibliográficas

CAPRA, F. **As conexões ocultas:** ciência para uma vida sustentável. São Paulo: Cultrix, 2002.

## ■ Obras Consultadas

GARCIA, S. M. L. et al. **Embriologia.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.  
PEREIRA, L. da V. **Clonagem, fatos e mitos.** São Paulo: Modema, 2002.  
SANCHES, M. A. **Bioética:** ciência e transcendência. São Paulo: Loyola, 2004.

## ■ Documentos Consultados *ONLINE*

A ILHA (The island). Direção de Michael Bay. Informações gerais. Disponível em: <[www.2001video.com.br](http://www.2001video.com.br)> Acesso em: 20 set. 2005.

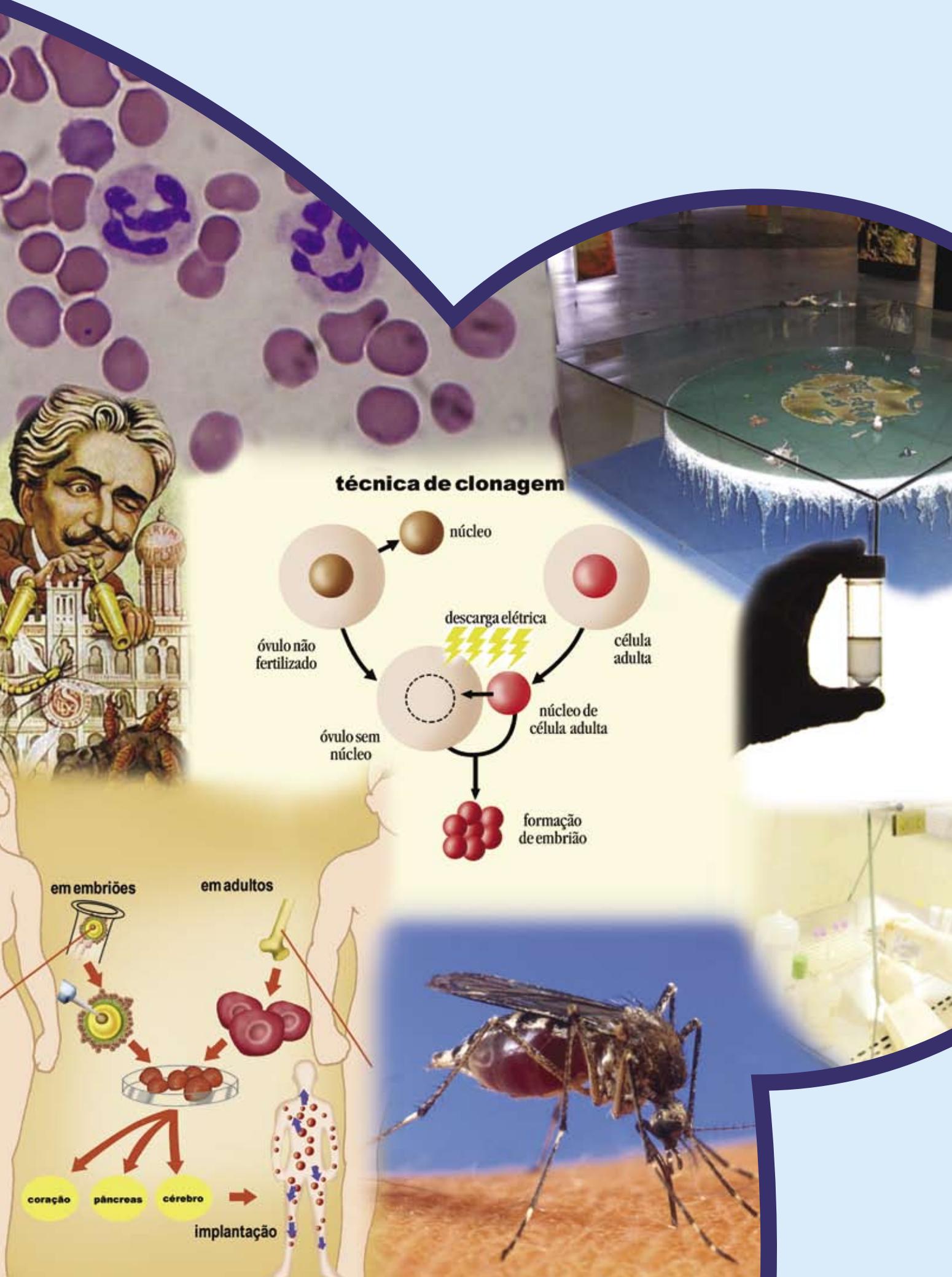
JORNAL ESTADO DE SÃO PAULO. Cientistas criam Snuppy, o primeiro cão clonado do mundo. Disponível em: <[www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2005/ago/03/131.htm](http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2005/ago/03/131.htm)> Acesso em: 19 set. 2005.

REVISTA BIOTECNOLOGIA, CIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO. Disponível em: <[www.biotecnologia.com.br](http://www.biotecnologia.com.br)> Acesso em: 20 ago. 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Núcleo Interdisciplinar de Bioética. Disponível em: <[www.bioetica.ufrgs.br](http://www.bioetica.ufrgs.br)> Acesso em: 20 ago. 2005.



# **ANOTAÇÕES**



# VACINAS: COMO ESTARIA A HUMANIDADE SEM ESSE AUXÍLIO PARA A DEFESA DE NOSSO ORGANISMO?

■ Marilene Mieko Yamamoto Pires<sup>1</sup>

**A**população mundial era de 1,65 bilhões de habitantes em 1900, hoje somos mais de 6 bilhões, esse aumento populacional e a vida moderna estão influenciando a propagação das doenças e contribuindo também para o desequilíbrio ecológico do nosso planeta.

O desmatamento, a invasão das florestas, o aquecimento global e a poluição, são alguns dos fatores que propiciam o aparecimento de doenças, uma vez que o agente patogênico perde o seu habitat natural e começa a invadir outros ambientes e chega até o homem, acabando com a sua saúde.

Quando o homem destrói uma floresta natural, os animais silvestres como o tatu, gambá, capivara e outros, perdem a sua moradia e não tendo onde morar invadem as regiões cada vez mais próximas do homem.

Esses animais, normalmente, são hospedeiros naturais de muitos microrganismos e são imunes a eles. Quando esses animais entram em contato com o homem acabam transmitindo esses microorganismos causadores de doenças até então desconhecidas.

Daí a importância de se preservar o meio ambiente para preservar a nossa saúde.

<sup>1</sup>Colégio Estadual Silvio Vidal - Paranavaí - PR



■ Bandeira da Organização Mundial da Saúde. A Organização Mundial da Saúde (OMS) é uma agência especializada em saúde, fundada em 7 de abril de 1948 e subordinada à Organização das Nações Unidas. Sua sede é em Genebra, na Suíça. A OMS tem suas origens nas guerras do fim do século XIX (México, Criméia). Após a Primeira Guerra Mundial, a SDN (Sociedade das Nações) criou seu comitê de higiene, que foi o embrião da OMS. **Fonte:** GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Mas o que é ter saúde?

A definição de saúde proposta pela OMS (Organização Mundial de Saúde) há mais de 50 anos: “(...) saúde é não só a ausência de doença, mas um estado de completo bem-estar físico, mental e social.” – com o acréscimo, em 1987, de uma quarta dimensão, o bem-estar espiritual.

Bem-estar físico é estar com todos os órgãos do corpo em perfeito funcionamento. Bem-estar mental e espiritual é estar com a mente e o espírito sãos e sem nenhuma perturbação psicológica. Bem-estar social é estar em harmonia com a sociedade.

Portanto, não é tão fácil ser considerada uma pessoa saudável. Porque não adianta você estar sem dor, sem coceira, todo corado, com dinheiro no bolso, se você não está satisfeito com a vida que leva...



## DEBATE

Discuta com os seus colegas e verifique se o status econômico, o sexo e a etnia influenciam a saúde das pessoas.

Analizando a definição de saúde proposta pela OMS e a sua condição de vida, você tem saúde?



## ATIVIDADE

Faça uma lista de 10 atitudes básicas que você precisa adotar para ter saúde.

Para ser saudável fisicamente, precisamos ter um sistema imunológico em perfeito funcionamento.

Você sabe o que é sistema imunológico?

O sistema imunológico tem como função destruir os agentes patogênicos via ação dos anticorpos.

Os anticorpos são moléculas protéicas responsáveis pela eliminação das substâncias estranhas ao organismo (antígenos). Os anticorpos estão presentes em todos os vertebrados na porção do sangue chamada plasma.

A produção dos anticorpos inicia-se após o nascimento e mantém-se ao longo da vida, toda vez que uma substância estranha penetra em nosso organismo.

Os anticorpos se unem à superfície desses corpos estranhos (bactérias, vírus ou toxinas), eliminando-os por inativação direta, permitindo que outras células sanguíneas os englobem e os destruam (fagocitose).

Você sabia que a alergia é uma doença em que ocorre uma hiper-sensibilidade à determinadas substâncias inócuas para a maioria dos indivíduos. Os alérgicos reagem exacerbadamente a determinadas substâncias potencialmente alérgicas e geram anticorpos contra uma ou várias substâncias inofensivas, desencadeando uma reação alérgica.

E as doenças? Como podem ser prevenidas?

Existem várias maneiras de cuidar da nossa saúde, uma delas é a vacina.

As vacinas (do latim *vaccinia* = vaca) são substâncias que, ao serem introduzidas no organismo de um animal, dão origem a uma

reação do sistema imunológico semelhante à que ocorreria no caso de uma infecção por um determinado agente patogênico, tornando o organismo imune a esse agente (e à doença por ele provocada).

As vacinas são obtidas a partir de agentes infecciosos das próprias doenças que se deseja evitar. São, geralmente, produzidas a partir de agentes patogênicos (vírus ou bactérias) enfraquecidos, que não possuem a agressividade natural e, portanto, são incapazes de produzir a doença.



■ Vacina oral anti-poliomielite (Vacina Sabin) administrada em criança, em Bangladesh. Ásia.  
Fonte: United States Agency for International, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Ao penetrarem no organismo, as vacinas vão estimular o sistema de defesa (sistema imunológico) a produzir os anticorpos. Quando o agente infeccioso entrar em contato com um indivíduo vacinado, as células de defesa se reproduzem mais rapidamente, evitando assim, que o agente patogênico desenvolva a doença.

**Você sabia?** Edward Jenner (1749 - 1823), criador da primeira vacina contra a varíola, em 1796, ficou com a fama mundial como o inventor da vacina, mas há evidências de que muito antes disto, os chineses já teriam criado um método de imunização. Eles trituravam cascas de feridas produzidas pela varíola, onde o vírus estava presente, porém morto, e sopravam o pó por meio de um cano de bambu nas narinas das crianças. O sistema imunológico delas produzia uma reação para o vírus morto e, quando expostas ao vírus vivo, o organismo já sabia como reagir, livrando-os da doença.



■ Neutrófilos rodeados de hemácias. Os neutrófilos, juntamente com os macrófagos, são células fagocitárias que têm a capacidade de estender porções celulares (pseudópodes) de forma direcionada, englobando uma partícula ou microrganismo estranho. Este microrganismo é contido num vacúolo, o fagossoma, que depois é fundido com lisossomas, vacúolos ricos em enzimas e ácidos, que digerem a partícula ou organismo. Neutrófilo é o mais abundante dos fagócitos e é sempre o primeiro a chegar ao local da invasão. Ele fagocita e mata as bactérias.  
Fonte: GNU Free Doc. License, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



■ Edward Jenner. Fonte: Image courtesy of Rare Books and Special Collections, Thomas Cooper Library, University of South Carolina, USA - enviada por Jeffrey Makala, Assistant Librarian.

Jenner observou que as vacas tinham, nas tetas, feridas iguais às provocadas pela varíola humana, porém mais leves, e as mulheres que ordenhavam essas vacas infectadas, quando eram expostas ao vírus humano, adoeciam de maneira mais branda.

Ele recolheu o líquido que saía das feridas das vacas e passou em cima de arranhões no braço de um garoto. O menino teve um pouco de febre, algumas lesões leves e teve uma recuperação rápida.

A partir daí, o cientista pegou o líquido da ferida de outro paciente com varíola e novamente expôs o garoto ao material. Semanas depois, ao entrar em contato com o vírus da varíola, o garoto não adoeceu. Estava descoberta assim a propriedade de imunização.

Juntamente com os antibióticos, a vacina foi a conquista médica que mais salvou vidas e que aumentou a longevidade média humana em algumas décadas, ao prevenir que as pessoas fossem afetadas por doenças que devastaram a humanidade, como a varíola (a primeira doença natural extinta pela mão do homem), a febre amarela, a febre tifóide, a poliomielite, o tétano, a raiva, e muitas outras.

## ■ Como foi o início da prevenção das doenças através das vacinas no Brasil?

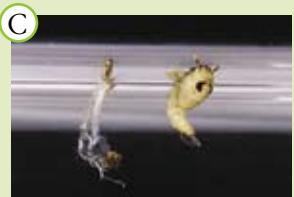
No Brasil do século XIX, duas doenças tiravam o sono das autoridades e a vida da população: a febre amarela e a varíola.

### **Endêmico**

São doenças que ocorrem numa determinada população, em determinada região, atingindo um número relativamente baixo e constante de indivíduos.

### **Epidêmico**

São doenças cujo aumento do número de casos numa determinada população, ocorre de forma súbita.



■ FIGURAS A e B - Fêmea adulta do *Aedes aegypti*. As características incluem um corpo esguio e pernas longas. As fêmeas alimentam-se de sangue antes de pôr os ovos. O tamanho varia, mas é raramente maior que 15 mm. O peso dos mosquitos é apenas de 2 a 2.5 miligramas. Eles conseguem voar de 1.5 a 2.5 km/h.

■ FIGURA C - Estágio de larva (esq.) e pupa (dir.) do mosquito *Aedes aegypti*.

Esta espécie de mosquito é transmissora da Febre Amarela e da Dengue.

Fonte: United States Agency for International, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

A febre amarela, transmitida pela picada do mosquito *Aedes aegypti*, chegou ao Brasil no século XVII em navios que vinham da África. Os primeiros casos datam de 1685, no Recife, Pernambuco, e de 1692, na cidade de Salvador, Bahia.

Em 1849 e 1850, um surto epidêmico obrigou o Império a tomar providências. Por meio de um decreto, tentou-se limpar as cidades purificando o ar. Mas, mesmo assim, a febre amarela continuou a atacar. Não se imaginava que a causa da doença era um mosquito. Depois de 1850, ela tornou-se endêmica no Rio de Janeiro.



## PESQUISA

Procure a Secretaria de Saúde da sua cidade e faça uma pesquisa sobre as principais doenças endêmicas e epidêmicas da sua região.

A solução para a febre amarela surgiu apenas no final do século XIX. Acreditava-se que o clima, o solo e os ares poderiam ser propícios ao seu surgimento, por isso as autoridades sanitárias tentavam limpar o ar.

Em 1881 o cubano Carlos Juan Finlay elucidou os mecanismos de transmissão da Febre Amarela ao propor que era feita por meio da picada do mosquito *Aedes aegypti*.

Quando Oswaldo Cruz iniciou sua luta para acabar com a febre amarela, na cidade do Rio de Janeiro, recebeu amplo apoio do presidente Rodrigues Alves, que havia perdido um dos filhos por causa dessa doença.

Para combater a doença e o mosquito, Oswaldo Cruz dividiu a cidade em distritos e organizou as chamadas “brigadas mata-mosquitos”. A imposição de normas de higiene e a vigilância sobre a cidade e os hábitos da população foram a marca de sua campanha. Na solução do problema da febre amarela, Oswaldo Cruz teve sucesso.

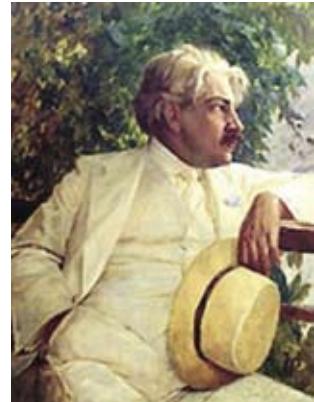


■ Campanha contra a febre amarela. Uma das primeiras tarefas de Oswaldo Cruz como Diretor-Geral de Saúde Pública, cargo equivalente a Ministro da Saúde. A febre amarela angariara para o Rio a reputação de túmulo dos estrangeiros e que matou de 1897 a 1906, quatro mil imigrantes. Foto mostrando os APARELHOS CLAYTON, utilizados na profilaxia da febre amarela, (1905?). **Fonte:** Museu (Virtual) da Vida, Exposição da Dengue, da Casa de Oswaldo Cruz, Fiocruz.

Depois, precisou enfrentar a varíola, uma das doenças mais antigas de que se tem notícia. Causada por um vírus, o *Orthopoxvirus variolae*, que tirou muitas vidas ao longo da história.

Os principais sintomas da varíola são a presença de pústulas, manchas e cicatrizes. Se a pessoa não morrer em virtude das altas febres, dores e fadiga, pode ficar cega e com profundas cicatrizes pelo corpo, especialmente no rosto.

Comum na Europa, a varíola chegou ao Brasil junto com os colonizadores e os navios que vinham da África. As primeiras referências da doença datam de 1563, por ocasião de uma epidemia que ocorreu na cidade de Salvador e seus arredores.



■ Oswaldo Cruz (São Luís do Paratinga, 5 de agosto de 1872 — Petrópolis, 11 de fevereiro de 1917) foi um cientista, médico, bacteriologista, epidemiologista e sanitário brasileiro. Foi o fundador do Instituto Oswaldo Cruz. **Fonte:** BATISTA DA COSTA, óleo sobre tela, [www.projetomemoria.art.br](http://www.projetomemoria.art.br)



■ Charge representa Oswaldo Cruz atrás do Castelo de Manguinhos, combatendo a febre amarela e a peste bubônica. **Fonte:** Projeto Memória, [www.projetomemoria.art.br](http://www.projetomemoria.art.br)



■ Caricatura de Jorge Amado, feita por André Koehne. Jorge Amado (10 de agosto de 1912 - 6 de agosto de 2001) é um dos mais famosos e traduzidos escritores brasileiros, sendo atualmente superado em número de vendas apenas por Paulo Coelho. Em 1994, viu sua obra ser reconhecida com o *Prémio Camões*, o nobel da língua portuguesa. **Fonte:** GNU Free Doc. License, www.wikipedia.org



■ João Guimarães Rosa (Cordisburgo, MG, 27 de junho de 1908 - Rio de Janeiro, RJ, 19 de novembro de 1967), médico, escritor modernista e diplomata brasileiro. Autor de contos e livros marcados pela presença do sertão como palco das ações. Sua obra ficou marcada pela linguagem inovadora, utilizando elementos de linguagem popular e regional, com fortes traços de narrativa falada. Tudo isso, unindo à sua erudição, permitiu a criação de inúmeros vocábulos a partir de arcaísmos e palavras populares, invenções semânticas e sintáticas. **Fonte:** Fundação Padre Anchieta, TV Cultura.

Jorge Amado, no romance: “Capitães da Areia”, relata sobre a vida dos meninos abandonados nas ruas de Salvador:

“(...) Omolu espalhara a bexiga na cidade. Era uma vingança contra a cidade dos ricos. Mas os ricos tinham a vacina, que sabia Omolu de vacinas? Era uma pobre deusa das florestas da África. Uma deusa dos negros pobres. Que podia saber de vacinas? Então a bexiga desceu e assolou o povo de Omolu. Tudo que Omolu pôde fazer foi transformar a bexiga de negra em alastrim, bexiga branca e tola. Assim mesmo morrera pobre. Mas Omolu dizia que não fora o alastrim que matara. Fora o lazareto. Omolu só queria com o alastrim marcar seus filhinhos negros. O lazareto é que os matava. Mas as macumbas pediam que ela levasse a bexiga da cidade, levasse para os ricos latifundiários do sertão. Eles tinham dinheiro, léguas e léguas de terra, mas não sabiam tampouco da vacina. O Omolu diz que vai pro sertão (...)” (AMADO, 2002).

Que tal ler em Sagarana, uma coletânea de contos de João Guimarães Rosa, a estória de “Sarapalha” onde o autor mostra um mundo em ruínas causadas pela maleita?

“(...) Ela veio de longe (...) matando muita gente (...) os primeiros para o cemitério, os outros por aí afora, por este mundão de Deus(...)” (ROSA, 2001).

“Vivo no infinito; o momento não conta. Vou lhe revelar um segredo: creio já ter vivido uma vez. Nesta vida também fui brasileiro e me chamava João Guimarães Rosa.”

*João Guimarães Rosa  
Rio, janeiro de 1964*



## ATIVIDADE

Após a leitura desses trechos literários, responda:

- Levando-se em consideração o contexto da época, qual a relação entre o texto desses autores com vacinas?
- Qual a diferença entre o texto da biologia e os textos de Jorge Amado e Guimarães Rosa?
- Os dois autores dos textos literários acima citados enfocam o mesmo assunto, isto é, falam sobre doenças. Com qual intenção esses autores relatam esses trechos?

**Sugestões de leitura:** leia também “Gabriela Cravo e Canela” e “Terra do Sem Fim”, de Jorge Amado. Acesse o site [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br) e verifique outras obras disponíveis na Biblioteca do Ensino Médio.



## DEBATE

Agora vamos cantar e analisar a música  
"O Pulso", dos Titãs?

O pulso ainda pulsa  
O pulso ainda pulsa  
Peste bubônica, câncer, pneumonia  
Raiva, rubéola, tuberculose, anemia  
Rancor, cisticirrose, caxumba, difteria  
Encefalite, faringite, gripe, leucemia  
O pulso ainda pulsa (pulsa)  
O pulso ainda pulsa (pulsa)  
Hepatite, escarlatina, estupidez, paralisia  
Toxoplasmose, sarampo, esquizofrenia  
Úlcera, trombose, coqueluche, hipochondria  
Sífilis, ciúmes, asma, cleptomania  
E o corpo ainda é pouco  
E o corpo ainda é pouco  
Reumatismo, raquitismo, cistite, disritmia  
Hérnia, pediculose, tétano, hipocrisia  
Brucelose, febre tifóide, arteriosclerose, miopia  
Catapora, culpa, cárie, câimba, lepra, afasia  
O pulso ainda pulsa  
O corpo ainda é pouco  
Ainda pulsa



■ CD Acústico, 1997.  
[www.titas.net](http://www.titas.net)



■ Grupo Titãs é uma banda rock brasileira formada em São Paulo na década de 1980, e foi uma das mais influentes no Brasil, ao lado de Legião Urbana, Os Paralamas do Sucesso e Barão Vermelho. Entre suas músicas mais famosas estão: Sonífera Ilha, Flores e Co-mida. **Fonte:** [www.titas.net](http://www.titas.net)

Em grupo, vamos discutir sobre a letra dessa música. Relacione as doenças transmissíveis citadas. Dessa relação, quais são as que já possuem vacinas?

## A varíola no Brasil

Assim como na Europa, a varíola fez muitas vítimas no Brasil. Durante o Período Colonial, a doença atacava vilas e alastrava-se pelas fazendas. Contando apenas com curandeiros e pouquíssimos cirurgiões-barbeiros, o que restava à população era rezar e isolar os doentes.

■ FIGURA 11 - Campanha de Erradicação da Váriola, 1968. Campanha de vacinação, Dr. Walter Leser (1909-2004). O Dr. Walter Leser, nos últimos anos, atuou como Professor Titular de Medicina Preventiva da Escola Paulista de Medicina, (aposentado), São Paulo. A erradicação da varíola no Brasil tem sido objeto de inúmeros trabalhos nas áreas da saúde e da história, referentes às campanhas de Oswaldo Cruz no início do século. No entanto, são muito poucos os trabalhos que abordam o processo de erradicação desta doença na década de 60 quando, como parte de uma Campanha de nível mundial, a varíola foi finalmente erradicada. A organização dessa atividade gerou todo um Sistema de Vigilância Epidemiológica e se tornou um modelo para futuras campanhas de controle e erradicação de outras doenças infecciosas. **Fonte:** Museu Iconográfico de Saúde Pública de São Paulo, [www.misp.pucsp.br](http://www.misp.pucsp.br)



As epidemias eram muito comuns no Rio de Janeiro do final do século XIX e início do século XX.

"As péssimas condições de vida dos trabalhadores urbanos, em fins do século XIX e início do século XX, refletiam diretamente suas condições de trabalho. Mal remunerados e sem garantias legais contra a excessiva exploração praticada pelos patrões, os trabalhadores ficavam à mercê da repressão policial todas as vezes que buscavam contestar esta situação.

Sob uma orientação ideológica socialista e se contrapondo, segundo eles, ao "despotismo da jovem República brasileira", os trabalhadores se reuniram em congressos, em 1892, no Rio de Janeiro, e em São Paulo, em 1894. A realização desses congressos se deu em plena vigência do Código Penal de 1890, que "(...) dedicava dois de seus artigos ao caso dos trabalhadores que, de qualquer forma aliciassem greves ou reivindicações salariais; ambos eram taxativos e o segundo prescrevia prisão celular, visando aqueles que causassem ou provocassem "cessão ou suspensão de serviço ou salário" (AQUINO; [et alii], 1984).

Para solucionar o problema, o governo impôs inúmeras regras autoritárias como a obrigatoriedade da vacinação contra a varíola, dando início à revolta da vacina no dia 14 de novembro de 1904 onde lojas foram saqueadas e quebradas durante duas semanas. Numa verdadeira guerra civil, todos lutavam contra um inimigo chamado vacinação contra a varíola.

#### A notícia a seguir reproduzida foi publicada no *Jornal do Commercio* de 15/11/1904:



"Cheio de apreensões e receios despontou o dia de ontem. (...) As arandelas do gás, tombadas, atravessavam-se nas ruas; os combustores da iluminação, partidos, com os postes vergados, estavam imprestáveis; os vidros fragmentados brilhavam na calçada; paralelepípedos revolvidos, que serviam de projéteis para essas depredações, coalhavam a via pública.. em todos os pontos, destroços de bondes quebrados e incendiados, portas arrancadas, colchões, latas, montes de pedras, mostravam os vestígios das barricadas feitas pela multidão agitada. (...) Muito cedo tiveram início os tumultos e as depredações (...)"

"Começaram como na véspera: apedrejamentos aos combustores restantes da iluminação pública, hostilização a qualquer facção da força policial e ataques aos bondes, que eram virados, quebrados e incendiados. (...) Pela rua Senhor dos Passos, às 7 horas, numeroso grupo de mais de quinhentas pessoas desceu em direção à praça da República, prorrompendo em gritos hostis à polícia e à vacina obrigatória e assaltando os bondes que, nessa ocasião, ainda chegavam àquele ponto. Os veículos de nºs 113, 27, 55, 105, 87, 104, 38, 41, 85, 56, 31, 13, 129, 101, 130, 95 e 140 foram virados, sendo alguns incendiados. (...) Foi grande o tiroteio que se travou, caindo logo ao chão, feridas e ensanguentadas, diversas pessoas. (...)"

"Estavam formadas em toda a rua do Regente, estreita e cheia de casas velhas, grandes e fortes barricadas feitas de montões de pedras, sacos de areia, tábuas de portas arrancadas, colchões, bondes virados, latas, fios de arame, postes e pedaços de madeira arrancados às casas e às obras da Avenida Passos, ali perto. (...) Um robusto homem de cor, que vestia calça e camisa pretas, achava-se no alto, numa pequena janela, atirando. Ali o alcançou uma bala de carabina que lhe varou o crânio, prostrando-o instantaneamente morto. (...)"

"Duas outras vítimas tombaram mortas nesse embate: um infeliz menino de 12 anos de idade, de nome Eustachio Maria, que era aprendiz da colchoaria da rua Senhor dos Passos, nº 262, chegou à janela na ocasião do conflito e logo foi morto por um tiro que lhe varou a carótida. (...) Outro morto, um homem de cor branca, de bigodes curtos, que vestia camisa de lã, calça de algodão azul e paletó preto, é (...) desconhecido. A bala que o matou penetrou-lhe no meio da testa. (...) À noitinha, vários ataques à propriedade particular foram levados a efeito. Às 6 e meia, numeroso grupo atacou a fábrica de velas da Companhia Luz Stearica, em S. Cristóvão, destruindo vidraças, e praticando graves depredações. (...) Também atacaram o Moinho Inglez, na Gamboa, quebrando vidros (...) e praticando enormes danos".

**Fonte:** [www.novomilenio.inf.br/santos/bondeg.htm](http://www.novomilenio.inf.br/santos/bondeg.htm)

Essa revolta demonstrou que não deve apenas haver imposição de leis, mas, sim, uma sensibilização sobre a importância da prevenção e dos cuidados com a saúde.

O Brasil, hoje, mostra que está no caminho certo com propagandas, debates e campanhas explicativas. Um exemplo disso é a campanha de vacinação contra a poliomielite.



## ATIVIDADE

Agora, com a ajuda de seu professor de biologia que tal assistir ao filme: "Sonhos Tropicais" (Brasil, 2002, Pandora Filmes – direção de André Sturm). O filme relata a vida de Oswaldo Cruz onde ele pesquisa a cura de doenças como a peste bubônica e a febre amarela.. Com o país em colapso financeiro, o Presidente Rodrigues Alves decide implantar um programa de saneamento e urbanização no Rio de Janeiro. Temerosos com a vacina, a população se revolta contra tal medida desencadeando a Revolta da Vacina.

Após a projeção do filme responda:

- 1º) Quais foram os motivos que levaram o Presidente Rodrigues Alves, em 1903, implantar um programa de saneamento e urbanização no Rio de Janeiro, capital do país na época?
- 2º) O filme relata a decadência financeira do Rio de Janeiro que foi motivada pela diminuição da exportação. Por que os países importadores se recusavam a aceitar os produtos brasileiros?
- 3º) Quais foram os episódios mais marcantes da "Revolta da Vacina"?

**Você sabia?** A Companhia Britânica Xenova está desenvolvendo uma vacina que deixa o organismo pronto para criar anticorpos que isolam a nicotina ou a cocaína no sangue do usuário, impedindo a substância de viajar até o cérebro. Em tese, também poderia ser dado a crianças para prevenir-las contra o uso dessas drogas no futuro.



■ Boneco símbolo da campanha de vacinação contra a poliomielite. O Paraná está completando 16 anos sem registro de qualquer caso de poliomielite (paralisia infantil). A última manifestação da doença ocorreu no dia 22 de agosto de 1986, em Campo Largo, Região Metropolitana de Curitiba.

**Fonte:** [www.saude.pr.gov.br](http://www.saude.pr.gov.br)

## CURIOSIDADES

A varíola foi a primeira doença contagiosa a ser erradicada por meio da vacinação.

O presidente Rodrigues Alves, que lutou contra as epidemias, foi vítima da gripe espanhola.

Como a aplicação da vacina era feita nos braços ou nas coxas, a maioria das pessoas era contra a vacina por acreditarem que ela era imoral.

## Muitas doenças poderão ser dizimadas com o uso de vacina



■ **Fonte:** Figura cedida por Drogaria Catarinense, [www.drogariascatarinense.com.br](http://www.drogariascatarinense.com.br)

(...) A vacina gênica ou vacina de DNA, ainda em fase de experimento e padronização, pode se tornar a maior promessa de combate a doenças infecciosas para as quais até hoje não existe prevenção segura, como herpes, AIDS, malária, tuberculose, hepatite, esquistossomose, dengue, entre outras. Para a produção da vacina gênica, os cientistas retiram do agente causador da doença, que pode ser um vírus, bactéria, fungo ou parasita, um pedaço da molécula de DNA, onde fica seu código genético.

Quando inoculado nos animais ou em humanos, esse pedaço de DNA que codifica uma proteína imunogênica, ou um fator de virulência, tem a potencialidade de induzir o sistema imunológico a produzir anticorpos ou estimular a imunidade mediada por células, principalmente linfócitos T auxiliares ou citotóxicos (uma das principais células de defesa de nosso organismo), protegendo contra a infecção causada pelo agente patogênico de onde se originou o DNA.

O método é considerado mais eficaz e seguro do que o de determinadas vacinas convencionais, que inoculam vírus ou bactérias vivas e atenuadas na pessoa para obrigar o sistema imunológico a produzir anticorpos ou imunidade celular.

Essas vacinas de organismos vivos e atenuados, embora funcionem muito bem, oferecem uma certa margem de risco de que a pessoa acabe contaminada pela doença que se pretende prevenir. Com a vacina de DNA isso não acontece.

Atualmente, o isolamento de genes ou DNAs é uma técnica dominada pela ciência devido ao grande desenvolvimento da biologia molecular nos últimos anos. Os genes, freqüentemente relacionados com a virulência ou patogenia dos agentes infecciosos, são ligados a outros fragmentos de DNA, denominados plasmídeos, por técnicas de engenharia genética. Esse plasmídeo recombinante carrega a mensagem da vacina como se fosse um CD contendo um arquivo de computador: quando aplicadas em animais, as células do sistema imunológico conseguem reconhecer aquela mensagem transmitida pelo plasmídeo como se fosse um computador lendo o CD, desencadeando a ativação da resposta imunitária.

As vacinas de DNA, além da imunidade humoral e celular específica, oferecem vantagens adicionais em relação às vacinas clássicas: "A vacinação, enquanto medida de saúde pública, requer a indução de imunidade duradoura. A maioria das vacinas usadas em programas de vacinação infantil requer a administração de sucessivas doses de reforço com revacinações periódicas. Com a vacina gênica esse problema seria resolvido uma

vez que a imunidade adquirida persiste por longo período de tempo devido à constante produção do antígeno dentro da célula hospedeira e à capacidade destas de estimularem linfócitos de memória imunológica".

Em termos econômicos, técnicos e logísticos, as vacinas de DNA oferecem uma série de vantagens quando comparadas com as vacinas clássicas, especialmente se considerarmos a sua utilização nas condições oferecidas pelos países em desenvolvimento.

O custo de produção das vacinas gênicas em larga escala é significativamente menor do que o custo de produção das vacinas recombinantes, peptídeos sintéticos e outras. O controle de qualidade é mais fácil, e a comercialização não necessita de uma rede de refrigeração, pois estas vacinas são estáveis à temperatura ambiente.

Estes fatores facilitam o transporte, a distribuição e o estabelecimento de amplos programas de imunizações em regiões de difícil acesso. As técnicas de biologia molecular permitem que se façam modificações na seqüências gênicas ou de DNA no sentido de melhorar a resposta imunológica.

Estas manipulações genéticas podem dar subsídios para um melhor entendimento das relações entre estrutura e função dos抗ígenos frente à resposta imune desenvolvida.

A vacina de DNA (ou vacina gênica) pode ser aplicada por via intramuscular e a imunidade que confere persiste por longo período de tempo, graças à constante produção do antígeno dentro das células dos indivíduos vacinados. Esse fato dispensa revacinações(...).

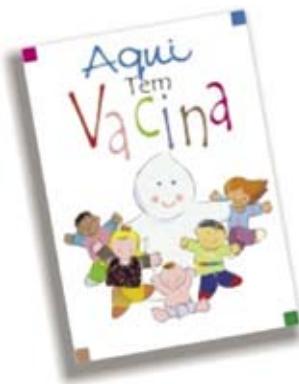
**Fonte:** SILVA (1997, p. 32-34).

Muitas outras instituições também vêm pesquisando novas vacinas, como a Rede Genoma de Minas Gerais, da qual participam sete instituições mineiras de pesquisa. Esta Rede fez o seqüenciamento do genoma de todas as fases de desenvolvimento do *Schistosoma mansoni*, parasita responsável pela esquistossomose. Esse foi o ponto de partida sobre a viabilidade da produção de uma vacina contra a doença. O desenvolvimento de vacina contra a esquistossomose sempre foi uma tarefa difícil devido, principalmente, ao ciclo de vida do parasita, que é muito complexo.

A biotecnologia, que traz perspectivas na busca de vacinas, pode levar também à eliminação do *Trypanossoma cruzi* em pessoas já infectadas. É também vista como uma alternativa no tratamento de distúrbios cardíacos de pacientes com a doença de Chagas, transmitida pelas fezes que o barbeiro deposita ao picar uma pessoa para sugar seu sangue.



■ O *Schistosoma mansoni* Na foto, o ♀ é a fêmea e o ♂, o macho. Brasileiros decifram DNA do verme da 'barriga d'água' e novos estudos apontam caminhos para a criação de drogas e vacinas contra esquistossomose. Mapas do DNA ativo do parasita abrem caminhos para a criação de vacinas. No futuro próximo, a integração das análises em larga escala permitirão entender melhor o parasita e elaborar novas estratégias para um tratamento mais eficiente. **Fonte:** www.fiocruz.br



■ Campanha de vacinação, Secretaria de Estado da Saúde, Governo do Estado do Paraná. Fonte: [www.saude.pr.gov.br](http://www.saude.pr.gov.br).

Você sabia que quando o seu sistema imunológico conhece o antígeno de uma determinada doença, você está imune a essa doença? Antes de existirem as vacinas, a única maneira de se tornar imune a uma doença era adoecendo e, com sorte, sobrevivendo a ela. Isso é chamado “imunidade naturalmente adquirida”.

As vacinas fornecem “imunidade artificialmente adquirida”, são uma forma mais fácil e menos arriscada de aumentar a imunidade. As vacinas estão entre os poucos medicamentos capazes de prevenir a ocorrência de uma doença, em vez de curá-la depois que ocorre.

As vacinas não apenas protegem você, mas também protegem as pessoas à sua volta. Com o seu sistema imune ativado pela vacina, ao entrar em contato com o microorganismo causador, você fica contagiado por um curto período de tempo, ou mesmo aborta a infecção, impedindo, portanto, a transmissão da doença.

Da mesma forma, quando outras pessoas estão vacinadas, a chance de lhe transmitirem uma doença é menor. Portanto, as vacinas protegem não apenas uma pessoa, mas toda a comunidade. Quando uma certa proporção de pessoas está vacinada contra uma doença, todo o grupo se torna mais protegido, mesmo quem não tomou a vacina. Essa “cobertura vacinal” confere a “imunidade comunitária”. Daí a importância de você participar das campanhas de vacinação.

Vacinas: como estaria a humanidade sem esse auxílio para a defesa de nosso organismo?

Após este estudo, você já pode responder como estaria a humanidade sem o auxílio das vacinas para a defesa de nosso organismo?

## ■ Referências Bibliográficas

AQUINO, V. F. et al. **Sociedade brasileira:** uma história através dos movimentos sociais – da crise do escravismo ao apogeu do neoliberalismo. Rio de Janeiro: Record, 2000.

## ■ Obras Consultadas

KUPSTAS, M. (Org). **Saúde em debate**. São Paulo: Moderna, 1997.

PIRES, W. R. **Qualidade de vida**. Campinas: Cartgraf, 1996.

VICTORA, G. V. et al. **Epidemiologia da desigualdade**. São Paulo: Hucitec, 1989.

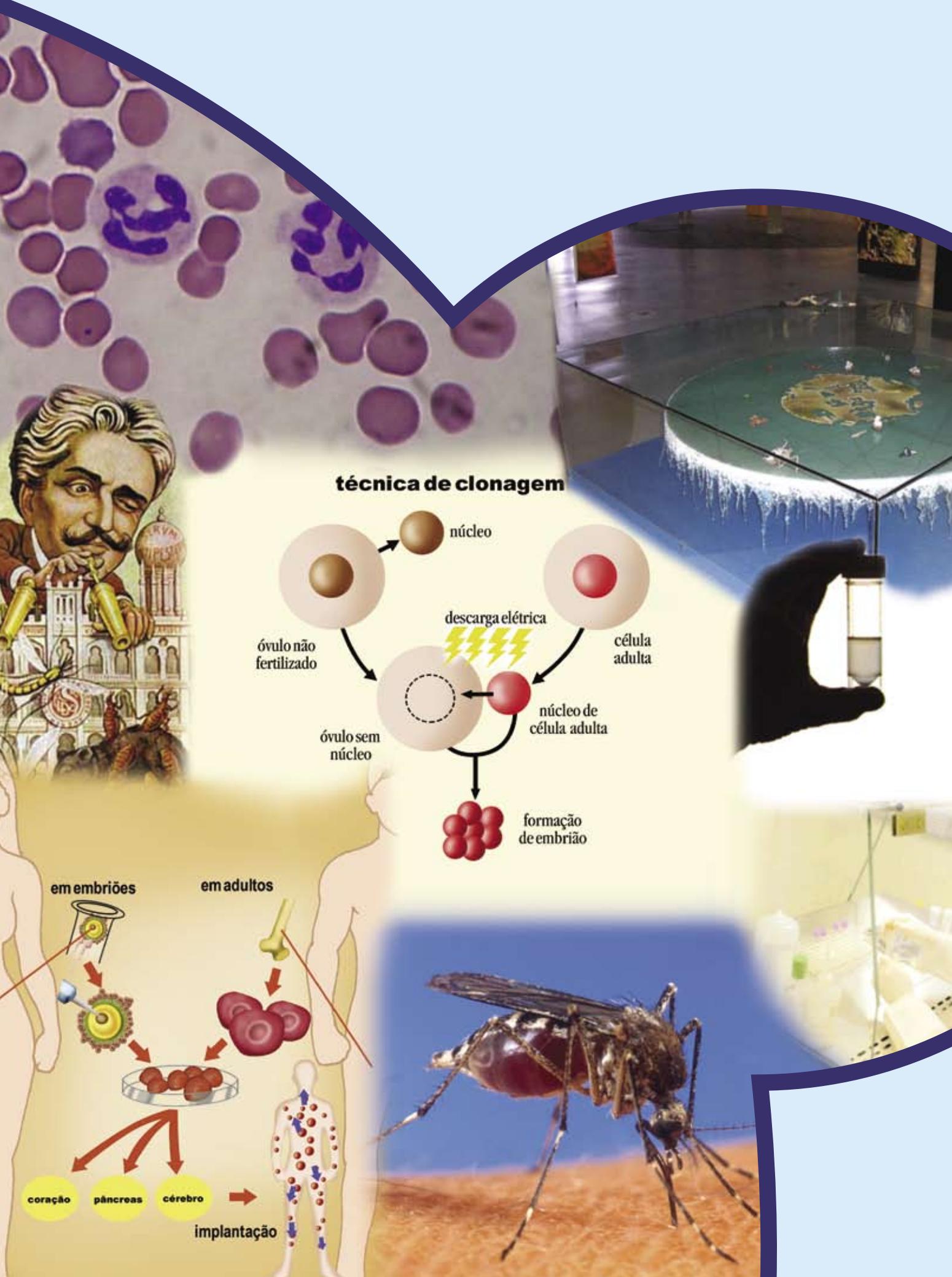
WALLACE, B. **Biologia social:** a humanidade, suas necessidades, ambiente, ecologia. Rio de Janeiro: LTC, 1978.

## ■ Documentos Consultados *ONLINE*

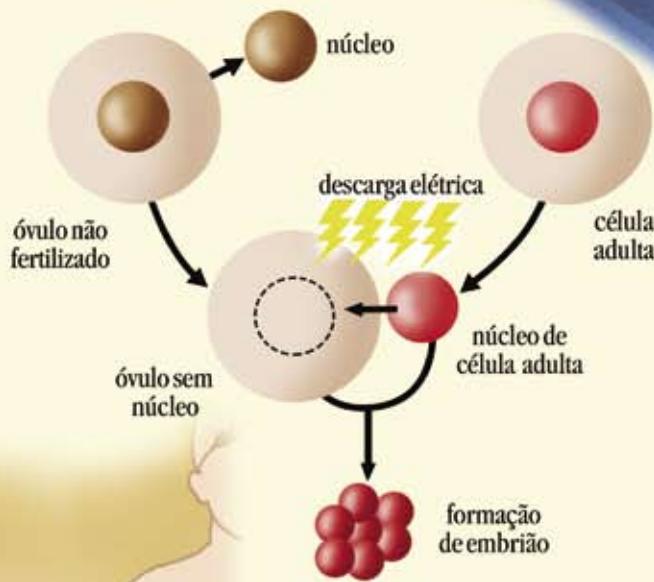
MENDES, C. P. Bondes contra a vacina. **Jornal do Commercio**, 15 nov. 1904. Disponível em: <[www.novomilenio.inf.br/santos/bondeg.htm](http://www.novomilenio.inf.br/santos/bondeg.htm)>

Acesso em: 20 fev. 2006.

SILVA, C. L. Vacinas gênicas: o impacto sobre o controle das doenças infecciosas. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, ano 1, n. 3, nov./dez. 1997. Disponível em: <[www.bioteecnologia.com.br/edicoes/ed03.asp](http://www.bioteecnologia.com.br/edicoes/ed03.asp)> Acesso em 20 fev. 2006.

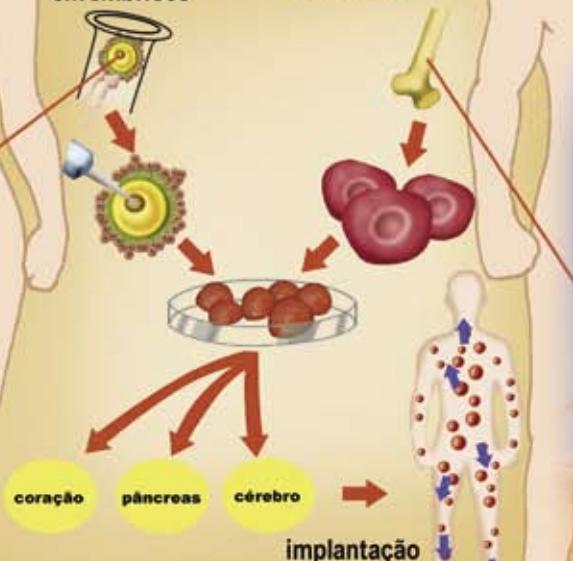


### técnica de clonagem



em embriões

em adultos



# O ALIMENTO QUE VOCÊ CONSUME DIARIAMENTE É TRANSGÊNICO?

■ Danislei Bertoni<sup>1</sup>,



<sup>1</sup>Colégio Estadual Desembargador Guilherme de Albuquerque  
Maranhão - Curitiba - PR

Recentemente, temos visto reportagens sobre **alimentos transgênicos** sendo exibidas em jornais, revistas e na televisão. Como saber, por exemplo, se o óleo de soja industrializado, ou a carne vendida no açougue, ou mesmo frutas e verduras são ou não alimentos transgênicos? Será que estou consumindo alimento transgênico?



## ATIVIDADE

Procure recortar em jornais, folhetos, revistas e outras fontes, ilustrações de alimentos industrializados ou *in natura*, de origem animal ou vegetal. Separe essas ilustrações em grupos seguindo critérios que você mesmo pode estabelecer. Em seguida, monte um cartaz colando essas ilustrações conforme os grupos que você criou e exponha-o para seus colegas em sala.



■ **Fonte:** Petrobras.  
[www2.petrobras.com.br](http://www2.petrobras.com.br)

Para aquecer nossa reflexão em torno do que se tem divulgado sobre os alimentos transgênicos, começamos por traçar o que a ciência historicamente tem pesquisado e pode contribuir com as discussões que envolvem questões polêmicas sobre esses alimentos. Começamos por traçar um pouco da história dos alimentos na vida diária do ser humano. Como não podemos tratar de todos os alimentos, escolhemos inicialmente a alface, de nome científico *Lactuca sativa*.

A alface, dentre tantos alimentos que hoje compõem o quadro de produtos consumidos pelo ser humano, foi aos poucos sendo modificada e incorporada na alimentação diária. Essa hortaliça é utilizada como alimento pelo ser humano desde que foi encontrada e cultivada há aproximadamente 4500 a.C. Desde então passou por intenso processo de **melhoramento genético** até chegar às variedades consumidas por nós atualmente, conhecidas por crespa, lisa, americana, mimosa, romana, entre outras.

**Podemos considerar que esse melhoramento pelo qual a alface tem passado todos esses anos a caracteriza como alimento transgênico? Como saber?**

### Fenótipo

Característica ou conjunto de características (físicas, fisiológicas ou comportamentais) de um ser vivo em face de sua constituição genética (genótipo) e com influências do ambiente.

O melhoramento genético é uma técnica utilizada com o objetivo de selecionar os melhores indivíduos para serem matrizes de reprodução para as gerações seguintes. Desse forma, observam-se algumas características chamadas **fenotípicas** que são determinantes no momento da seleção.

Essas características representam o resultado da interação entre a composição genética do indivíduo e as influ-



■ Variedades de milho (*Zea mays*) com cores variadas.  
■ **Fonte:** GNU Free Doc. Licence, [www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)

ências naturais (ao acaso), nem sempre sendo expressas rigidamente. Como exemplo, temos uma variedade do milho (*Zea mays*) que possui o **genótipo** definindo a característica **cor vermelha dos grãos**, mas esta se expressa somente na espiga devido à exposição à luz e a composição química do solo. Muitas vezes as modificações são provocadas pela ação humana.

### Genótipo

Conjunto de genes ou constituição genética de um indivíduo.



## ATIVIDADE

Sabe-se que o fenótipo representa as características do indivíduo e são determinadas pelo genótipo em interação com o ambiente. Poderíamos afirmar o inverso, que o genótipo é determinado pelo fenótipo em interação com o ambiente? Justifique sua resposta.

O que prende a atenção no momento da seleção das plantas para o melhoramento genético são as características que geralmente respondem às necessidades humanas para alimentação. No caso da alface, destacamos o tamanho e cor das folhas, o tamanho da “cabeça de alface”, a resistência às doenças, pragas e intempéries, e até mesmo o sabor, todos considerados fatores importantes na seleção de indivíduos com qualidade.

Os alimentos de origem vegetal e animal, de forma geral, passaram a ser melhor estudados quanto às propriedades bioquímicas, fisiológicas e medicinais a partir do século XIX.

### Intempéries

Variação das condições atmosféricas, como temperatura, chuvas, ventos, umidade, entre outras.



## ATIVIDADE

Com os estudos sobre os alimentos de origem vegetal e animal, realizados a partir do século XIX, você já analisou por que os alimentos são importantes para o ser humano? O que esses alimentos têm que o nosso organismo precisa?

A alface, por exemplo, passou a ser considerada imprescindível à nossa saúde por possuir um conjunto de substâncias químicas, como **água** (96% da biomassa do vegetal), **sais minerais** e **vitaminas**. Essas substâncias são importantes e essenciais para o bom funcionamento do nosso organismo. Lembramos que existem outras, como as proteínas, os carboidratos e os lipídios que também compõem o vegetal. Tais substâncias são encontradas em praticamente todos os seres vivos, em concentrações variadas entre um e outro. Nesse estudo, vamos conhecer um pouco mais sobre a água, os sais minerais e as vitaminas.

Para saber mais sobre a constituição dos seres vivos, leia o Fólio **Célula: unidade de construção dos seres vivos**, no Livro Didático Público de Biologia.

**Ligações de hidrogênio**

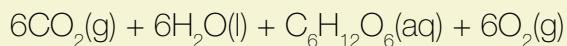
Interação molecular entre átomos de hidrogênio ligados a átomos eletronegativos como nitrogênio, oxigênio e flúor.

**Glicídio**

Também conhecido como “açúcar”, carboidrato ou hidrato de carbono. É uma molécula orgânica constituída por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio.

A **água** é uma substância química formada por hidrogênio e oxigênio ( $H_2O$ ), unidos por ligação covalente. Possui uma **geometria molecular** angular e **polaridade**, que associadas com **ligações de hidrogênio**, fazem dela uma substância especial. Essas ligações conferem à água a propriedade de permanecer líquida à temperatura ambiente e possuir alto ponto de ebulição. A propriedade de polaridade confere à água uma grande capacidade de dissolução de compostos iônicos e substâncias polares, tanto que é conhecida como solvente universal. Esta propriedade dá-se devido a existência de um ângulo de 104,5° entre as ligações de O-H.

Nos seres fotossintetizantes, a água ( $H_2O$ ) tem papel fundamental na reação química com o gás carbônico ( $CO_2$ ), sob a ação da luz, resultando no **glicídio 3-fosfato gliceraldeído** (PGAL), um monossacarídeo que possui três átomos de carbono na molécula ( $C_3H_6O_3$ ). Na sequência do complexo mecanismo de fotossíntese, teremos a formação da glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ), outro monossacarídeo que, em sucessivas transformações, irá formar dissacarídeos (a sacarose, por exemplo) e polissacarídeos (o amido e a celulose, por exemplo).



■ Representação da reação química simplificada que ocorre durante o processo de fotossíntese.

**PARA SABER MAIS !!!**

“Estudos com traçadores radioativos têm sido de grande importância para se conhecer mecanismos metabólicos nos organismos vivos. O cientista americano Melvin Calvin usou o  $CO_2$  marcado com carbono 14 (emissor  $\beta^-$ ) na determinação do mecanismo de fotossíntese pelo qual as plantas convertem dióxido de carbono e água a **glicose** e **oxigênio**. ”

■ **Fonte:** RUSSEL, (2006, p. 1261).



A hemoglobina, proteína constituinte dos glóbulos vermelhos do sangue, possui cátions de ferro ( $Fe^{2+}$ ) na sua estrutura molecular, importante para o transporte de oxigênio ( $O_2$ ).

Os **sais minerais**, considerados nutrientes inorgânicos, são compostos formados por íons ( $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $PO_4^{3-}$  e outros) e possuem função de participar da estrutura de um organismo e regular o seu metabolismo. Nos seres humanos, os íons de **cálcio ( $Ca^{2+}$ )**, por exemplo, são absorvidos no intestino com o auxílio da vitamina D e, dentre suas funções, intervém na contração muscular, na

transmissão nervosa, na coagulação do sangue, na respiração celular e na formação/manutenção dos ossos e dentes. Os cátions **potássio (K<sup>+</sup>)** são essenciais na transmissão do impulso nervoso. Os **fosfatos (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)** têm relevante papel na formação do DNA e do RNA, bem como da molécula de ATP (adenosina trifosfato) responsável por armazenar e transferir energia nas células.

As **vitaminas** são substâncias orgânicas necessárias em diversas atividades do nosso organismo, tendo a função de “auxílio” para “acelerar” outras reações bioquímicas. No entanto, as vitaminas não são sintetizadas nas nossas células, sendo obtidas por meio dos alimentos, ou suprimentos alimentares (complexos vitamínicos) e medicamentos, ambos sob orientação médica.

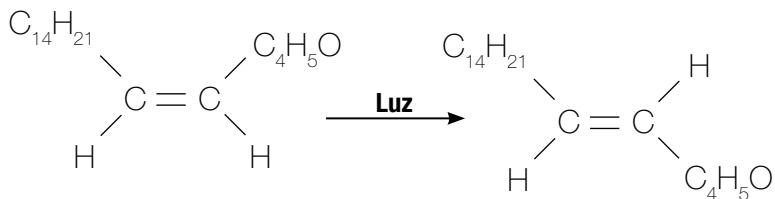
A alface também apresenta algumas vitaminas, dentre elas a **vitamina B<sub>1</sub>** (tiamina – C<sub>12</sub>H<sub>17</sub>N<sub>4</sub>OS), com papel fundamental na transformação dos alimentos em energia e no transporte de íons através da membrana plasmática dos neurônios e das células dos músculos; **vitamina B<sub>2</sub>** (riboflavina - C<sub>17</sub>H<sub>20</sub>N<sub>4</sub>O<sub>6</sub>), que é essencial à respiração celular por estar envolvida no transporte de elétrons e atuar na oxidação de ácidos graxos no fígado; e **vitamina A**, com funções diversas no organismo humano, sendo uma delas a de atuar no mecanismo responsável pela visão.

A **vitamina A** não é encontrada nos alimentos na sua forma ativa, nem mesmo pode ser sintetizada no nosso organismo. Na alface a encontramos na forma de pró-vitamina A, o **beta-caroteno**, um hidrocarboneto que pode ser convertido, no processo de digestão, para o álcool **retinol** (C<sub>20</sub>H<sub>30</sub>O) e que sofre processo de oxidação, originando o aldeído retinal (C<sub>20</sub>H<sub>28</sub>O) na forma de **cis-retinal**, pelo fenômeno de isomeria.

Nas células fotorreceptoras que formam a retina do olho humano, sob a ação da luz, a substância **cis-retinal** se transforma em **trans-retinal** (FIGURA 1). Essa transformação provoca nas células nervosas uma resposta, que é conduzida pelo nervo óptico como impulso para o centro da visão, no cérebro, que o interpreta e nos permite ver os objetos nas posições em que realmente se encontram.

Para saber mais sobre elementos químicos presentes no organismo humano, leia o Folhas **A fórmula do corpo humano**, no Livro Didático Público de Química.

Para saber mais sobre o fenômeno de isomeria, leia o Folhas **A química na farmácia: remédio uma droga legal**, no Livro Didático Público de Química.

**cis-retinal****trans-retinal**

■ FIGURA 1 - Representação do mecanismo de isomerização da substância cis-retinal, sob a ação da luz, se transformando em trans-retinal.



## ATIVIDADE

Em 1828, o químico Jacob Berzelius escreveu que existem razões para supor que, nos animais e nas plantas, ocorrem milhares de processos catalíticos. Ele atribuía ao “poder catalítico” dos tecidos dos organismos vivos a capacidade de sintetizar os mais variados tipos de compostos químicos. Em relação a esse “poder catalítico”, podemos afirmar que Berzelius se referia às vitaminas? Justifique sua resposta.



## PESQUISA

A aplicação das técnicas de melhoramento genético tem contribuído substancialmente para que pesquisadores brasileiros desenvolvam alimentos de origem vegetal com mais qualidade. Pesquisadores como o geneticista Warwick Estevam Kerr (1922 -) e sua equipe que, desde a década de 1980, selecionaram variedades de alface e após vários cruzamentos obtiveram uma variedade com surpreendente aumento do teor de pró-vitamina A em suas folhas. Pesquise um pouco mais sobre esse trabalho e as contribuições dessas pesquisas científicas para a sociedade. Uma das leituras que você pode realizar está disponível no endereço eletrônico [www.universia.com.br/html/materia/materia\\_dhii.html](http://www.universia.com.br/html/materia/materia_dhii.html).

Com os conhecimentos apresentados e discutidos até o momento, retorne aos grupos de alimentos da primeira atividade deste Folhas e investigue a possibilidade de saber se os alimentos que consumimos diariamente são **transgênicos** ou não, ou se são resultados de anos de **melhoramento genético clássico**.



## PESQUISA

A nova variedade de alface, com a condição de sintetizar uma quantidade alta de pró-vitamina A, não seria uma nova espécie de alface? Ou continua sendo a espécie *Lactuca sativa*? O que caracteriza uma espécie sob o ponto de vista da genética: a existência da mesma seqüência de genes ou das mesmas características externas, como quantidade e formato das folhas, cor e o tipo das folhas, dentre outras características fenotípicas? Pesquise em materiais didáticos de biologia e na internet, e, na seqüência, discuta com seus colegas.

É bom lembrar que as atividades desenvolvidas com a técnica de melhoramento genético começaram a ser desenvolvidas muito tempo antes de Mendel propor as **leis da hereditariedade**. Estas leis foram, e ainda são, usadas para explicar como ocorre a transmissão de genes para determinação de características próprias de um ser vivo de uma geração a outra.

### Norte do Estado quer ser pólo de maçã

**São Sebastião da Amoreira /PR** - O Norte do Paraná pode se tornar uma região pólo na produção de maçãs da variedade EVA. Na semana passada, São Sebastião da Amoreira sediou a 1ª Maçã Tecfest (...). A maçã EVA, como destaca o agrônomo Élcio Félix Rampazzo, da Emater, é uma cultivar [variedade] precoce e entra no mercado exatamente no período de maior demanda de frutas, promovida pelas festas de final de ano. “A Eva garante maçãs frescas na mesa do consumidor, quando o mercado só dispõe de frutas colhidas no início do ano e conservadas em câmaras frias”, destaca. A variedade foi desenvolvida em pesquisas de melhoramento genético do Instituto Agronômico do Paraná – lapar.

■ Fonte: texto adaptado do artigo “Norte do Estado quer ser pólo de maçã”, publicado na Folha de Londrina, 18/dez/2006 – Disponível em <http://www.paginatural.com.br>, Acesso em 21/dez/2007.

Os resultados dessas atividades são considerados eficientes, uma vez que contribuem para a geração de espécies com mais características qualitativas, propiciam melhores condições de cultivo e, consequentemente, melhoraram as condições ambientais, de saúde e econômicas. Dentre diversas atividades realizadas com essas técnicas, tomamos como exemplo os trabalhos de melhoramento genético da maçã (*Malus domestica*), realizado pelo IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná - desde 1970, resultando na produção de uma variedade de maçã, a EVA.

As pesquisas conduzidas pelo engenheiro agrônomo Roberto Hauagge e sua equipe, duraram mais de 10 anos até que as primeiras mudas fossem plantadas na região de Palmeira (PR). O melhoramento genético para a criação da variedade EVA procurou **recombinar genes** da variedade de maçã ANNA, de origem israelense, com a variedade GALA, desenvolvida na Nova Zelândia nos anos de 1920 e trazida para o Brasil cinqüenta anos depois. Além da tolerância a ambientes mais quentes, essa variedade necessita de menos tempo em temperatura mais baixa que a temperatura ambiente para que haja quebra natural de dormência e consequente processo de floração, polinização e formação do fruto.



■ Variedade de maçã EVA criada pelo IAPAR. **Fonte:** Federação da Agricultura do Estado do Paraná, [www.faep.com.br](http://www.faep.com.br)



### PESQUISA

No caso da macieira, por que é necessário um período de temperatura mais baixa que a temperatura ambiente para que ocorra a quebra de dormência e consequente processo de reprodução até a formação dos frutos? Pesquise nos livros de biologia e na internet, a relação existente entre a temperatura e o mecanismo de reprodução desse vegetal? Justifique sua resposta.

Este exemplo da maçã EVA, bem como novas pesquisas envolvendo o melhoramento genético da maçã têm favorecido a criação de variedades em condições de superação da sensibilidade apresentada frente às intempéries ocorridas no Brasil.

De forma geral, o que tem ocorrido no âmbito da pesquisa científica sobre melhoramento genético vegetal refere-se à integração das técnicas clássicas com os avanços da **biotecnologia**. Os conhecimentos mais especializados, principalmente no aspecto molecular da célula e do material genético, contribuíram de forma significativa para que o melhoramento genético convencional sofresse interferências.



## DEBATE

Conhecer a “genética” de cada espécie é importante para quê?

Embora o termo **biotecnologia** tenha sido utilizado pela primeira vez somente no início do século XX, as intervenções com o uso de técnicas têm ocorrido desde a Antiguidade, com registros que marcam o uso da técnica de fermentação na Macedônia, 6000 a.C. Segundo a reportagem “Biotecnologia: entre a ousadia e a prudência”, publicada na Revista Globo Rural, edição 197 de março de 2002, **biotecnologia** “*significa toda aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos e organismos vivos ou seus derivados para modificação ou criação de produtos e processos, seja na área da agropecuária, da saúde ou no campo industrial*”. Com a utilização dessa tecnologia, deve existir a geração de produtos comercializáveis.



## ATIVIDADE

O melhoramento genético clássico pode ser considerado um tipo de biotecnologia? Justifique.

A busca por variedades importantes para a alimentação, para a medicina e que também sejam economicamente viáveis, precisa estar em consonância com o que se deseja, considerando que o tipo de melhoramento a ser realizado depende da espécie e do resultado esperado. O melhoramento genético é a seleção artificial realizada pelo ser humano imitando o que acontece com a seleção natural, porém intensificada por interesses, principalmente econômicos. **Assim, as alterações no patrimônio genético de determinada espécie e a maneira com que ocorrem tais alterações são decorrentes de diversos interesses, como se pode verificar na história de toda a ciência.**



## DEBATE

Os avanços da biotecnologia estão lado a lado com o crescimento das bioindústrias, empresas do ramo industrial que visam à exploração das técnicas envolvendo seres vivos com fins alimentares, farmacêuticos, medicinais, dentre outros. A indústria farmacêutica, por exemplo, visa a produção de animais conhecidos como biorreatores. Estes são animais, já domesticados pelo ser humano, que podem ser utilizados para a produção de proteínas recombinantes humanas de grande interesse biológico e comercial, como enzimas, hormônios, vitaminas, fatores biológicos de crescimento e outros. Assim, utilizando-se de vacas ou cabras, a proteína de interesse seria sintetizada por esses animais e expressa no leite, tornando sua produção mais barata e eficiente. Uma dessas proteínas seria a lactoalbumina. Agora é com você e com seus colegas: pesquise sobre este conteúdo e discuta os prós e os contras dessa prática. Também pesquise, se é possível a produção de biorreatores com vegetais.

Que os fenômenos da natureza sempre foram objetos de interesses para o ser humano, não podemos negar. Explicações para os fenômenos naturais, como a diversidade de espécies e a origem dessa diversidade, têm sido propostas como modelos científicos por naturalistas e pensadores desde a Antiguidade grega.

Charles Darwin (1809 – 1882) e outros naturalistas contribuíram com explicações para esses fenômenos. O modelo explicativo da seleção natural, sintetizado por ele no século XIX, propõe que os indivíduos melhor adaptados ao ambiente são “selecionados” por terem mais chances de sobreviver graças às características que apresentam e, assim, deixar descendentes.

Foram anos de pesquisas, contribuições e incorporações de novas idéias que se associaram às explicações sobre seleção natural, para explicar como as características dos indivíduos ou da população se mantinham nas gerações seguintes. Dois tópicos se evidenciaram nas pesquisas: a **herança**, para as discussões voltadas às causas das semelhanças entre os indivíduos; e a **variação**, para as discussões voltadas às causas das diferenças entre os indivíduos. Para explicá-los, consideram-se dois fatores extremamente importantes: a **mutação** e a **recombi-nação** ocorridas nos genes.

A mutação refere-se à alteração que pode ocorrer na seqüência do DNA, seja em um ou em vários genes, originando outras seqüências genéticas que podem produzir novas características nos indivíduos descendentes. Vale ressaltar que nem sempre as mutações serão favo-



■ Diversidade de espécies. **Fonte:** <http://orgs.unca.edu/tulula/biodiversity.html>

ráveis ou desfavoráveis sob nosso ponto de vista, mas sim em relação ao ambiente, uma vez que esses indivíduos com novas características estarão sujeitos ao mecanismo de seleção natural.

O surgimento de características diferenciadas em uma mesma espécie acontece porque durante o processo de reprodução ocorre **recombinação entre os genes**, oriundos de indivíduos diferentes, possibilitando diversificar as características nos novos descendentes. Vejamos em nossa espécie: uns com cabelos lisos e outros encaracolados, uns com olhos escuros e outros com olhos claros, uns são destros e outros cahotos, e assim por diante, isto porque, ao cruzarem-se, os seres vivos não tendem a expressar na geração seguinte uma única característica. Dependendo do ser vivo em questão, milhões de características se recombina e se organizam nas gerações seguintes.



## DEBATE

Por que o entendimento sobre a recombinação entre os genes pode contribuir com a solução do nosso problema envolvendo os alimentos transgênicos?

### Linhagem pura

Termo usado com o sentido que hoje damos ao indivíduo homozigoto.

\* Para saber, por exemplo, se as plantas de ervilhas com sementes verdes eram de “linhagem pura”, Mendel realizava autofecundação em sucessivos cruzamentos para observar, nas gerações seguintes, se os descendentes eram somente verdes, com grande probabilidade de serem de linhagem pura.

Para melhor entendimento sobre o alimento transgênico, precisamos conhecer mais sobre a recombinação genética. Para tal, é fundamental voltarmos às contribuições de Gregor Mendel (1822 – 1884), geneticista da metade do século XIX, apresentadas à sociedade científica daquela época como resultados de anos de pesquisas. Muitos de seus trabalhos foram realizados com reprodução de ervilhas (*Pisum sativum*). Suas pesquisas permitiram observar que as características de cada variedade, ao serem recombinadas, se expressavam ou não nas plantas de ervilhas descendentes, sempre correspondendo a uma relação matemática.

Os trabalhos experimentais realizados por Mendel contribuíram para o entendimento sobre os mecanismos genéticos fundamentais, mesmo não sendo assim denominados por não se conhecerem tais mecanismos. Mendel concentrou esforços em poucos caracteres de cada vez e sugeriu haver “fatores” como causas para as características dos indivíduos.

Dentre as características estudadas por Mendel em seus experimentos, vamos tomar como exemplo somente a característica **cor das ervilhas**. Ao provocar o cruzamento entre “**linhagens puras**”, obtinham-se plantas iguais a si mesmas após a autofecundação. Ao cruzar diferentes “linhagens puras”, plantas de ervilhas que produziam vagens (frutos) somente com sementes **amarelas** e plantas de ervilhas somente com sementes **verdes**, observou que na primeira geração (F1) as plantas descendentes produziam ervilhas somente **amarelas**.

**Como poderia uma planta híbrida, ou seja, que apresentava dois fatores diferentes (um para cor amarela e outro para cor verde), produzir sementes de ervilhas somente com uma cor, a amarela?**

A realização de autofecundação entre os descendentes da geração F1, isto é, entre os híbridos, permitiu observar que a descendência da segunda geração (F2) era constituída de plantas que produziam sementes de ervilha tanto **amarelas** quanto **verdes**, porém, sempre seguindo uma proporção que ficou conhecida como 3:1.

O que isso significa em termos de características? Significa que dividindo o conjunto das plantas de ervilhas descendentes da geração F2 em quatro partes, três partes apresentavam ervilhas amarelas e uma parte apresentava ervilhas verdes.

**A tarefa de Mendel não foi fácil! Como explicar que a característica verde para a semente da ervilha praticamente desapareceu na geração F1 e reapareceu na geração F2, e mais, na quantidade equivalente a 25%?**

Para o entendimento do que ocorreu nas gerações F1 e F2 de cruzamentos entre ervilhas, recorremos ao auxílio das noções de probabilidade. Falar em probabilidade é o mesmo que falar em chances de ocorrer um determinado evento.

A probabilidade é uma teoria matemática e, assim como outras teorias, mantém um conjunto de regras, as quais configuram a representação dos eventos. Regra geral, a probabilidade representa um número real (positivo), que se associa a um evento aleatório, portanto, um evento que pode ser representado por um número real entre zero (sem possibilidade de ocorrer) e um (com total possibilidade de ocorrer), usado para explicar a freqüência relativa da sua ocorrência numa longa sucessão de eventos.

Como conceito matemático, a **probabilidade** é dada pelo **quociente** entre o **número de casos favoráveis**, no caso de um dos experimentos de Mendel foram 6022 plantas de ervilhas com semente amarela, e o **número de casos possíveis de um evento**, referente ao espaço amostral que Mendel analisou, neste caso foram 8023 plantas ao todo. O cálculo da probabilidade abaixo representa um dos resultados obtidos por Mendel na geração F2, ou seja, aproximadamente 75% de plantas de ervilhas com sementes amarelas.

$$P_{(\text{amarelas})} = \frac{6022}{8023} = 0,7506 = 75\%$$

Explicando melhor: se considerarmos somente a característica **cor das ervilhas**, quando essas plantas híbridas, resultantes da geração F1, produzirem seus gametas (óvulos e grãos de pólen), os fatores (hoje definidos como genes) para a característica **cor da semente**, segregam-

### Híbrido

Termo usado com o sentido que hoje damos ao indivíduo heterozigoto.

A proporção 3:1 era aproximada permitindo concluir que nas plantas híbridas (heterozigotas) da geração F2, o fator que correspondia à característica verde para a semente ficava encoberto, em “recesso”, reaparecendo somente no cruzamento entre eles. Numa contagem de 8023 plantas, Mendel percebeu o aparecimento de 6022 plantas com sementes amarelas, com proporção de 3,01:1.

Para saber mais sobre probabilidade, leia o Folhas **Sonho assegurado?**, no Livro Didático Público de Matemática.

## 1<sup>a</sup> Lei de Mendel – segregação

“Ele afirmava essencialmente que os padrões hereditários são determinados por fatores [genes] que ocorrem em pares em um indivíduo, mas que segregam um do outro na formação das células sexuais (gametas) de modo que qualquer gameta recebe um ou outro gene pareado.”

■ Fonte: BARNS, G. E.; BUTTINO, P. J. (1991, p. 7)

se. Cerca da metade dos gametas (50%) receberá o gene para a semente amarela (**representado a partir desse momento pela letra V, maiúscula, por relacionar-se ao “fator dominante”**) e a outra metade, o gene para a semente verde (**representado a partir desse momento pela letra v, minúscula, por relacionar-se ao “fator recessivo”**).

Neste caso, no cruzamento entre os híbridos (**Vv**), quatro tipos de fecundação poderão ocorrer com quatro resultados possíveis no mesmo evento. Matematicamente, esses resultados compreendem o espaço amostral e você pode acompanhar a seguir essas situações possíveis:

- 1<sup>a</sup> situação - óvulo portador do gene (**V**) for fecundado por pólen portador do gene (**V**): as sementes da geração F2 serão amarelas (**VV**), com probabilidade de 25% de plantas com sementes amarelas homozigotas (somente genes para sementes amarelas).

$$P_{(\text{óvulos} \times \text{pólen})} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$$

- 2<sup>a</sup> situação - óvulo portador do gene (**V**) for fecundado por pólen portador do gene (**v**): as sementes da geração F2 serão amarelas (**Vv**), com probabilidade de 25% de plantas com sementes amarelas heterozigotas (genes dominantes para sementes amarelas com genes recessivos para verdes).

$$P_{(\text{óvulos} \times \text{pólen})} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$$

- 3<sup>a</sup> situação - óvulo portador do gene (**v**) for fecundado por pólen portador do gene (**V**): as sementes da geração F2 serão amarelas (**Vv**), com probabilidade de 25% de plantas com sementes amarelas heterozigotas (genes dominantes para sementes amarelas com genes recessivos para verdes).

$$P_{(\text{óvulos} \times \text{pólen})} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$$

- 4<sup>a</sup> situação - óvulo portador do gene (**v**) for fecundado por pólen portador do gene (**v**): as sementes da geração F2 serão verdes (**vv**), com probabilidade de 25% de plantas com sementes amarelas homozigotas (somente genes para sementes verdes).

$$P_{(\text{óvulos} \times \text{pólen})} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$$

Considerando que cada uma das situações tem a mesma chance de ocorrer em um evento aleatório, a proporção que se espera nesse tipo de cruzamento entre plantas híbridas é de três plantas com produção de sementes amarelas ( $\frac{3}{4}$ ) para cada uma das plantas com capacidade de produzir sementes  $\frac{1}{4}$  verdes ( $\frac{1}{4}$ ). Veja a representação da geração F2 na FIGURA 2.

Observe que tanto na horizontal quanto na vertical, a representação pode ser para o óvulo ou para o grão de pólen. A proporção para cada um desses gametas será de 50% (ou  $0,5 = \frac{1}{2}$ ), afinal eles são resultantes de indivíduos heterozigotos, híbridos, oriundos da geração F1. Os descendentes desse cruzamento, expressos nas quatro situações descritas anteriormente, têm a mesma chance de ocorrerem ( $25\% = 0,25 = \frac{1}{4}$  para cada resultado). Como são quatro possibilidades de resultados, somam a totalidade de 100% ( $25\% \times 4$ ) ou probabilidade com freqüência 1 ( $0,25 \times 4$  ou  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1+1+1+1}{4} = \frac{4}{4} = 1$ ).

Os cálculos abaixo representam os resultados obtidos no conjunto de todos os resultados possíveis, ou seja, no conjunto das situações representadas na FIGURA 2.

$$P_{(\text{amarelas})} = \frac{3}{4} = 0,75 = 75\% \quad P_{(\text{verdes})} = \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$$

	V	v
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
V	VV 	Vv 
v	Vv 	vv 
	3  : 1	

■ FIGURA 2 – Representação dos resultados da geração F2.

Quando consideramos apenas uma característica, como a cor das sementes de ervilha, as explicações parecem não serem muito complicadas, porém, na maioria das práticas de melhoramento genético clássico, muitos genes são transferidos para as novas variedades. Isto porque num cruzamento entre variedades não se tem como saber que características se apresentarão na geração seguinte. São muitas as possibilidades de formação de células germinativas, propiciando muitas possibilidades de cruzamentos. Quanto maior o espaço amostral, ou seja, quanto maior o conjunto de resultados possíveis, menor a probabilidade do evento pretendido acontecer.

Perceba no próprio exemplo dos trabalhos de Mendel. Estamos analisando somente uma das sete características observada nos cruzamentos, sem levar em consideração as demais. Sendo assim, quando juntamos essas e muitas outras características para serem analisadas, podemos fazer inúmeras recombinações.

Acompanhe no quadro abaixo, as sete principais características que Mendel pôde observar e acompanhar nas gerações de ervilhas. Veja quantas possibilidades poderiam ser acumuladas em uma única planta de ervilha, a partir de combinações dessas diferentes características.

semente		flor	vagem (fruto)		caule	
textura	cotilédone	cor	forma	cor	posição - flor	altura
<b>lisa</b>	<b>amarelo</b>	<b>branca</b>	<b>inflada</b>	<b>amarela</b>	<b>axial</b>	<b>alta</b>
<b>rugosa</b>	<b>verde</b>	<b>violeta</b>	<b>comprimida</b>	<b>verde</b>	<b>terminal</b>	<b>anã</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

■ **Fonte:** adaptado de [http://en.wikipedia.org/wiki/Experiments\\_on\\_Plant\\_Hybridization](http://en.wikipedia.org/wiki/Experiments_on_Plant_Hybridization)

Neste caso, em que são observadas mais de uma característica, consideramos que cada uma delas tem possibilidade de ocorrer em eventos independentes. Essas características se expressam de forma que não interferem umas com as outras. Portanto, são muitas as combinações que podem resultar nas gerações seguintes.

Diante das possibilidades que podem ocorrer a partir das “inúmeras” recombinações entre os genes, precisa-se muito tempo de tentativas e sucessivas combinações entre os indivíduos para se obter a variedade pretendida.

**Quanto tempo levaria, em cruzamentos, para se chegar a uma espécie com as seguintes características: planta alta, com flor violeta, vagem amarela, sementes verdes e ainda, rugosas?**



## DEBATE

Para saber mais sobre o bioética, leia o Folhas **Bioética**, no Livro Didático Público de Filosofia.

A natureza não cria ou mesmo seleciona seres vivos como os transgênicos. Estes são considerados “invenção” humana e criados a partir da manipulação genética. Partindo desse pressuposto, temos o direito de alterar o curso natural da evolução dos seres vivos? É preciso estabelecer limites para as pesquisas voltadas aos alimentos transgênicos?

Além de cruzar diferentes variedades e conduzir o processo por longo tempo, pesquisadores têm buscado outras formas de acelerar o processo de melhoramento genético clássico. Em uma das formas, o procedimento ocorre da seguinte maneira: primeiro, identifica-se em uma determinada espécie, um gene específico para determinada característica; em seguida, há o isolamento e a inserção do mesmo em outra espécie. Esse gene é selecionado a partir do interesse em uma característica considerada importante para ser incluída nessa outra espécie.

A espécie que passou a receber o novo gene é conhecida como organismo geneticamente modificado (OGM), ou, mais divulgado, **transgênica**, pois ao seu patrimônio genético foi acrescido um gene característico de outra espécie. Conforme a Lei nº. 11.105/05, organismos geneticamente modificados são aqueles cujo material genético, seja DNA ou RNA, tenha sido modificado por qualquer técnica de produção e manipulação desse material.

### Para saber mais !!!

A lei nº 11105/05 estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados (OGM) e seus derivados. Para conhecer na íntegra essa lei acesse o endereço eletrônico da Casa Civil, da Presidência da República, disponível em [www.planalto.gov.br/CCIVL/\\_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVL/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm)



### DEBATE

Se considerar que transgênico é todo o organismo que recebe um novo gene, portanto um OGM, pode-se afirmar que todo organismo transgênico é geneticamente modificado, mas todo organismo geneticamente modificado pode ser considerado um transgênico?

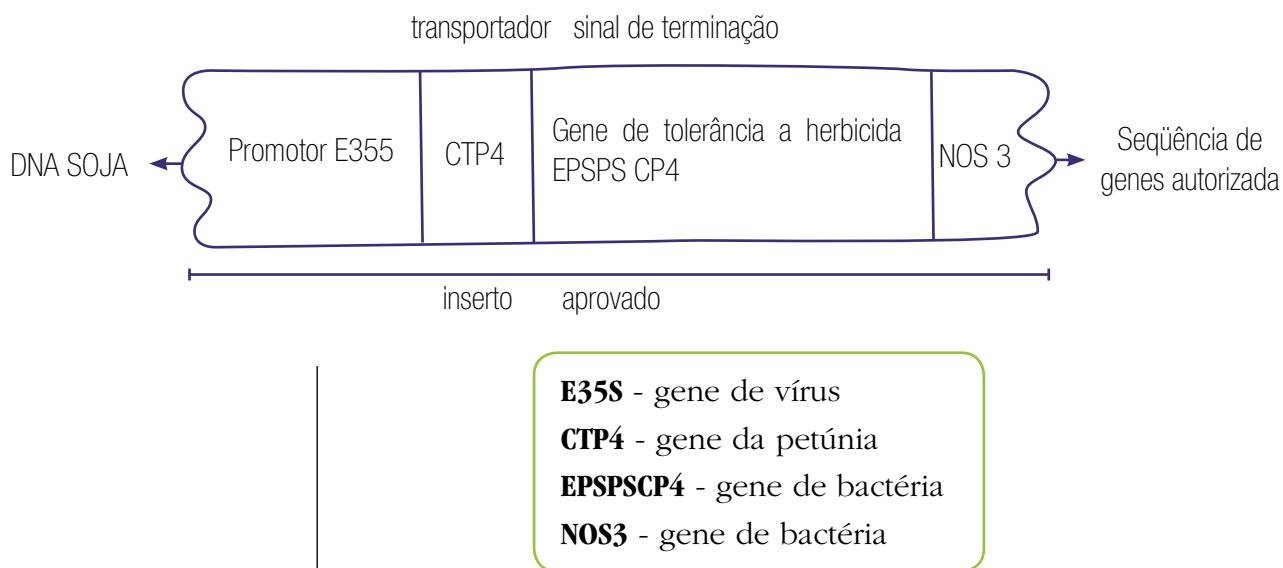
Um exemplo de transgênico bastante conhecido é a soja transgênica Roundup Read (RR), patenteada pela empresa Monsanto, líder mundial na produção do herbicida glifosato. Essa soja recebeu genes que conferem tolerância a esse herbicida, um tipo de agrotóxico utilizado para matar “ervas invasoras”. O processo acontece quando a variedade transgênica recebe gene da bactéria *Agrobacterium tumefaciens* que habita naturalmente o solo. Tal bactéria é resistente ao glifosato por conseguir sintetizar uma enzima denominada EPSPS, entretanto outras bactérias, como as que participam do ciclo do nitrogênio e são importantes para as plantas leguminosas, não resistem. Este gene, incorporado ao material genético da soja permite que a mesma sintetize a enzima que assegura, à planta, sobrevivência após aplicação do glifosato.

Para saber mais sobre agrotóxicos, leia o Folhas **Você toma veneno?**, no Livro Didático Público de Geografia.

Para saber mais sobre bactérias e vírus, leia os Folhas **Bactérias: um universo microscópico e Vírus: fluido venenoso**, no Livro Didático Público de Biologia.

O glifosato ( $C_3H_8NO_5P$ ) é um organofosforado, definido como derivado do ácido ortofosfórico ( $H_3PO_4$ ) ou ácido pirofosfórico ( $H_4P_2O_7$ ) e, quando aplicado, é absorvido pelas folhas e pelas partes novas do vegetal. Tem a função de inibir o mecanismo enzimático responsável pela produção de aminoácidos e, consequentemente, produção de proteínas, de forma semelhante ao que acontece com os antibióticos. As “ervas daninhas” morrem lentamente devido ao transporte do glifosato para todas as suas partes.

Para que o gene recombina ao material genético da soja tenha atividade constante, foi inserido outro gene, retirado do vírus do mosaico da couve-flor, com o objetivo de “promover” tal atividade bioquímica. Da flor petúnia (*Petunia hybrida*) foi retirado outro gene, o CTP4, que contribui na cópia da seqüência genética e na síntese da enzima necessária para conferir a tolerância ao herbicida. Com o objetivo de demarcar o final do “pacote genético” a ser recombina com o material genético da soja, adicionou-se outro gene retirado da bactéria *Agrobacterium tumefaciens*. Acompanhe a representação a seguir.



■ Representação da seqüência genética aprovada para ser inserida na soja. **Fonte:** Cartilha “Transgênicos: a verdade por trás dos mitos”. Disponível em <http://www.greenpeace.org.br/transgenicos/pdf/cartilha.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2007.



FIGURA 3 – Tomate longa vida.  
**Fonte:** [http://www.onmedia.de/ernaehrung/lebensmittel\\_heute/gruene\\_gentechnologie/flavr\\_savr\\_tomate.html](http://www.onmedia.de/ernaehrung/lebensmittel_heute/gruene_gentechnologie/flavr_savr_tomate.html)

Apesar da ampla divulgação em torno da soja transgênica, este não foi o primeiro alimento geneticamente modificado a ser desenvolvido por técnicas de manipulação genética. Considera-se a insulina sintética como sendo o primeiro produto, resultado da manipulação genética, industrializado e comercializado nos EUA no início da década de 1980. O primeiro transgênico de origem vegetal, também originário nos EUA, foi uma variedade de tomate (*Solanum lycopersicum*) conhecida comercialmente como “tomate longa vida” ou Flavr-Savr. Veja a FIGURA 3.

A empresa que o “inventou” utilizou-se de técnicas que permitiram adicionar ao material genético do tomate gene que interfere na produção da enzima poligalacturonase. Esta enzima tem a função de atuar diretamente na **pectina** presente nas paredes celulares das células do tomate provocando “amolecimento” durante o processo de amadurecimento do fruto.

Preocupações com esta variedade transgênica de tomate se sucederam principalmente por causa da segurança alimentar. Pesquisas começaram a ser realizadas e divulgadas com relação aos efeitos colaterais, por apresentar alta concentração de glicoalcalóides. Esse tomate transgênico foi utilizado em experimentos com ratos em laboratório que mostraram efeitos negativos, como lesões no estômago, devido às toxinas vegetais em alta concentração. Estes e outros resultados não foram publicados na época, somente algum tempo depois.

**Falta de responsabilidade da empresa ou do governo estadunidense? Como ficam as questões éticas?**



## PESQUISA

Pesquise sobre a Conferência Internacional de Asilomar, Califórnia, EUA, ocorrida em 1975 e relate as principais idéias discutidas quanto ao uso da biotecnologia.

Embora a comunidade científica tenha se mostrado preocupada com possíveis efeitos negativos à saúde, o governo dos EUA decidiu pela produção em larga escala dos alimentos geneticamente modificados no início dos anos de 1990. Fato interessante é que o próprio governo estadunidense acenava com garantias às empresas de biotecnologia, de que os supermercados em breve estariam vendendo alimentos geneticamente modificados. A FDA - Food and Drug Administration -, agência de saúde dos EUA com função semelhante a ANVISA no Brasil, aprovou sem ressalvas, a expansão generalizada do tomate e de outros alimentos geneticamente modificados. Em 1993, a FDA tomou a decisão de orientar a sociedade a respeito da segurança dos alimentos transgênicos.

**A ANVISA** – Agência Nacional de Vigilância Sanitária – é responsável por promover a proteção da saúde da população por intermédio do controle sanitário da produção e da comercialização de produtos e serviços submetidos à vigilância sanitária, inclusive dos ambientes, dos processos, dos insumos e das tecnologias a eles relacionados. Além disso, a Agência exerce o controle de portos, aeroportos e fronteiras e a interlocução junto ao Ministério das Relações Exteriores e instituições estrangeiras para tratar de assuntos internacionais na área de vigilância sanitária. **Fonte:** <http://www.anvisa.gov.br/>



## DEBATE

Discuta com seus colegas quais teriam sido os possíveis motivos que levaram a FDA a aprovar o tomate transgênico, uma vez que não se tinham pesquisas científicas alertando sobre os riscos, benefícios e/ou ameaças.

### Pectina

Composto formado por polissacarídeos, largamente encontrado na parede celular dos vegetais.

Os tomates transgênicos, ao serem comercializados, foram identificados como geneticamente modificados (FIGURA 4). Importante, sim, no entanto, o que significa isso para o consumidor, uma vez que não se tinham muitas pesquisas divulgadas sobre os transgênicos?

**E para você, a identificação como alimento transgênico na embalagem é o suficiente?**



## ATIVIDADE

Os alimentos que você classificou na primeira pesquisa deste Folhas poderiam ser reclassificados utilizando os critérios de alimento transgênico e não transgênico? Como você faria?



Símbolo definido pelo Ministério da Justiça, de acordo com o Decreto nº. 4680/03, podendo ser impresso em preto com fundo transparente para embalagens não coloridas. Esse símbolo precisa ser usado em conjunto com uma expressão que informe a origem transgênica do alimento, seja ele processado ou *in natura*. Como exemplos de expressões, temos “produto produzido a partir de soja transgênica” e “frango alimentado com ração contendo ingrediente de origem transgênica”.



■ FIGURA 4 – Imagem da embalagem de produto industrializado a partir de tomate transgênico. **Fonte:** <http://bulletin.sciencebusiness.net/ebulletins/images/1503/LabNotes/GM%20tomato.jpg>

Diante da insegurança estabelecida em relação à transgenia, a **rotulagem é necessária**, embora não substitua as questões polêmicas ainda não respondidas, uma vez que rotular não é sinônimo de que alimentos transgênicos estão garantidos e seguros para serem consumidos.

Acesse o endereço eletrônico [www.greenpeace.org.br](http://www.greenpeace.org.br) e veja a relação de alimentos que são comercializados e fabricados a partir de matéria-prima geneticamente modificada; veja também a relação dos alimentos declarados “livre de transgênicos”.

As opiniões sobre o uso de alimentos transgênicos são divergentes e devemos acompanhá-las uma vez que os benefícios e malefícios desses alimentos ainda carecem de estudos científicos para que pos-

samos ter maior segurança quanto ao consumo. Esses estudos devem ser mantidos e incentivados a fim de que resultados precisos e confiáveis sejam divulgados.

A Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, estatal subordinada ao Ministério da Agricultura, tem participado das pesquisas com alimentos transgênicos para o desenvolvimento de variedades transgênicas, como feijão, soja, batata, banana, cacau, café, arroz, milho e mamão. O desenvolvimento do mamão papaia transgênico, por exemplo, ocorreu a partir da recombinação gênica de dois genes para resistir ao vírus da mancha anelar.

### Mamão geneticamente modificado

Talvez um dos mais sucedidos seja o caso do mamão papaia resistente ao vírus da mancha anelar. O mamão transgênico é utilizado desde 1998 no estado do Havaí, EUA, e foi responsável pela recuperação da atividade agrícola e comercial envolvida na produção de papaia.

O vírus da mancha anelar é um extermínador. As plantas infectadas com o vírus não se recuperam, convertendo-se em reservatórios do vírus, o qual é rapidamente transmitido por insetos. Quando as plantas são infectadas ainda jovens simplesmente morrem sem produzir frutos. Já as plantas mais velhas produzem frutos pequenos e sem valor comercial. Não existe a ocorrência natural de genes de resistência ao vírus. Além disso, é impossível o plantio de novas árvores em áreas afetadas pela doença.

Recentemente a Embrapa desenvolveu uma variedade transgênica resistente ao vírus.

■ **Fonte:** adaptado do artigo "Mamão geneticamente modificado", publicado no jornal O Estado de São Paulo de 03/11/2004 – disponível em <http://www.criareplantar.com.br/biotecnologia/ler/?idArtigo=2410>, acesso em: 21 dez. 2007.

No Brasil, a ANBio - Associação Nacional de Biossegurança, uma das instituições que tem a responsabilidade pela expansão do conhecimento e da análise da segurança biológica e que objetiva, com seus trabalhos, a divulgação do conhecimento relativo à biossegurança, justifica que os benefícios do uso de organismos geneticamente modificados, tanto ao ambiente quanto à sociedade em geral, são perceptíveis, pois há redução na quantidade de agroquímicos aplicados nas produções agrícolas.

**Seria mesmo? Por exemplo, quais os objetivos da produção de soja transgênica?**



## DEBATE

Quando a CTNBio autorizou a soja transgênica, a ANVISA coincidentemente alterou os limites de resíduos de agrotóxicos que podem ser identificados em um alimento, aumentando em cinqüenta vezes. Discuta com seus colegas e com o professor, quais teriam sido as razões que levaram a ANVISA a realizar essa alteração.

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

■ **Fonte:** <http://www.ctnbia.gov.br/>

Os que defendem os alimentos transgênicos, principalmente cientistas e jornalistas, afirmam que estes não causam danos à saúde e ao ambiente, no entanto não comprovam sua segurança. Outros são mais prudentes e exigem mais pesquisas científicas, pois existem indícios e resultados isolados de que os alimentos transgênicos interferem na saúde e no ambiente. Mas, é bom lembrar que para a ciência, não estar provado não significa que não exista.

Ao refletirmos sobre quais seriam os objetivos da produção da soja RR, perguntamos: seriam para a melhoria da qualidade nutricional ou por interesses econômicos? Quais as implicações para a saúde humana? E para o ambiente?

A soja RR e o herbicida glifosato são produtos patenteados pela mesma empresa. O patenteamento de material genético é um problema ético e sério! Dizer que um produto é patenteado significa que a empresa detém os direitos de pesquisa e comercialização dos produtos produzidos por ela. Quem tiver interesse em utilizá-lo, no caso dos agricultores, em plantar a semente geneticamente modificada, terá que pagar royalty (uma espécie de taxa) ao proprietário.



■ **Fonte:** <http://www.midia independente.org/pt/blue/2003/09/264312.shtml>



## DEBATE

1. Se a patente refere-se ao direito intelectual, como na situação “inventei uma máquina e detenho o direito sobre minha invenção”, a empresa deveria ter o direito sobre a técnica. Porém, por ser uma técnica aplicada em seres vivos, como fica tal questão?
2. O genoma de qualquer ser vivo pode ser explorado economicamente por empresas? É uma atividade legal? É uma atividade ética? A quem pertence o patrimônio genético: ao próprio ser vivo do qual o genoma pertence, ou ao ser humano que interfere nesse genoma e apropria-se dele?
3. A semente da soja transgênica pode ser considerada “propriedade” ou “invenção” da empresa? O direito de propriedade diz respeito às técnicas utilizadas ou à semente transgênica em si?

Muitas vezes, as fontes de divulgação das informações sobre transgênicos, preferem passar a impressão de que a ciência é “incrível”, sem se preocupar com o que realmente é conhecido cientificamente em relação aos riscos e/ou benefícios desses alimentos transgênicos.

Podemos considerar muitas conclusões como precipitadas e sensacionalistas, mas o fato é que, sabendo ou não, concordando ou não, provavelmente estamos consumindo alimentos geneticamente modificados. Basta observar que muitos alimentos que consumimos hoje não existiam na natureza, pois foram transformados por técnicas clássicas de melhoramento genético, como irradiação, mutação, aplicações químicas, ou mesmo por aplicações de técnicas modernas de manipulação genética.

**Você conhece a nectarina (*Psunus pérsica*), o mamão papaia (*Carica papaya*) e o kiwi (*Actinidia deliciosa*)? Sabe de onde vieram?**



## PESQUISA

Ficção ou realidade? Pesquise para saber ...

A soja transgênica, entre outros alimentos e produtos transgênicos, é uma realidade dos nossos dias, mas ...

1. Porcos transgênicos verdes que brilham no escuro ...
2. Peixe transgênico com vacina contra a hepatite B ...
3. Ovelhas transgênicas que produzem leite contendo fator 9, utilizado como medicamento contra a hemofilia ...

Procure nos livros de biologia e na internet para saber se esses transgênicos são ficção ou realidade.



■ Nectarina. **Fonte:** Instituto Agronômico, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, <http://www.iac.sp.gov.br/Centros/Fruticultura/FRUTIFERAS/Nectarina.htm>

Dante da imensa quantidade de informações disponíveis sobre os transgênicos, trilhamos somente uma pequena parte dessa história. E você não pode ficar por aqui! O objetivo é a reflexão em torno dos alimentos transgênicos, indo além da exposição das opiniões que oscilam entre o “favorável” e o “contrário”, com a apresentação de alguns conhecimentos científicos para você começar a tirar suas próprias conclusões!

E aí, o alimento que você consome diariamente é transgênico?

Será que estamos consumindo alimentos transgênicos e não sabemos?

## ■ Referências Bibliográficas

BURNS, G. W.; BOTTINO, P. J. **Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan: 1991.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2006.

## ■ Obras Consultadas

ALTIERI, M. A. **Biotecnologia agrícola**: mitos, riscos ambientais e alternativas. Porto Alegre/RS: EMATER-RS, 2002.

CAVALLI, S. B. S. B. Segurança alimentar: a abordagem dos alimentos transgênicos. **Revista de Nutrição**, v.14, p. 41-46, 2001.

GARCIA, E. S., CHAVES, C. I. Genética molecular: avanços e problemas. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, 103-109, jan-mar. 1996.

LEITE, M. Biotecnologia e transgênicos: os genes da discordia – alimentos transgênicos no Brasil. **Revista política externa**, v.5, n.2, set.1999.

QUADROS, A. L. de. A água como tema gerador do conhecimento químico. **Revista química nova na escola**, n.20, nov. 2004.

## ■ Documentos Consultados *ONLINE*

GANDARA, F. B. **Transgênicos na agricultura**: ciência e riscos ambientais. Seminário “Ameaça dos transgênicos”. Disponível em <[http://www.campanhatransgenicos.org.br/files/FlavioGandara\\_TransgAgric\\_Ciencia\\_RiscosAmb.pdf](http://www.campanhatransgenicos.org.br/files/FlavioGandara_TransgAgric_Ciencia_RiscosAmb.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2007.

LIBERAL, E. G. **IAPAR tem nova cultivar de maçã para climas quentes**. Instituto Agronômico do Paraná. Disponível em <[www.iapar.br](http://www.iapar.br)>. Acesso em: 21 dez. 2007.

NASCIMENTO, I. B. do; SILVA, A. L. R. da; LIMA, J. R. de. **Toxinas naturalmente presentes em alimentos**: um risco potencial. Associação Norte Nordeste de Química. Disponível em <[www.annq.org/congresso2007/trabalhos\\_apresentados/T95.pdf](http://www.annq.org/congresso2007/trabalhos_apresentados/T95.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2007.

OLIVEIRA, F. Impactos da biotecnologia na saúde: mitos, verdades e fatos sobre os transgênicos. Seminário “Ameaça dos transgênicos”. Disponível em <[www.campanhattransgenicos.org.br/files/FatimaOliveira\\_ImpactosSaude.pdf](http://www.campanhattransgenicos.org.br/files/FatimaOliveira_ImpactosSaude.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2007.

PARANÁ. Conselho de Fiscalização do Cumprimento da Lei de Transgênicos. Disponível em <[www.transgenicos.pr.gov.br](http://www.transgenicos.pr.gov.br)>. Acesso em: 21 dez. 2007.

PARANÁ. Governo Eletrônico do Paraná. Rotulagem de transgênicos: a preocupação válida para um mal necessário e para a proteção de sua saúde. Disponível em <[www.pr.gov.br/governoeletronico/jornaltransgenicos.pdf](http://www.pr.gov.br/governoeletronico/jornaltransgenicos.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2007.

SILVA, G. Biotecnologia: entre a ousadia e a prudência. **Revista Globo Rural**, edição 197, março 2002. Disponível em <<http://globorural.globo.com/edic/197/repbio.htm>>. Acesso em: 21 dez. 2007.



## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---