

Biologia



Professor: Sóstenes França

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	4
• O que a Biologia Estuda	4
• Características dos Seres Vivos	5
• Nutrição	8
• Reprodução Assexuada e Sexuada	9
• Evolução	11
CAPÍTULO 2	17
• Reino do Mundo Vivo	16
• A Biodiversidade e o Sistema de Classificação dos Seres Vivos	17
• Das Espécies ao Reino	18
• Mundo Vivo: Apresentação dos Reinos	22
• Biologia em Todos os Tempos	29
CAPÍTULO 3	31
• Vírus um Grupo sem Reino	31
• Características Gerais dos Seres Vivos	31
• A Reprodução dos Vírus	32
• A Importância dos Vírus	33
• Principais Viroses Humanas	33
• Aids	34
• Dengue	36
• Febre Amarela	37
• Hepatite Viral	37
• Poliomielite	38
• Raiva ou Hidrofobia	38
• Biologia em Todos os Tempos	47
CAPÍTULO 4	48
• Reino Monera	48
• Estrutura Celular no Reino Monera	48
• Bactérias	49

• A Reprodução das Bactérias	-----	52
• Cólera	-----	53
• Meningite Meningocócica	-----	53
• Tuberculose	-----	54
• Tétano	-----	54
• Sífilis	-----	54
• Gonorreia	-----	55
• Outras Doenças Provocadas por Bactérias	-----	55
• Cianobactérias ou Cianofíceas	-----	56
• Biologia em Todos os Tempos	-----	62

CAPÍTULO 5 _____ **64**

• Reino Protista	-----	64
• Protozoários	-----	64
• A Malária	-----	68
• A Reprodução dos Protozoários	-----	72
• Algas Protistas	-----	72
• Biologia em Todos os Tempos	-----	78

CAPÍTULO 6 _____ **80**

• Reino Fungi	-----	80
• Características Gerais dos Fungos	-----	80
• Classificação dos Fungos	-----	81
• Associação Mutualísticas: Líquens e Micorrizas	-----	83
• A Importância dos Fungos	-----	85
• A Era dos Antibióticos	-----	88
• Biologia em Todos os Tempos	-----	92

CAPÍTULO 7 _____ **95**

• Reino Plantae ou Metaphyta	-----	95
• Classificação das plantas	-----	95
• Briófitas – Plantas sem vasos condutores	-----	96
• Classificação das Briófitas e Musgos	-----	97
• Pteridófitas	-----	98
• Gimnospermas	-----	99
• Angiospermas e suas características	-----	100

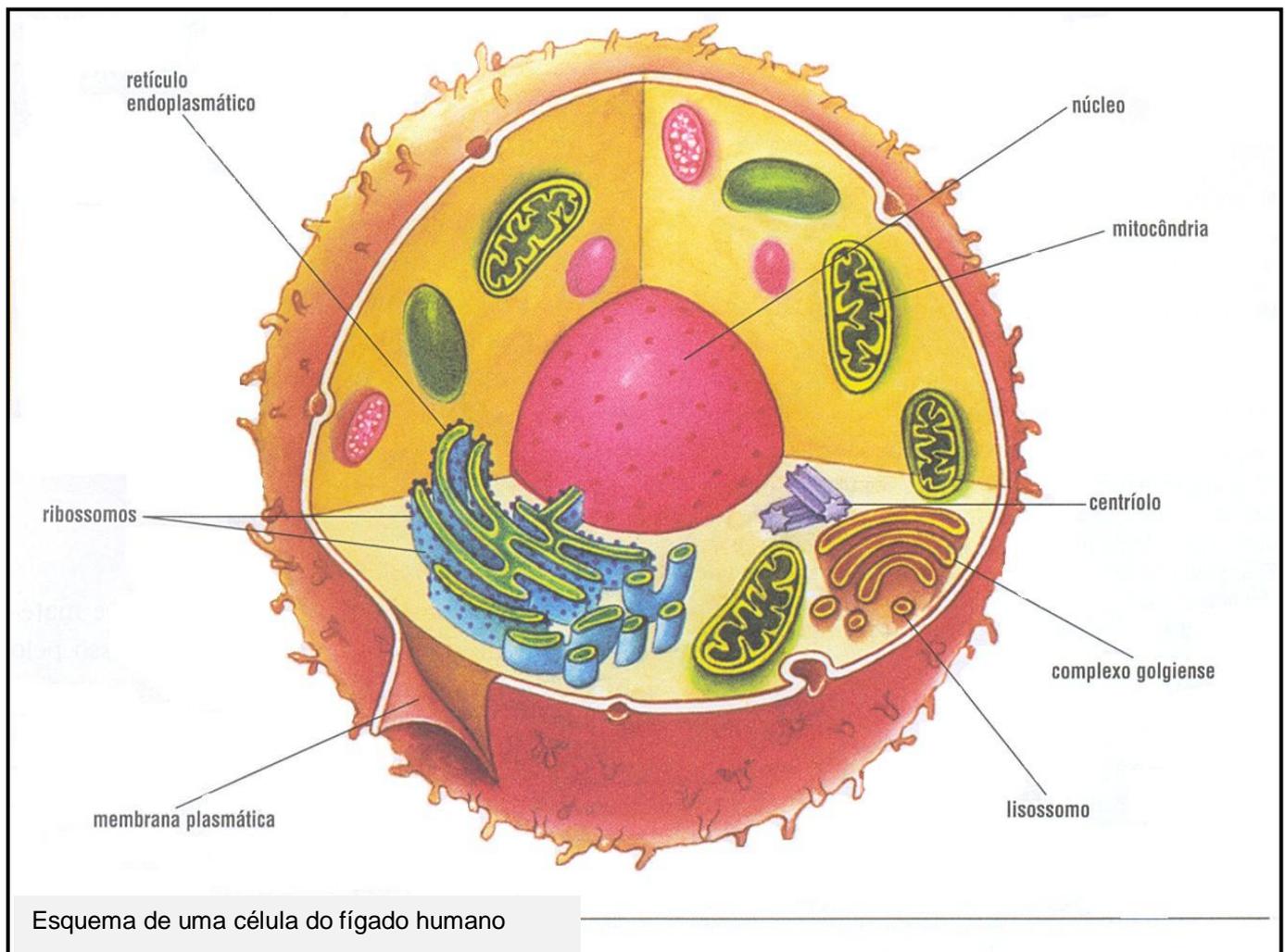
CAPÍTULO 1

O que a Biologia estuda

Objetivos:

- ◆ Compreender as características gerais dos seres vivos.
- ◆ Identificar os níveis de organização dos seres vivos.
- ◆ Conhecer os procedimentos gerais da investigação científica.

Neste capítulo vamos analisar as características dos seres vivos e o método pelo qual essas características são estudadas – o método científico.



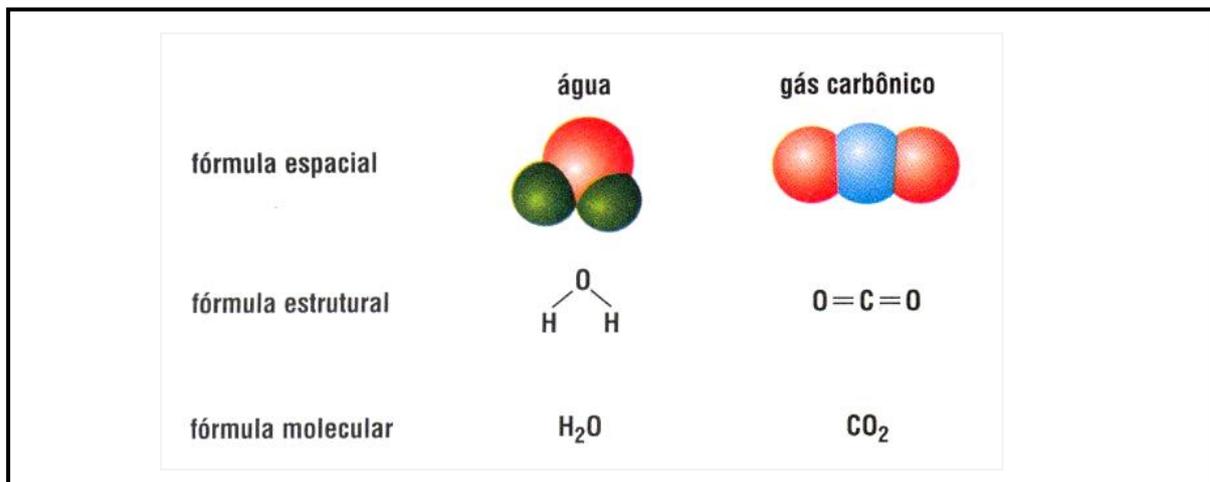
Características dos seres vivos

Composição química complexa, alto grau de organização, nutrição, crescimento, metabolismo, irritabilidade, reprodução, hereditariedade e evolução são características que, em conjunto, diferenciam os seres vivos da matéria sem vida (também chamada de matéria bruta).

Composição química complexa

Toda matéria existente no universo é feita de **átomos**. Alguns podem se ligar a outros e formar **moléculas**. Por exemplo, cada molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio ligados a um de oxigênio. A fórmula molecular da água - H_2O - representa os átomos que compõem a molécula. Outros átomos podem se ligar e formar compostos iônicos. É o caso do cloro e do sódio, que formam o cloreto de sódio (o sal comum). A força que mantém os átomos unidos é chamada de **ligação química**.

Água, gás carbônico, oxigênio e sais minerais, como o cloreto de sódio, são compostos relativamente simples e fazem parte do grupo das **substâncias inorgânicas** (figura a seguir). Elas são chamadas também de substâncias **minerais**, pois são encontradas em rochas, no solo, no ar e na água.



Fórmulas de moléculas de substâncias inorgânicas (água e gás carbônico). O átomo de carbono está representado por uma esfera azul; o de oxigênio, por esferas vermelhas; o de hidrogênio, por esferas verdes. Na fórmula estrutural, os traços indicam as ligações químicas entre os átomos. A fórmula molecular indica apenas o número de cada átomo por molécula.

Nos seres vivos, além de substâncias inorgânicas, há muitas **substâncias orgânicas** (açúcares, gorduras, proteínas, vitaminas, etc), formadas por átomos de carbono ligados entre si, que podem constituir longas cadeias. Unidos a essas cadeias estão átomos de hidrogênio, de oxigênio e de nitrogênio, entre outros. Em geral, as substâncias orgânicas são maiores e mais complexas que as inorgânicas.

A expressão "substância orgânica" vem de uma época em que se pensava que elas só poderiam ser produzidas no interior dos organismos. Hoje inúmeras substâncias orgânicas são fabricadas em laboratório.

Alto grau de organização

A organização dos seres vivos vai muito além da organização da matéria sem vida. Enquanto esta é formada por átomos que podem reunir-se e formar moléculas e, às vezes, cristais, nos seres vivos as moléculas organizam-se de modo extremamente complexo, formando unidades denominadas **células**.

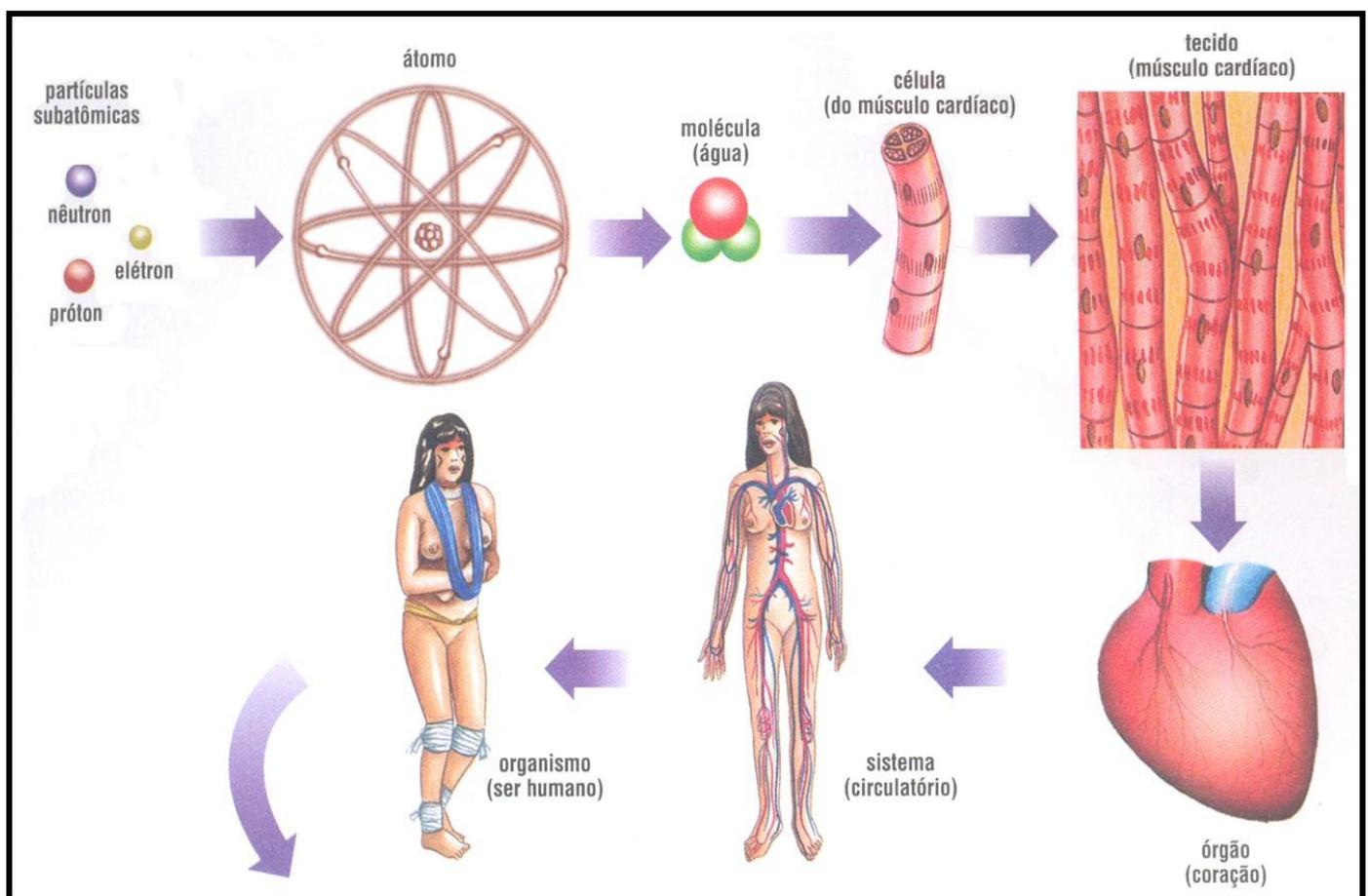
Na maioria dos seres vivos, há grupos de células reunidas para executar determinada função; são os **tecidos**. Estes formam os **órgãos**, que se organizam em **sistemas**. Vários sistemas reunidos e trabalhando em harmonia formam um **organismo**. Os organismos de uma mesma espécie se reúnem em **populações** e as diversas populações de uma mesma região (como todos os seres vivos que habitam um lago) constituem uma **comunidade**. Esta influi nos fatores físicos e químicos do ambiente - como a chuva, o solo e a temperatura - e é influenciada por eles. Forma-se assim um conjunto - constituído por seres vivos e pelos fatores físicos e químicos - chamado de **ecossistema**. Esse nível de organização pode ser exemplificado por uma floresta inteira (os seres vivos, o tipo de solo e de clima, a quantidade de água, etc).

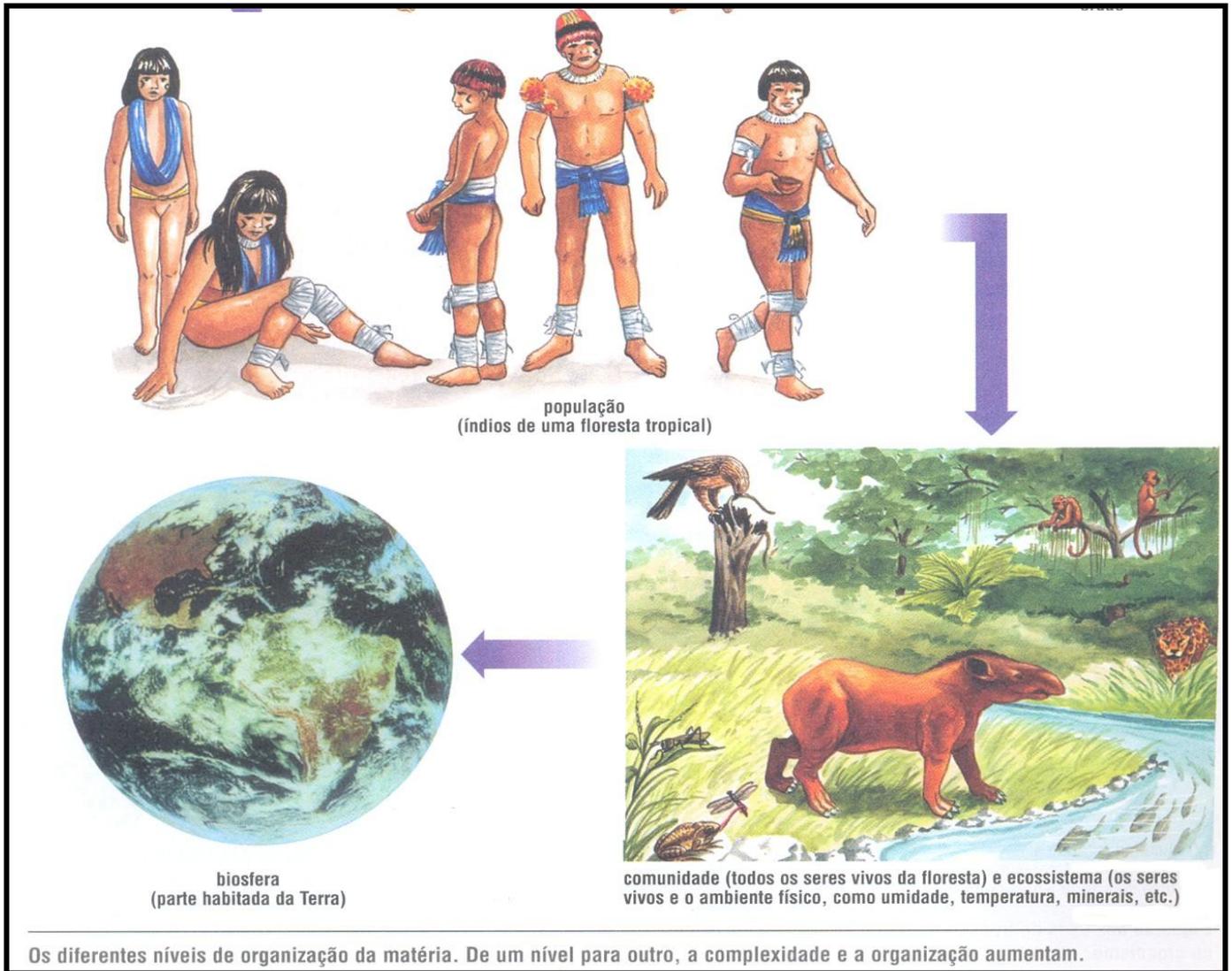
A reunião de todos os ecossistemas do planeta forma a **biosfera**, ou seja, o conjunto de todas as regiões da Terra habitadas por seres vivos (figura a seguir).

Nutrição, crescimento e metabolismo

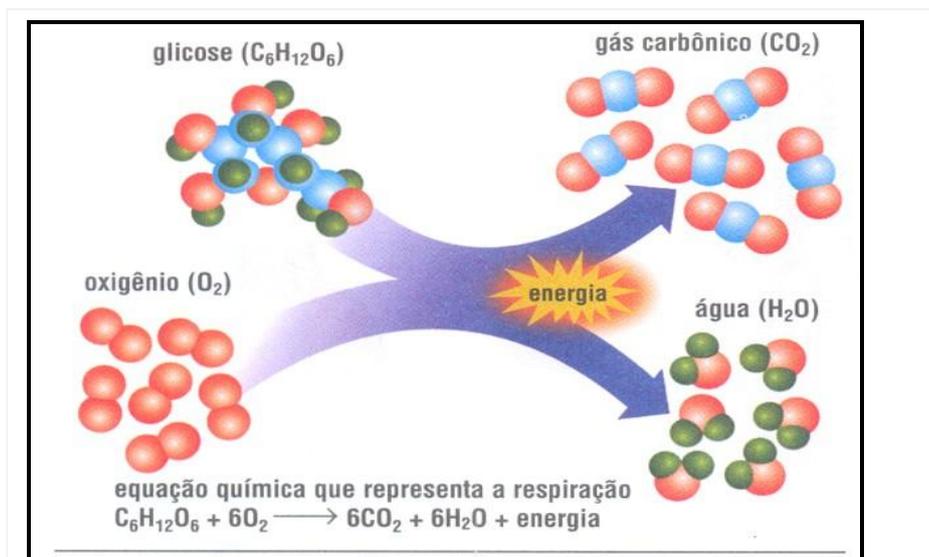
Os seres vivos retiram constantemente matéria e energia do meio ambiente. O processo pelo qual eles conseguem novas moléculas do ambiente é chamado de **nutrição**. Boa parte dessas moléculas é usada na **reconstrução** do corpo, que se desgasta continuamente, ou para permitir o **crescimento** e o **desenvolvimento** do organismo.

Mesmo uma bactéria, ser microscópico, é capaz de realizar centenas de transformações químicas a cada momento.



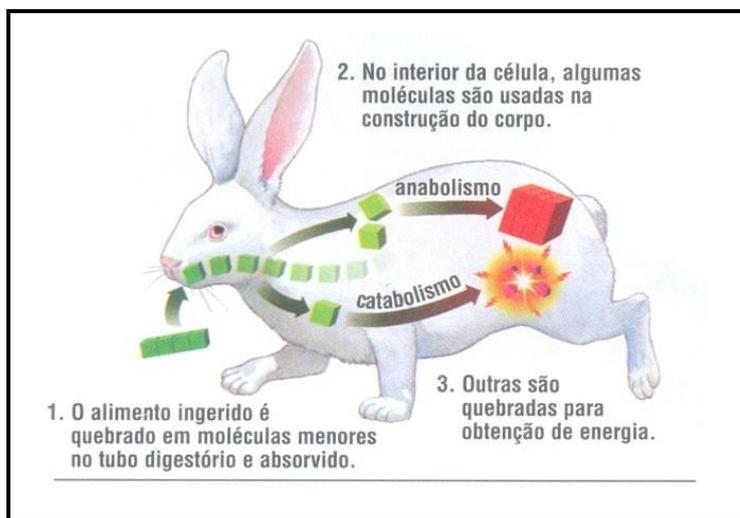


Uma parte do alimento ingerido é levada para a célula, onde é quebrada e oxidada, transformando-se em moléculas menores. Por esse processo, chamado de **respiração celular**, é produzida a energia necessária às diversas transformações que ocorrem no ser vivo, incluindo a formação de novas moléculas (figura a seguir).



Assim como um carro queima gasolina, o ser vivo usa o alimento como combustível na respiração. A energia extraída do alimento é utilizada nas atividades do corpo.

O processo de formação da matéria viva que ocorre no interior das células é chamado de **anabolismo** (*aná* = para cima; *bollein* = projetar) e corresponde a um conjunto de reações de síntese ou de construção. O processo de destruição de moléculas de alimento para obtenção de energia é chamado de **catabolismo** (*kata* = para baixo) e consiste em um conjunto de reações de análise ou de decomposição. A soma de todos os processos que ocorrem no ser vivo é chamada de **metabolismo** (*metabolé* = transformar). Analise a figura a seguir.



Esquema dos tipos de transformações que ocorrem no organismo.

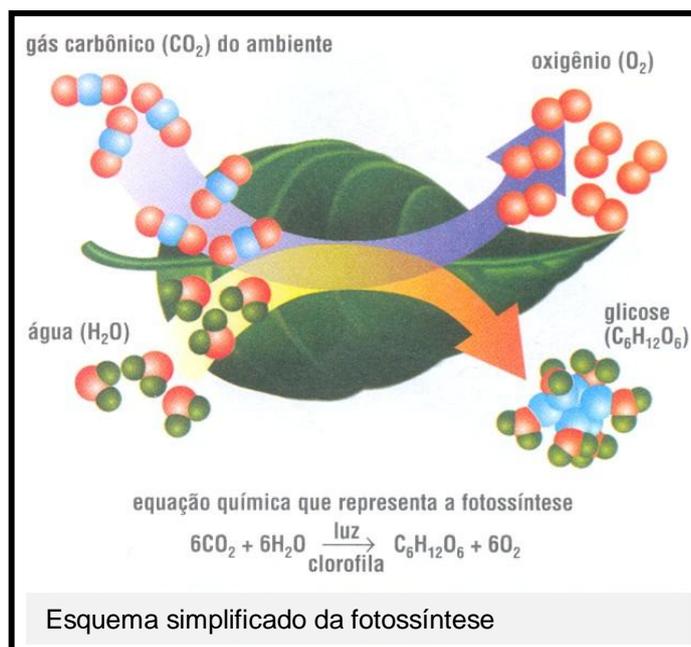
As reações químicas do metabolismo são controladas de tal maneira que a composição química do organismo não se altera, isto é, os seres vivos mantêm sempre a mesma quantidade e o mesmo tipo de substâncias que formam seu corpo. Se, por exemplo, faltar açúcar ou água em nosso organismo, sentiremos fome ou sede. Quando bebemos muita água, eliminamos automaticamente o excesso pela urina. Assim, apesar de ocorrerem mudanças no ambiente externo, que podem até ameaçar a sobrevivência dos seres vivos, estes possuem mecanismos capazes, pelo menos dentro de certos limites, de manter para as suas células um "ambiente interno" constante e em condições adequadas à vida.

Essa capacidade dos organismos de se manterem em equilíbrio dinâmico é chamada de **homeostase** ou **homeostasia** e é fundamental à sua sobrevivência.

NUTRIÇÃO

Na natureza, há duas formas básicas de nutrição:

- ✓ **autotrófica** (*auto* - próprio; *trofo* = alimento) - é realizada apenas pelas plantas, algas e por certas bactérias. Pelo processo chamado de **fotossíntese**, o organismo usa a energia luminosa do Sol, que é absorvida pela clorofila, para produzir glicose a partir do gás carbônico, da água e dos sais minerais que retira do ambiente, liberando oxigênio na atmosfera (figura a seguir). Com a glicose os seres autotróficos produzem outras substâncias orgânicas;



✓ **heterotrófica** (*hetero* = diferente) - é realizada pelos animais, protozoários, fungos e pela maioria das bactérias, seres que não são capazes de realizar fotossíntese e precisam ingerir moléculas orgânicas prontas.

Irritabilidade

Os seres vivos são capazes de reagir a mudanças ou a estímulos do ambiente, característica chamada de **irritabilidade**. Muitas vezes essas reações se manifestam por um movimento do corpo, aproximando-se ou afastando-se do estímulo, como podemos constatar quando um animal busca comida ou foge de um perigo.

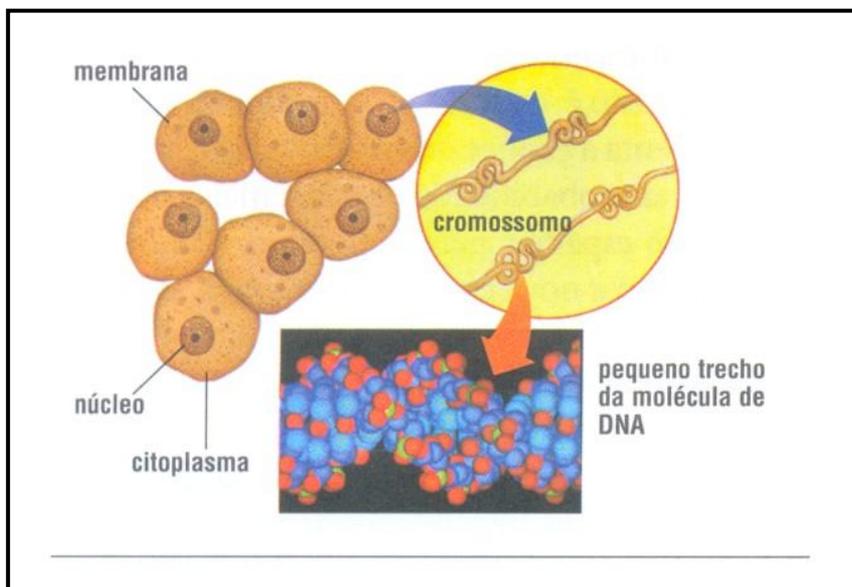
Em geral, os vegetais reagem por meio do crescimento. O caule cresce em direção à luz; as raízes crescem contra a luz ou em direção à água; etc.

Reprodução e hereditariedade

Apesar do contínuo trabalho de reconstrução de sua estrutura (pela nutrição e pelo metabolismo), o ser vivo envelhece e morre. Antes de morrer, porém, ele se **reproduz**, isto é, produz descendentes. Os filhotes são semelhantes aos pais e essa semelhança caracteriza a **hereditariedade**.

A reprodução e a hereditariedade dependem de uma substância orgânica, o **ácido desoxirribonucleico (DNA)**, localizada no interior das células, em filamentos chamados de **chromossomos** (figura a seguir).

A estrutura conhecida como **gene** corresponde a um segmento ou pedaço da molécula de DNA (figura abaixo). Nos genes estão as informações responsáveis pelas características do indivíduo, como a cor dos olhos, a cor dos cabelos, a forma do nariz e, no caso de uma aranha, até mesmo o tipo de teia que ela tece para capturar suas presas.

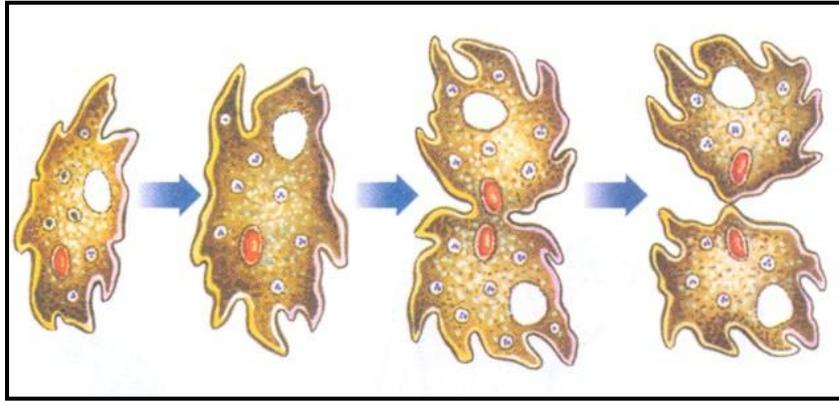


Muitas de nossas características físicas são programadas pelo DNA. Mas elas também sofrem influência do ambiente. Nossa personalidade, por exemplo, depende bastante do ambiente em que vivemos: família, escola, amigos, situação socioeconômica, etc.

REPRODUÇÃO ASSEXUADA E SEXUADA

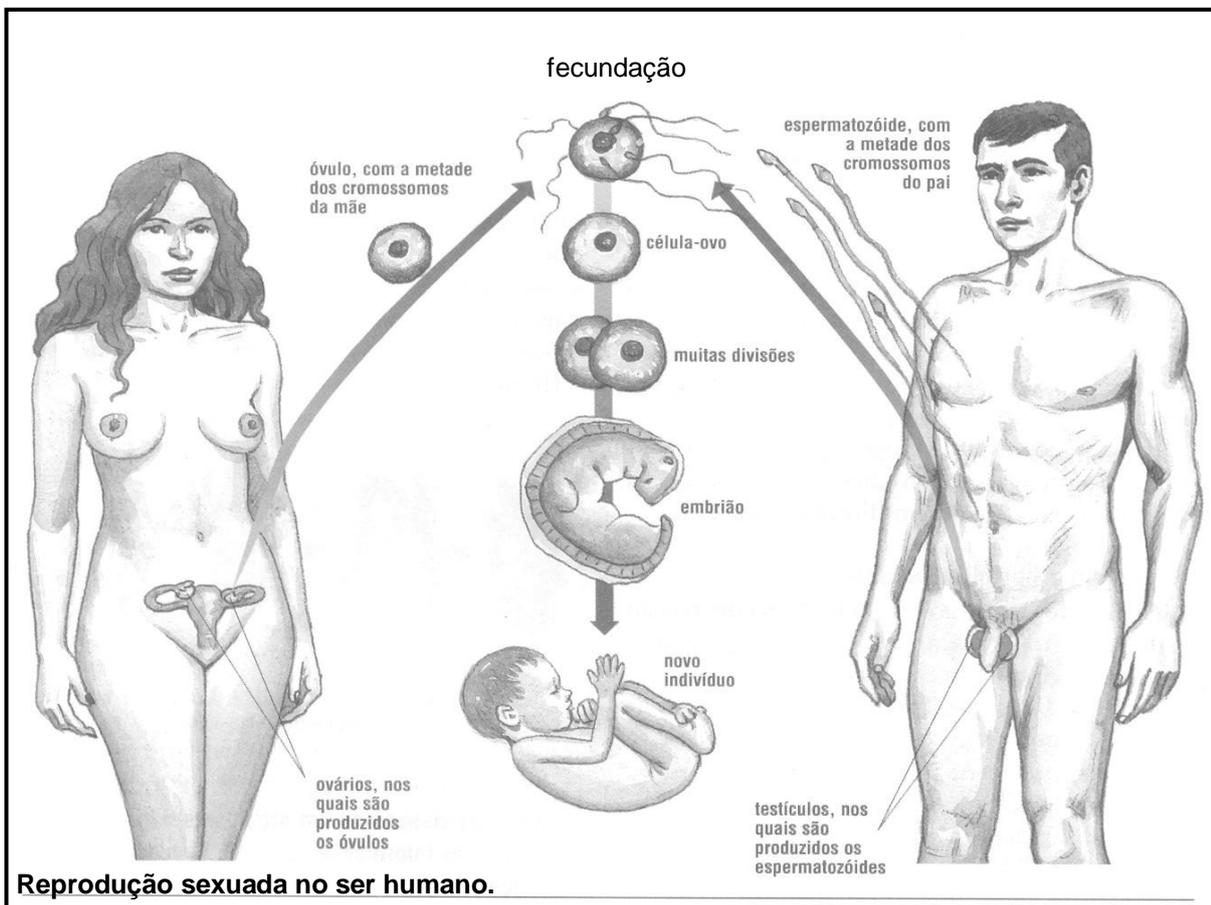
As informações genéticas são transmitidas de uma geração para outra pela reprodução, que pode ser:

✓ **assexuada** - os descendentes recebem cópias iguais do DNA do indivíduo original e, por isso, possuem exatamente as mesmas características (figura a seguir);



Esquema da reprodução assexuada da ameba, organismo microscópico formado por uma única célula.

As características de um organismo não dependem apenas das informações do DNA. Elas são resultado da ação conjunta do gene e do ambiente. Por exemplo, duas pessoas com os mesmos tipos de genes para altura poderão ter alturas diferentes por causa de diferenças na alimentação durante o período de crescimento. Em relação ao comportamento, a ação do ambiente é fundamental. A personalidade depende muito do ambiente em que vivemos: família, escola, amigos, situação socioeconômica, etc. Alguns cientistas têm pensado em produzir clones humanos. Sabe-se que os clones possuem exatamente os mesmos genes da pessoa clonada. Imagine que fosse criado um clone seu. Ele teria, com certeza, a mesma altura, o mesmo teor de gordura e massa muscular que você? Por quê?



- ✓ **sexuada** - cada filho resulta de uma combinação diferente de genes do pai e da mãe. Esse tipo de reprodução é realizado pela união de células especializadas, os **gametas**. Nos animais, o sexo feminino produz o **gameta feminino**, chamado de **óvulo**, e o sexo masculino produz o **gameta masculino**, chamado de **espermatozoide**. Quando ocorre a **fecundação**, ou seja, a união dessas células, forma-se o **zigoto** ou **célula-ovo**, que se divide várias vezes e origina um novo indivíduo (figura anterior).

Evolução

As espécies hoje existentes resultaram de espécies passadas que sofreram transformações. Esse processo de transformações é chamado de **evolução** e para ele concorrem dois fatores, entre outros:

- **Mutação** - modificação na molécula de DNA, provocada por falhas durante a sua duplicação ou pela exposição do organismo a radioatividade ou a certos produtos químicos. Essa mudança na molécula de DNA pode levar ao aparecimento de uma nova característica no organismo. Quando a mutação é vantajosa, isto é, quando produz uma característica que aumenta a chance de sobrevivência do organismo ou sua probabilidade de gerar mais filhotes, ela tende a se espalhar pela população: o número de filhotes com a nova característica torna-se, pouco a pouco, superior ao número de filhotes sem ela. Caso seja prejudicial, a mutação continuará rara e pode até mesmo desaparecer;
- **Seleção natural** - processo pelo qual o ambiente determina quais organismos têm maior possibilidade de sobrevivência e reprodução. Desenvolvida pelo cientista Charles Darwin (1809-1882) em seu livro *A origem das espécies* (1859), a ideia da seleção natural foi um marco na história da Biologia.

(Fuvest-SP) A bactéria *Streptococcus iniae* afeta o cérebro de peixes, causando a "doença do peixe louco". A partir de 1995, os criadores de trutas de Israel começaram a vacinar seus peixes. Apesar disso, em 1997, ocorreu uma epidemia causada por uma linhagem de bactéria resistente à vacina. Os cientistas acreditam que essa linhagem surgiu por pressão evolutiva induzida pela vacina, o que quer dizer que a vacina:

- a) induziu mutações específicas nas bactérias, tornando-as resistentes ao medicamento.
- b) induziu mutações específicas nos peixes, tornando-os suscetíveis à infecção pela outra linhagem de bactéria.
- c) causou o enfraquecimento dos órgãos dos peixes, permitindo sua infecção pela outra linhagem de bactéria.
- d) levou ao desenvolvimento de anticorpos específicos, que, ao se ligarem às bactérias, as tornaram mais agressivas.
- e) permitiu a proliferação de bactérias mutantes resistentes, ao impedir o desenvolvimento das bactérias da linhagem original.

Um exemplo de evolução é o aparecimento de bactérias resistentes a um antibiótico. Isso acontece porque, por mutação, pode surgir uma bactéria resistente ao antibiótico. Esse mutante pode aparecer mesmo que o antibiótico não esteja presente; a mutação não é provocada pelo medicamento.

Se não houver antibiótico no meio em que esse mutante se encontra, sua característica não lhe traz nenhuma vantagem. Mas, na presença do antibiótico, as bactérias sensíveis morrem e os mutantes resistentes sobrevivem. O resultado é que, geração após geração, diminui a quantidade de bactérias sensíveis e aumenta a de resistentes. Assim, o antibiótico seleciona formas resistentes e origina populações insensíveis à droga.

MÉTODO CIENTÍFICO

Como outras ciências naturais (Física, Química, etc), a Biologia usa o método científico. Utilizá-lo significa, ao tentar explicar um fato ou resolver um problema, fazer suposições ou elaborar hipóteses que possam ser testadas com observações ou experimentos.

Teste controlado

Imagine que quiséssemos testar a seguinte hipótese: a falta de determinada vitamina provoca uma doença em ratos.

Para isso, poderíamos usar o método científico assim: colocaríamos vários ratos em uma gaiola e os alimentaríamos com uma dieta completa, em que não faltasse essa vitamina, e em outra gaiola colocaríamos o mesmo número de ratos, que receberiam uma dieta sem aquela vitamina. Após algum tempo, observaríamos as alterações que tivessem surgido nos ratos que não receberam a vitamina.

Esse tipo de experiência é chamado de **experiência controlada**, pois os ratos que receberam a dieta completa funcionam como **grupo de controle** ou **de comparação**. Os outros formam o **grupo experimental**. Se o experimento for bem realizado, com ratos da mesma espécie e da mesma idade, colocados nas mesmas condições ambientais, as doenças que aparecerem no grupo experimental podem ser atribuídas exclusivamente à falta da vitamina. É importante também usar grupos e não apenas indivíduos, para evitar generalizações com base em fatos isolados.

No fim do teste os resultados são publicados em revistas científicas especializadas para que outros cientistas possam repetir a experiência e comprovar os resultados.

Etapas do método científico

Em linhas gerais, podemos dizer que o método científico se divide nas seguintes etapas:

- observação de um fato;
- formulação de um problema, isto é, levantamento de algo ligado ao fato que precisa ser explicado;
- elaboração de hipóteses que resolvam o problema;
- realização de observações ou experimentos para testar a hipótese;
- análise dos resultados da observação ou experimento, seguida de conclusão.

Uma hipótese (ou um conjunto de hipóteses) apoiada por grande número de experimentos passa a ganhar a confiança dos cientistas e poderá ser considerada lei. Um conjunto de leis e de hipóteses poderá formar um sistema mais amplo, a **teoria**. É o caso da teoria da evolução, que explica como as espécies se transformam com o tempo. Mas as leis e as teorias podem ser corrigidas, aperfeiçoadas e substituídas à medida que novos fatos são descobertos ou novas experiências são realizadas.

Questões propostas

1 - O que é metabolismo? Qual a diferença entre anabolismo e catabolismo?

2 - Que substância forma o gene?

3 - Quais os dois fatores básicos responsáveis pela evolução? Defina cada um.

Questões de vestibular

1 - (Acafe-SC) São afirmações sobre os seres vivos quanto à obtenção do alimento:

- I. Os seres heterotróficos têm capacidade de sintetizar seu próprio alimento, pois realizam a fotossíntese.
- II. Os seres autotróficos obtêm matéria orgânica a partir da energia luminosa e moléculas simples.
- III. Os seres heterotróficos dependem dos autotróficos.

Todas as afirmações acima que estão corretas se encontram na alternativa:

- a) II – III.
- b) II.
- c) I – II.
- d) I – II – III.
- e) III.

2 - (Acafe-SC) Nos seres vivos, as diversas células sofrem diferenciação, dando origem a grupos de células com forma e função semelhantes chamados:

- a) sistemas.
- b) organismos.
- c) órgãos.
- d) aparelhos.
- e) tecidos.

3 - (Fac. Med. ABC-SP) Considere a seguinte frase, a ser completada: "Sem I não há variabilidade, sem variabilidade não há II e, conseqüentemente, não há III ". Os termos que, substituindo as lacunas, tornam essa frase logicamente correta são:

- a) I - evolução, II - seleção e III - mutação.
- b) I - evolução, II - mutação e III - seleção.
- c) I - mutação, II - evolução e III - seleção.
- d) I - mutação, II - seleção e III - evolução.
- e) I - seleção, II - mutação e III - evolução.

4 - (UFMG) Um estudante decidiu testar os resultados da falta de determinada vitamina na alimentação de um grupo de ratos. Colocou, então, cinco ratos em uma gaiola e retirou de sua dieta os alimentos ricos na vitamina em questão. Após alguns dias, os pelos dos ratos começaram a cair. Concluiu, então, que essa vitamina desempenha algum papel no crescimento e manutenção dos pelos. Sobre essa experiência podemos afirmar:

- a) A experiência obedeceu aos princípios do método científico, mas a conclusão do estudante pode não ser verdadeira.
- b) A experiência foi correta e a conclusão também. O estudante seguiu as normas do método científico adequadamente.
- c) A experiência não foi realizada corretamente porque o estudante não usou um grupo de controle.
- d) O estudante não fez a experiência de forma correta, pois não utilizou instrumentos especializados.
- e) A experiência não foi correta porque a hipótese do estudante não era uma hipótese passível de ser testada experimentalmente.

5 - (UFRJ) Por que, sem a energia do Sol, os animais não teriam energia para manter o seu metabolismo?

6 - (Uece) Indique a opção que contém a sequência lógica dos níveis de organização dos seres vivos.

- a) organismo - população - comunidade - ecossistema
- b) organismo - comunidade - população - ecossistema
- c) população - comunidade - organismo - ecossistema
- d) população - comunidade - ecossistema - organismo

7 - (PUC-MG) "Errar é humano, permanecer no erro é diabólico, mas a capacidade de errar ligeiramente é a verdadeira maravilha do DNA." Esse erro do DNA é denominado:

- a) mutação.
- b) replicação.
- c) fenocópia.
- d) reprodução assexuada.
- e) recombinação gênica.

8 - (UFV-MG) Utilizando os seus conhecimentos sobre a vida do planeta Terra, responda:

- a) De onde provêm todos os açúcares naturais (carboidratos) utilizados pelos animais e vegetais?
- b) Por que se diz que, se a produção dos açúcares naturais acabasse, a vida na Terra seria extinta?

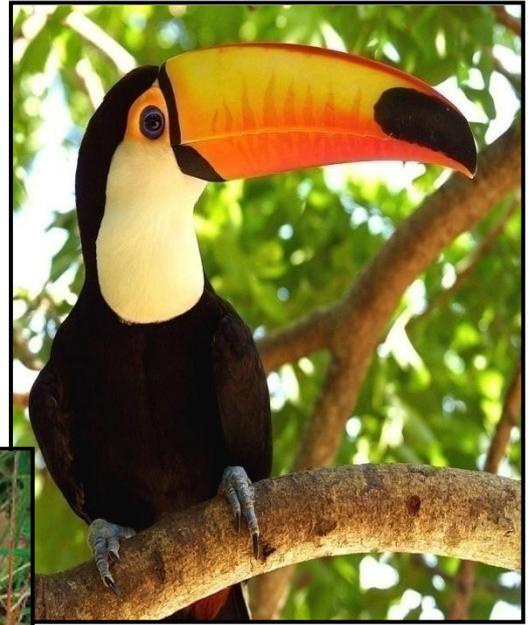
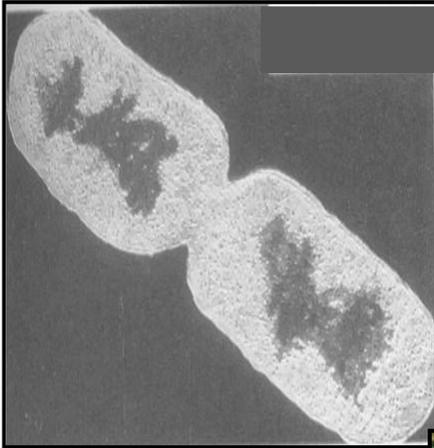
9 - (Fuvest-SP) No texto a seguir, reproduzido do livro *Descobertas acidentais em ciências*, de Royston M. Roberts (Campinas, Papyrus, 1993), algumas frases referentes a etapas importantes na construção do conhecimento científico foram *grifadas* e identificadas por um numeral romano:

"Em 1889, em Estrasburgo, então Alemanha, enquanto estudavam a função do pâncreas na digestão, Joseph von Mering e Oscar Minkowski removeram o pâncreas de um cão. No dia seguinte, um assistente de laboratório chamou-lhes a atenção sobre o grande número de moscas voando ao redor da urina daquele cão. *(I) Curiosos sobre por que as moscas foram atraídas à urina, analisaram-na e observaram que esta apresentava excesso de açúcar.* *(II) Açúcar na urina é um sinal comum de diabetes.* Von Mering e Minkowski perceberam que estavam vendo pela primeira vez a evidência da produção experimental de diabetes em um animal. *(III) O fato de tal animal não ter pâncreas sugeriu a relação entre esse órgão e o diabetes.* [...] Muitas tentativas de isolar a secreção foram feitas, mas sem sucesso até 1921. Dois pesquisadores, Frederick G. Banting, um jovem médico canadense, e Charles H. Best, um estudante de Medicina, trabalhavam no assunto no laboratório do professor John J. R. MacLeod, na Universidade de Toronto. Eles extraíram a secreção do pâncreas de cães. *(IV, Quando injetaram os extratos [secreção do pâncreas] nos cães tornados diabéticos pela remoção de seus pâncreas, o nível de açúcar no sangue desses cães voltou ao normal, e a urina não apresentava mais açúcar.*"

A alternativa que identifica corretamente cada uma é das frases grifadas com cada uma das etapas de construção do conhecimento científico é:

	I	II	III	IV
a)	hipótese	teste da hipótese	fato	observação
b)	fato	teoria	observação	teste da hipótese
c)	observação	hipótese	fato	teste da hipótese
d)	observação	fato	teoria	hipótese
e)	observação	fato	hipótese	teste da hipótese

Reinos do mundo vivo



Escherichia coli (acima, à esquerda), tucano (acima, à direita), Amanita muscaria (centro), Cycas revoluta (abaixo, á esquerda) e Euglena viridis (abaixo, à direita), alguns representantes dos reinos do mundo vivo.

CAPÍTULO 2

A biodiversidade e o sistema de classificação dos seres vivos

A biosfera pode ser entendida como a porção da Terra que abriga a biodiversidade do planeta — os milhões de espécies de seres vivos existentes. Toda a biodiversidade conhecida e catalogada pela ciência tem uma classificação na biologia. E essa tendência para classificar seres vivos — bem como não vivos, reais e imaginários — remonta à Pré-História. Aos poucos, nossos ancestrais aprenderam a diferenciar, por exemplo, as plantas comestíveis das venenosas, os solos férteis dos estéreis, os metais mais apropriados para a confecção de utensílios e armas.

Ao longo da História, o ser humano aprendeu que a prática de classificar seres e objetos facilita a manipulação e a compreensão das entidades classificadas, além de permitir que seu estudo seja compartilhado entre pessoas, constituindo um eficiente método de comunicação. No caso dos seres vivos, apenas em 1758 se chegou a um sistema universal adequado — o *sistema binominal de nomenclatura* —, elaborado pelo médico botânico sueco Karl von Linné (1707-1778), ou simplesmente, como é mais conhecido por nós, Lineu.

➤ 2.1. Biosfera, porção da Terra onde a vida se desenvolve

A *biosfera* estende-se desde as mais altas montanhas até os profundos abismos oceânicos, em uma faixa de espessura de cerca de 17 km. Comparada ao diâmetro do planeta — 13000 km, aproximadamente —, a biosfera constitui uma película muito fina, que abriga os milhões de espécies de seres vivos existentes.

Toda essa biodiversidade fascina os pesquisadores. Felizmente, cresce cada vez mais em todo o mundo a consciência da importância de sua manutenção, envolvendo não apenas a área de ciências biológicas, mas também a economia, a religião e a ética, entre outras áreas.

O Brasil é um dos primeiros países do mundo em riqueza de diversidade biológica, posição que aumenta nossa responsabilidade na proteção desse patrimônio. Entre as regiões de alta biodiversidade do país, podemos considerar a mata Atlântica (fig. 1.1) e a floresta Amazônica.

➤ 2.2. Classificando a vida — a espécie como unidade básica

O cão doméstico é popularmente chamado de *dog* em inglês, de *hunt* em alemão e de *chien* em francês, considerando apenas alguns idiomas, além do português. Mas, cientificamente, esse animal tem apenas um nome, que permite seu reconhecimento imediato em qualquer parte do mundo: *Canis familiaris*.

O uso de um nome científico para cada espécie constitui uma padronização universal, que evita prováveis confusões geradas pela existência de inúmeros termos populares que diferentes regiões poderiam aplicar a essa espécie.

A espécie foi adotada como unidade básica de classificação. São considerados da mesma espécie os indivíduos que apresentam grandes semelhanças físicas e fisiológicas e são capazes de cruzar naturalmente uns com os outros, gerando descendentes férteis.

O ramo da biologia que estuda a classificação dos seres vivos é a *taxionomia* ou *taxonomia* (do grego *taxis*, 'ordem'; *nomos*, 'Lei')

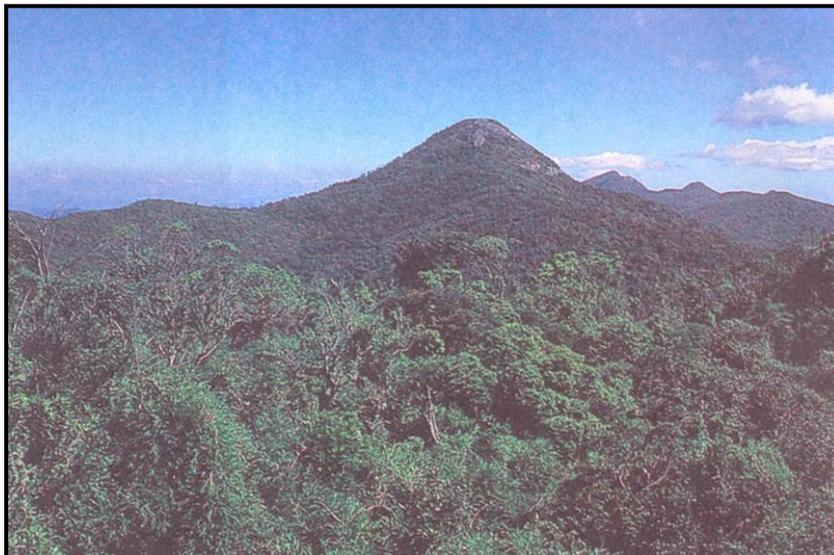


Fig. 2.1 — Mata Atlântica, uma das regiões com maior biodiversidade na Terra. De sua mata original, submetida a uma intensa devastação, restam atualmente menos de 10%.

➤ Das espécies aos reinos

O maracajá, ou gato-do-mato, encontrado na mata Atlântica, por exemplo, pertence à espécie *Leopardus wiedii*; o gato-do-mato-pequeno, o menor dos pequenos felinos silvestres brasileiros, pertence à espécie *Leopardus tigrinus*; e a jaguatirica, o maior entre os pequenos felinos silvestres brasileiros, pertence à espécie *Leopardus pardalis* (fig. 1.2).

Todos os animais citados, embora sejam de espécies diferentes — já que não são capazes de cruzar-se entre si gerando descendentes férteis —, têm características bastante semelhantes e fazem parte do mesmo gênero: *Leopardus* (há pouco tempo, o maracajá e a jaguatirica eram classificados como integrantes do gênero *Felis*). Do mesmo modo, leões (*Panthera leo*), tigres (*Panthera tigris*) e onças-pintadas (*Panthera onça*) são animais pertencentes a espécies diferentes, mas são do mesmo gênero: *Panthera*.

Os animais dos gêneros *Leopardus* e *Panthera* — assim como os de outros gêneros, como os dos gêneros *Felis* (exemplo: *Felis catus*, o gato doméstico) e *Puma* (exemplo: *Puma concolor*, a onça-parda ou suçuarana) — têm certas características comuns e relativamente próximas; por isso todos eles pertencem à mesma família: Felidae (fig. 1.3).

Muitas outras famílias de animais poderiam ser consideradas. A família Canidae, por exemplo, engloba animais como o cão (*Canis familiaris*) e o lobo (*Canis lupus*). Os felídeos e os canídeos têm certas características que permitem a essas duas famílias— e outras, como a Ursidae (ursos) e a Hyaenidae (hienas) — se enquadrar na mesma ordem: Carnívora (fig. 1.4).

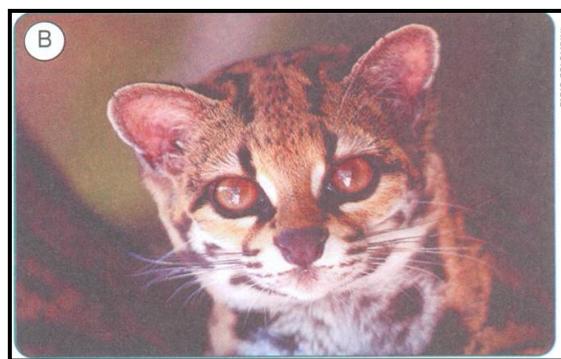


Fig. 2.2 — A jaguatirica (A) — *Leopardus pardalis* — e o gato-do-mato (B) — *Leopardus wiedii* — são animais de espécies diferentes, mas que pertencem ao mesmo gênero *Leopardus*. (A jaguatirica pode atingir 85 cm de comprimento e 40 cm de altura; o gato-do-mato, entre 76 e 83 cm de comprimento.)

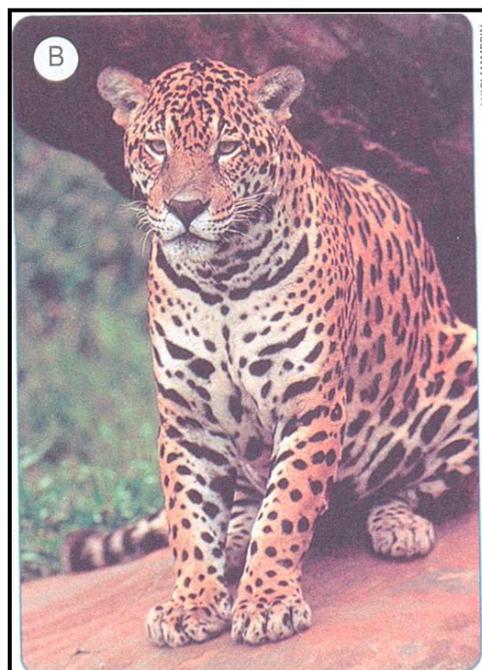
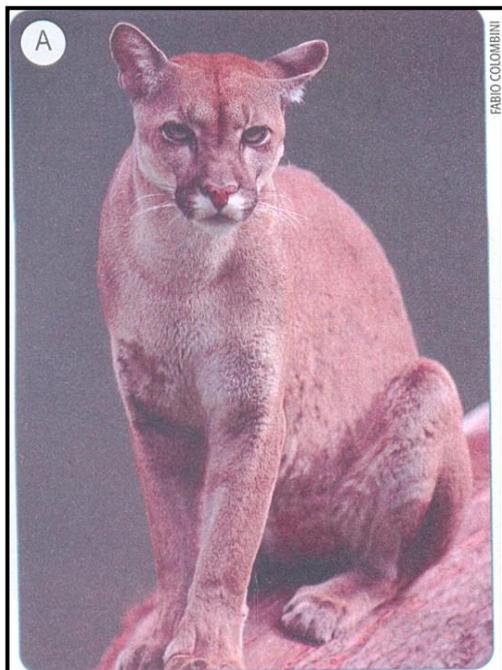


Fig. 2.3 — A suçuarana ou onça-parda (A) — *Puma concolor* — e a onça-pintada (B) — *Panthera onça* —, felinos silvestres encontrados no Brasil, são animais de espécies e gêneros diferentes, mas que pertencem à mesma família: Felidae.

Mas ordens diferentes podem ser agrupadas em uma classe. Felídeos, canídeos, roedores (pacas, ratos, capivaras), primatas (seres humanos, chimpanzés, gorilas) e cetáceos (baleias, golfinhos), entre outros exemplos, são animais portadores de glândulas mamárias; por isso, são agrupados na mesma classe: Mammalia (mamíferos). Veja a figura 2.5.

Os mamíferos, assim como as aves, os répteis, os anfíbios e os peixes, são animais que apresentam na fase embrionária um eixo de sustentação denominado *notocorda*. Por isso, esses animais pertencem ao mesmo filo: Chordata (fig. 2.6).

O filo dos cordados, juntamente com o dos equinodermos (exemplo: estrela-do-mar), artrópodes (exemplo: insetos), anelídeos (exemplo: minhoca) e moluscos (exemplo: ostra), entre outros, constitui o reino Animalia (reino animal).



Fig. 2.4 — O tigre (A) — *Panthera tigris* — e o cão doméstico (B) — *Canis familiaris* — são animais de espécies, gêneros e famílias diferentes, mas que pertencem à mesma ordem: Carnívora.

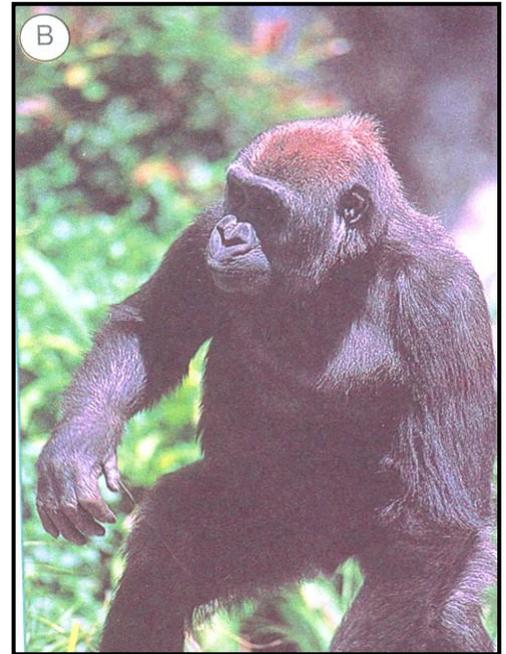
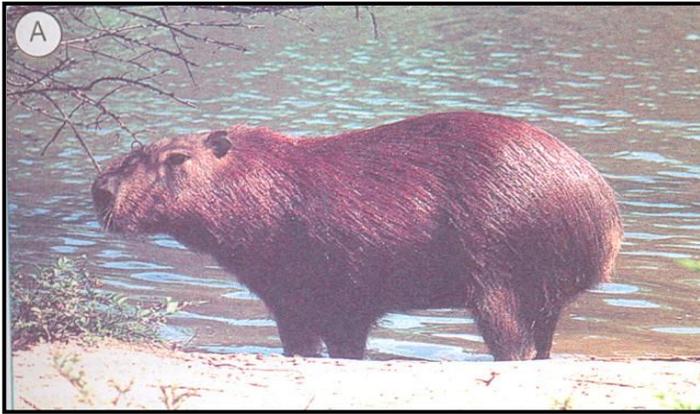


Fig. 2.5 — A capivara (A) — *Hydrochoerus hydrochoeris* — e o gorila — *Gorilla gorilla* — são animais de espécies, gêneros, famílias e ordens diferentes, mas que pertencem à mesma classe: Mammalia.

Pelo que foi descrito, pode-se concluir que:

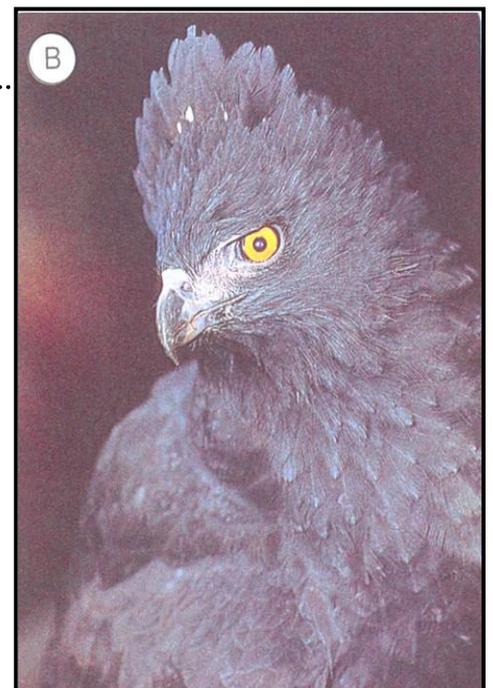
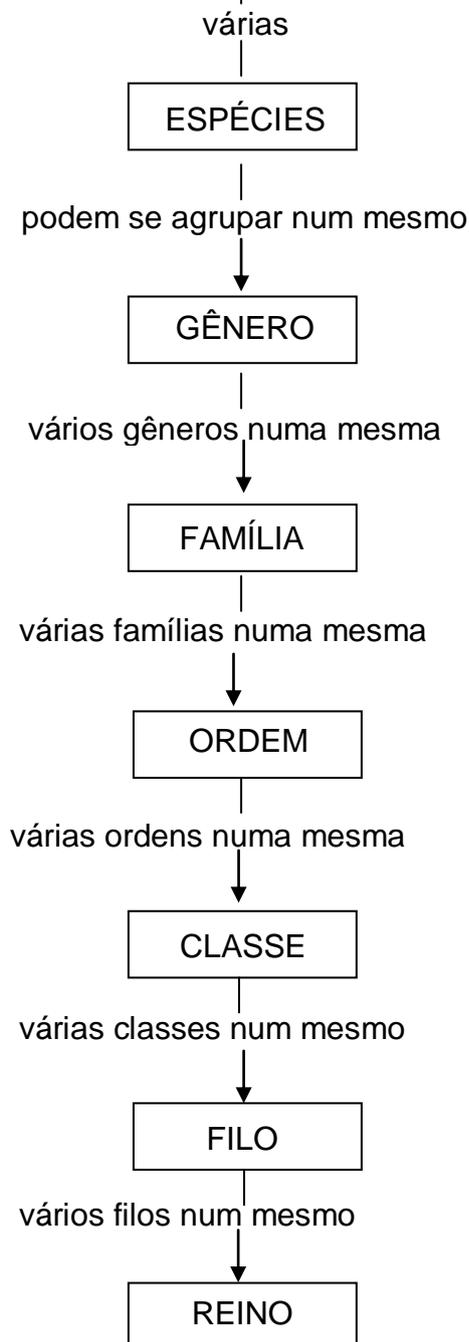


Fig. 2.6 — A paca (A) — *Agouti paca* — e o gavião-pegamaco (B) — *Spizaetus tyrannus* —, animais que vivem na mata Atlântica, são de espécies, gêneros, famílias, ordens e classes diferentes, mas pertencem ao mesmo filo: Chordata.

Em relação às categorias taxionômicas, a espécie humana é classificada da seguinte maneira:

Reino: *Animalia* ou *Metazoa*
Filo: *Chordata*
Subfilo: *Vertebrata*
Classe: *Mammalia*

Ordem: *Primates*
Família: *Hominidae*
Gênero: *Homo*
Espécie: *Homo sapiens*

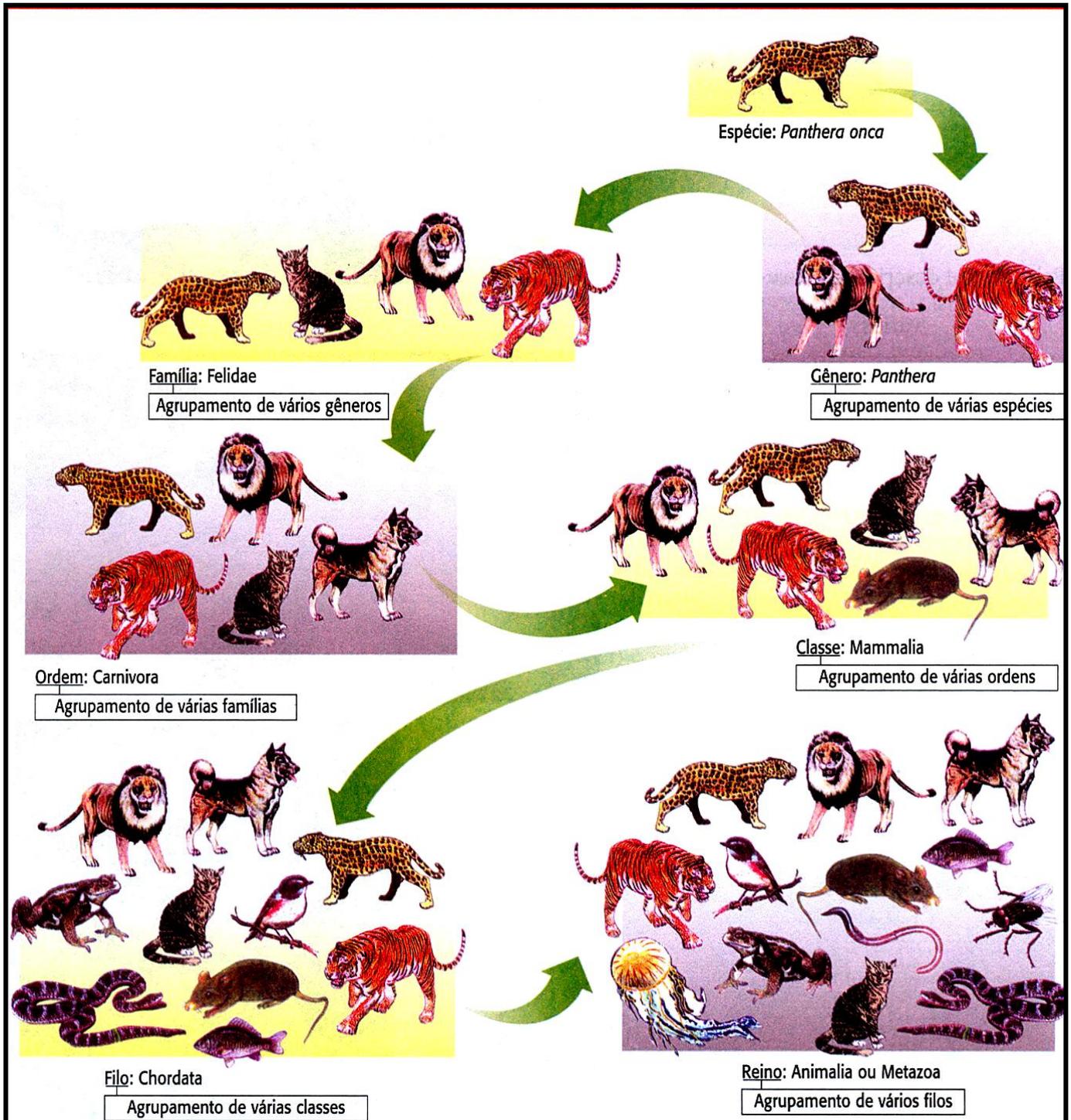


Fig. 2.7 – As diversas categorias de classificação dos seres vivos: exemplo

➤ Regras de nomenclatura

Considerando o sistema binominal ou binomial de nomenclatura, estabelecido por Lineu, que adota a espécie como unidade básica de classificação, devem ser observadas as seguintes regras de nomenclatura:

1. O nome da espécie deve ser escrito em latim, grifado ou em tipo itálico. É obrigatória a presença de, no mínimo, dois termos: o primeiro indica o gênero e o segundo indica a espécie. O termo que designa a espécie deve sempre ser precedido do gênero e não pode ser escrito de forma isolada. Assim, por exemplo, o nome científico da anta, animal mamífero encontrado na floresta Amazônica e nos campos cerrados, é *Tapirus terrestris* (fig. 2.8). Pode-se concluir daí que esse animal pertence ao gênero *Tapirus* e à espécie *Tapirus terrestris* (e não à espécie *terrestris*). Se o nome científico da nossa espécie é *Homo sapiens*, então pertencemos ao gênero *Homo* e à espécie *Homo sapiens* (e não à espécie *sapiens*).



Fig. 2.8 — Anta ou tapir (*Tapirus terrestris*). Quando adulto esse animal mede aproximadamente 2 metros de comprimento e pesa cerca de 250 kg.

2. A inicial do termo indicativo do gênero deve ser escrita com letra maiúscula; a da espécie, com letra minúscula. Exemplo: *Phaseolus vulgaris* (feijão). Nos casos em que o nome da espécie se refere a uma pessoa, a inicial pode ser maiúscula ou minúscula. Assim, o nome do microrganismo causador da doença de Chagas pode ser escrito da seguinte maneira: *Trypanosoma cruzi* ou *Trypanosoma Cruzi*, uma vez que o termo *cruzi* se refere ao médico brasileiro Oswaldo Cruz (1879-1934).
3. Quando se trata de subespécies, o nome indicativo deve ser escrito sempre com inicial minúscula, mesmo quando se refere a pessoas, e depois do nome da espécie. Exemplos: *Rhea americana alba* (ema branca); *Crotalus terrificus terrificus* (cascavel).
4. Nos casos de subgênero, o nome deve ser escrito com inicial maiúscula, entre parênteses e depois do nome do gênero. Exemplo: *Anopheles (Nyssurhynchus) darlingi* (um tipo de mosquito).
5. O nome da família deve ser escrito com letra inicial maiúscula e terminar com o sufixo *idae*, no caso dos animais. Exemplos: Felidae, Canidae, Ursidae, Bovidae, Hominidae.

No caso das plantas, o sufixo empregado para designar a família geralmente é *aceae*. Exemplos: Papilionaceae (feijão, etc), Rosaceae (roseira, etc), Magnoliaceae (magnólia, etc), Euphorbiaceae (seringueira, etc), Malvaceae (algodoeiro, etc).

➤ 2.3. Mundo vivo: apresentação dos reinos

O moderno sistema de classificação, que distribui os seres vivos em cinco grandes reinos — Monera, Protista, Fungi, Metaphyta e Metazoa —, foi idealizado por R. H. Whittaker, em 1969. Assim, as espécies conhecidas de seres vivos estão distribuídas em reinos específicos, segundo determinados critérios de classificação.

➤ **Os critérios básicos de classificação**

Para a classificação dos seres vivos nos cinco grandes reinos, foram utilizados os seguintes critérios:

- ✓ **tipo de organização celular** — define se os seres vivos são procariontes ou eucariontes, isto é, se são destituídos ou possuidores de membrana nuclear, nucléolo e organelas membranosas em suas células;
- ✓ **número de células** — considera se os seres vivos são unicelulares ou pluricelulares;
- ✓ **tipo de nutrição** — indica se os organismos são autótrofos ou heterótrofos; esse critério também considera a maneira pela qual os heterótrofos obtêm o seu alimento: se por absorção ou por ingestão do material orgânico disponível.

➤ **Os cinco grandes reinos**

De acordo com o estabelecimento dos critérios de classificação mencionados, o mundo vivo foi dividido nos seguintes reinos:

Reino Monera — Abrange todos os organismos unicelulares e procariontes, representados pelas bactérias e pelas cianobactérias ou cianofíceas, também conhecidas como algas azuis.

Reino Protista — Compreende os organismos unicelulares e eucariontes, como os protozoários e certas algas.

Reino Fungi — Compreende todos os fungos, que podem ser uni ou pluricelulares e são organismos eucariontes e heterótrofos por absorção.

Reino Plantae ou **Metaphyta** — Abrange os organismos pluricelulares, eucariontes e autótrofos. Nesse reino, também conhecido como reino das plantas, incluem-se as algas pluricelulares, as briófitas (musgos e hepáticas), as pteridófitas (como samambaias e avencas), as gimnospermas (como pinheiros e sequoias) e as angiospermas (ipês, limoeiros, feijão, capim, etc).

Reino Animalia ou **Metazoa** — Compreende os organismos pluricelulares, eucariontes e heterótrofos por ingestão. Esse reino abrange todos os animais, desde os poríferos até os mamíferos.

Veja no quadro ao lado alguns exemplos de seres pertencentes aos cinco grandes reinos do mundo vivo:

REINOS DO MUNDO VIVO	Monera	Bactérias Cianobactérias (cianofíceas)		
	Protista	Protozoários		
		Algas	Euglenófitas, crisófitas e pirrófitas	
	Fungi	Mixomicetos		
		Eumicetos	Ficomicetos, ascomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos	
	Plantae (Reino Vegetal)	Algas	Clorófitas, rodófitas e feófitas	
		Briófitas (musgos e hepáticas)		
		Traqueófitas	Pterodófitas (samambaias) Gimnospermas (pinheiro) Angiospermas (café)	
	Animalia (Reino Animal)	Poríferos (esponjas), Celenterados (água-viva), Platyelminthos (solitária), Nematelminthos (lombriga), Anelídeos (minhoca), Artrópodes (insetos), Moluscos (caramujo), Equinodermos (estrela-do-mar) e Cordados (mamíferos)		

O retorno de takhi

Houve época em que milhares de cavalos selvagens vagueavam pela Europa, Ásia Central e China indo até a Mongólia. Hoje existem poucos indivíduos dispersos de uma espécie — o takhi, ou, como é conhecido no Ocidente, cavalo de Przewalski (*Equus ferus przewalskii*). Essa espécie está extinta na natureza; os últimos exemplares foram avistados no deserto de Gobi, sudoeste da Mongólia, em 1969. Os que ainda sobrevivem — cerca de 1500 em zoológicos e parques privados de todo o mundo — descendem de 12 ancestrais capturados no início do século XX e vêm sendo cruzados em cativeiro.

Embora o takhi seja semelhante aos cavalos selvagens que os seres humanos começaram a domesticar há cerca de 6 mil anos, pesquisas recentes com DNA mostram que esse animal não é o ancestral dos cavalos domésticos modernos.



.....
Fig. 2.9 — Cavalo de Przewalski. O termo *przewalski* refere-se a um oficial russo que encontrou esse cavalo vivendo em manadas selvagens, na Ásia.

Agora estão sendo feitos esforços para reintroduzir essa espécie na natureza. As tentativas de reintrodução têm mostrado a importância crucial de ensinar esses animais a evitar o ataque de predadores, como lobos. Também têm alertado os pesquisadores para problemas inesperados, como a exposição dos cavalos a doenças que podem ser transmitidas por carrapatos. E, ainda, têm ensinado o custo de transportar e restabelecer na natureza populações criadas em cativeiro. Salvar uma espécie antes que se torne extinta na natureza faz muito mais sentido.

Adaptado de: MOEHLAM, Patrícia D. Eqüídeos em perigo. *Sãentific American*, ano 3, n. 35, abril de 2005, p. 48-55.

ORGANIZANDO O CONHECIMENTO

1 - (Unicamp-SP) *Leptodactylus labyrinthicus* é um nome aparentemente complicado para um anfíbio que ocorre em brejos do estado de São Paulo. Justifique o uso do nome científico em vez de identificar o anfíbio como "rã-pimenta", como fazem os pescadores.

2 - (Ufop-MG) Um aluno, ao redigir um trabalho em sua escola, citou vários nomes científicos, entre eles:

- Trypanosoma Cruzi*;
- Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi*;
- Rana sculenta marmorata*;
- Carica papaya*.

Comente as regras de nomenclatura dos nomes científicos acima.

3 - Sabendo que a raposa-vermelha (*Vulpes vulpes*) e a raposa-polar (*Alopex lagopus*) pertencem à família Canidae, estabeleça as categorias taxionômicas comuns e não comuns a esses animais.

4 - Segundo o sistema binominal de nomenclatura, como devem ser escritos os termos indicativos do gênero, da espécie e da subespécie?

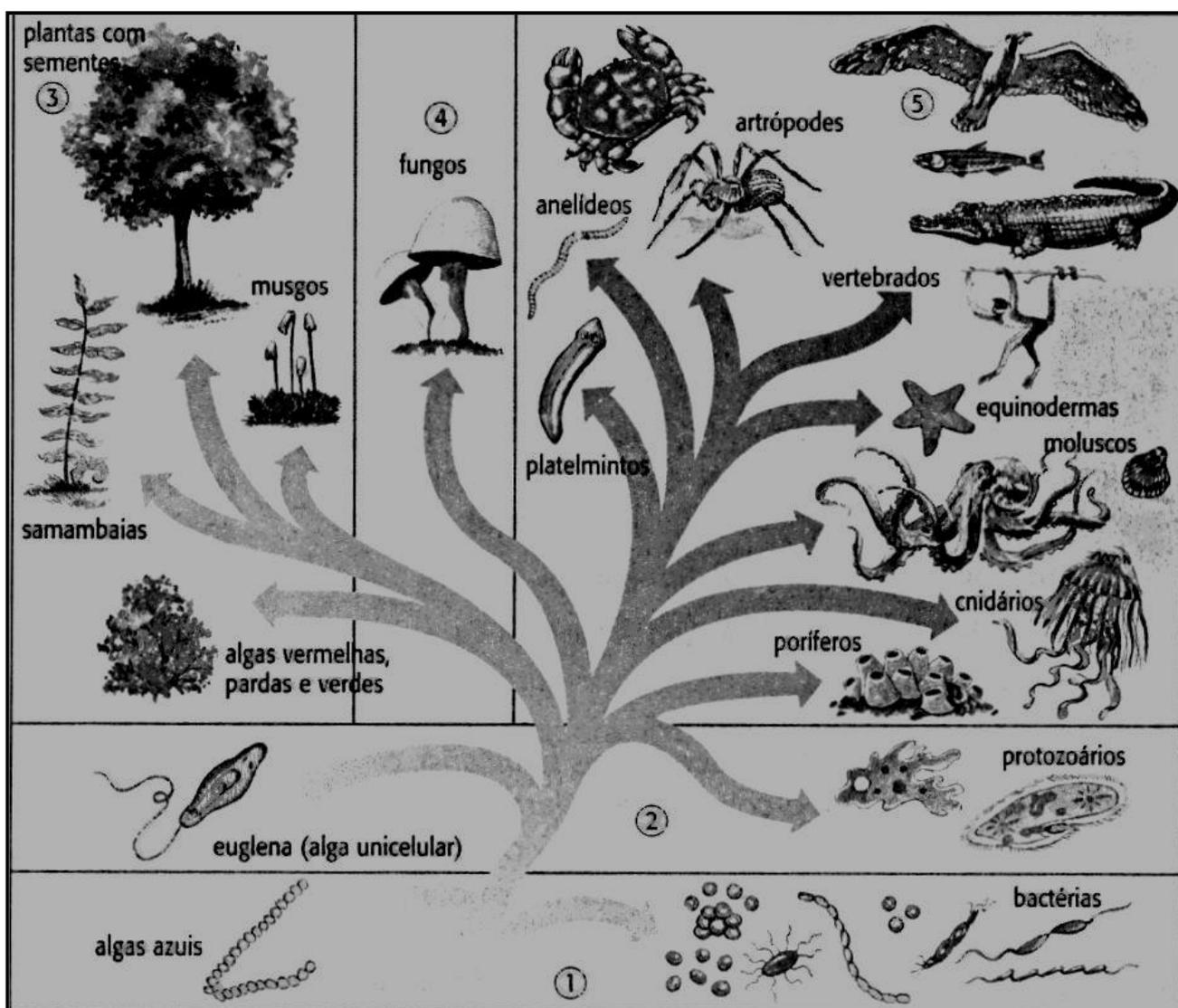
5 - (UFF-RJ) Identifique a categoria taxionômica a que se refere cada um dos nomes a seguir citados, de acordo com as regras de nomenclatura zoológica e justifique sua resposta:

- *Rattus*;
- *Ascaris lumbricoides*;
- *Homo sapiens sapiens*;
- *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi*.

6 - Diferencie os integrantes do reino Monera dos organismos que compõem o reino Protista e dê exemplos.

7 - Determine as características comuns aos componentes do reino Metaphyta e Metazoa e estabeleça a diferença básica entre eles.

8 - (FCM-MG) Analise o esquema abaixo:



- a) Indique, de acordo com o esquema, os nomes dos reinos de cada grupo de organismos apresentados de 1 a 5.
- b) Com relação aos organismos dos reinos 1 e 2, cite uma semelhança e uma diferença entre eles.
- c) Qual a principal diferença entre os organismos dos reinos 3 e 5, em relação à capacidade de obtenção de alimentos?

ROTEIRO PARA AUTO AVALIAÇÃO

1 - (UFBA) O conjunto de indivíduos semelhantes e capazes de intercruzarem-se, produzindo descendentes férteis, define, biologicamente:

- a) comunidade.
- b) família.
- c) gênero.
- d) espécie.
- e) clone.

2 - (CCV-ES) Na classificação dos seres vivos, a nomenclatura binária ou binomial (difundida por Lineu) é empregada quando se quer escrever o nome de:

- a) uma espécie.
- b) um gênero.
- c) uma família.
- d) uma ordem.
- e) uma classe.

3 - (FCMSC-SP) Qual dos seguintes grupos contém a menor variedade de organismos?

- a) Mamíferos.
- b) Carnívoros.
- c) Felídeos.
- d) *Panthera*.
- e) *Phantera leo*.

4 - (Unirio-RJ) Se reunirmos as famílias Canidae (cães), Ursidae (ursos), Hienidae (hienas) e Felidae (leões), veremos que todos são carnívoros, portanto, pertencem à(ao) mesma(o):

- a) espécie.
- b) ordem.
- c) subespécie.
- d) família.
- e) gênero.

5 - (Udesc-SC) O cão doméstico (*Canis familiaris*), o lobo (*Canis lupus*) e o coiote (*Canis latrans*) pertencem a uma mesma categoria taxionômica. Esses animais fazem parte de um(a) mesmo(a):

- a) gênero.
- b) espécie.
- c) subespécie.
- d) raça.
- e) variedade.

6 - (UFMG) A partir de conhecimentos sobre as regras de nomenclatura zoológica, responda a esta questão:

Com qual das fêmeas citadas o macho de *Anopheles (Nyssorhynchus) triannulatus triannulatus* pode cruzar e produzir descendentes férteis, através de várias gerações?

- a) *Anopheles (Nyssorhynchus) aquasalis*.
- b) *Anopheles (Nyssorhynchus) triannulatus davisii*.
- c) *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis domesticus*.
- d) *Anopheles (Nyssorhynchus) brasiliensis*.
- e) *Anopheles (Nyssorhynchus) intermedius*.

7 - (UFPA) Quando dois organismos pertencem à mesma classe, obrigatoriamente devem pertencer:

- a) à mesma ordem.
- b) à mesma família.
- c) à mesma espécie.
- d) ao mesmo gênero.
- e) ao mesmo filo.

8 - (UFPA) Na classificação biológica, as ordens se constituem pela união de:

- a) gêneros.
- b) classes.
- c) filos.
- d) famílias.
- e) nenhuma das anteriores.

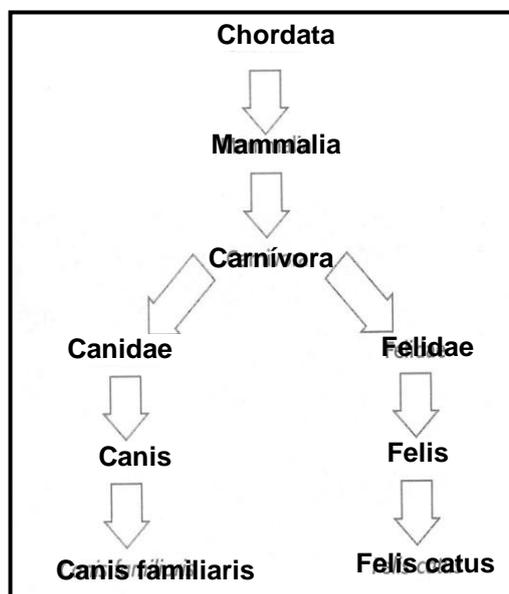
9 - (Cesgranrio-RJ) As categorias taxonômicas em zoologia são ordenadas, de modo ascendente, da seguinte forma:

- a) espécie, gênero, ordem, família, classe e filo.
- b) filo, classe, família, ordem, gênero, espécie.
- c) filo, ordem, classe, família, gênero, espécie.
- d) filo, classe, ordem, família, gênero, espécie.
- e) espécie, gênero, família, ordem, classe e filo.

10. (Cesgranrio-RJ) Com referência ao *Homo sapiens*, assinale a sequência abaixo que exprime o grau de complexidade taxionômica da espécie humana:

- a) *Hominidae, Homo sapiens, Homo, Chordata, Primates, Mammalia, Vertebrata*.
- b) *Chordata, Mammalia, Vertebrata, Homo, Hominidae, Primates, Homo sapiens*.
- c) *Mammalia, Vertebrata, Chordata, Primates, Hominidae, Homo, Homo sapiens*.
- d) *Chordata, Vertebrata, Mammalia, Primates, Hominidae, Homo, Homo sapiens*.
- e) *Primates, Chordata, Vertebrata, Mammalia, Hominidae, Homo, Homo sapiens*.

11. (PUC-SP) O diagrama a seguir mostra as principais categorias taxionômicas a que pertencem o cão e o gato:



A análise do diagrama permite dizer que os dois animais são incluídos na mesma categoria até:

- a) classe.
- b) família.
- c) filo.
- d) gênero.
- e) ordem.

12 - (Unisa-SP) Com base nas regras de nomenclatura, indique a alternativa incorreta:

- a) *Homo sapiens*
- b) *Trypanosoma cruzi*
- c) *Rana esculenta marmorata*
- d) *Rhea americana americana*
- e) *Anopheles Nyssurhynchus darlingi*

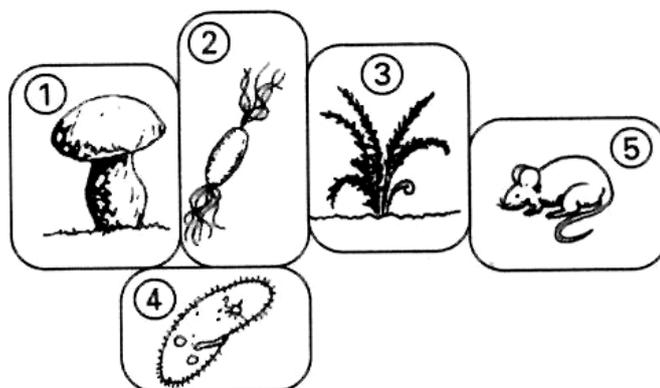
13 - (UEPG-PR) São representantes do reino Monera:

- a) os fungos, as algas e as bactérias.
- b) as bactérias e as cianobactérias.
- c) os protozoários e as bactérias.
- d) os vírus e as bactérias.
- e) todos os organismos unicelulares.

14 - (UFPA) Organismos eucariotos, com mitocôndrias, sem cloroplastos, com nutrição heterotrófica por ingestão, são classificados no reino:

- a) Monera.
- b) Animalia.
- c) Fungi.
- d) Plantae.
- e) Protista.

15 - (Cesgranrio-RJ) Há mais de dez milhões de tipos de organismos na biosfera. Desde Aristóteles, os cientistas buscam os princípios para organizar esta imensa diversidade. Atualmente existem cinco reinos. Indique a alternativa que apresenta a sequência dos reinos exemplificados nos esquemas abaixo:



- a) Fungi, Monera, Metaphyta, Protista, Metazoa.
- b) Monera, Protista, Fungi, Metaphyta e Metazoa.
- c) Protista, Fungi, Metaphyta, Metazoa, Monera.
- d) Metazoa, Metaphyta, Monera, Protista, Fungi.
- e) Fungi, Protista, Monera, Metazoa, Metaphyta.

Os animais e a ingestão de alimentos

Os animais são seres eucariontes, pluricelulares e heterótrofos por ingestão. Diferentemente das plantas — que se apoiam na fotossíntese e na absorção de nutrientes minerais do meio em que vivem — e dos fungos — que dependem inteiramente da assimilação de materiais de dimensões moleculares para as suas necessidades nutritivas —, os animais ingerem diversas fontes de alimento e promovem a transformação do alimento em moléculas que são utilizadas pelo organismo.

Para caracterizar os animais, vamos considerar uma base nutricional e pensar em algumas consequências advindas desse processo.

Como consumidores e ingestores, os animais devem procurar e adquirir as concentrações localizadas de alimento que constituem as porções necessárias para sua sobrevivência. Assim, há claramente uma vantagem seletiva em ser capaz de se locomover, pois tendo consumido o alimento em um ponto, o consumidor pode procurá-lo em outros lugares. Esta é uma pressão muito diferente da que existe sobre os seres produtores e assimiladores. Estes, em sua maioria, não precisam se locomover, pois os nutrientes em solução estão ao seu redor e podem ser tomados e usados nessa forma dissolvida.

Nos animais, além da locomoção, existem estruturas para a localização de alimento. Assim, a energia gasta em locomoção não será desperdiçada em padrões casuais de caça, mas pode ser usada mais eficientemente, seguindo informação sensorial recebida da presa, que pode estar distante.

Tudo isso explica a existência de um sistema sensorial e coordenador e torna compreensível a evolução do sistema nervoso, um caráter muito distintivo dos animais mais complexos. Coordenação aqui implica interação bem-sucedida de órgãos sensoriais, locomotores, capturadores e ingestores.

Estamos familiarizados com estes órgãos em um gato, com seus sentidos de olfato e visão altamente desenvolvidos, sua bela coordenação muscular, suas garras e seus dentes. Igualmente poderoso é o conjunto de adaptações que fazem do polvo (fig. 2.10) um predador eficiente: visão aguçada, equipamento hidráulico a jato que possibilita a natação rápida, tentáculos flexíveis e fortes para rastejamento, ventosas adesivas e boca que permite morder e comer.



.....
Fig. 2.10 - Polvo



.....
Fig. 2.11 - Planária

Menos familiares são as estruturas quimiossensoriais das planárias (fig. 2.11) para percepção de alimento. Coloque um pedaço de carne fresca em um riacho de água cristalina, onde se encontrem esses vermes e observe como eles se deslocam em direção à carne. Observe também os movimentos do corpo e o consumo do alimento por meio de uma faringe muscular altamente especializada.

Esta tendência dos animais para se orientar em seu ambiente, localizar fontes de alimento e delas obter os nutrientes necessários à sua sobrevivência conduziu à cefalização, representada pela formação de uma cabeça anterior, com sistema nervoso e a extremidade anterior do sistema digestório, a boca, frequentemente adaptada para captura e ingestão. Animais sedentários, como as esponjas, os corais, certos vermes, os moluscos bivalves e as formas parasitas, não acentuam a cefalização pela razão óbvia de que a predação, no sentido de caça e captura, não é neles acentuada. Apesar disso, todas estas formas retêm a capacidade de ingestão de alimento e, por esta razão, são facilmente identificadas como animais.

Adaptando de: HANSON, E. D. *Diversidade animal*.
São Paulo, Edgard Blücher, 1988.

- ❖ Em grupo: pesquisar e destacar duas adaptações verificadas para a aquisição de alimentos nos seguintes animais: tamanduá, onça-pintada e beija-flor (fig. 2.12).



.....
Fig. 2.12 - Beija-flor

CAPÍTULO 3

Vírus, um grupo sem reino

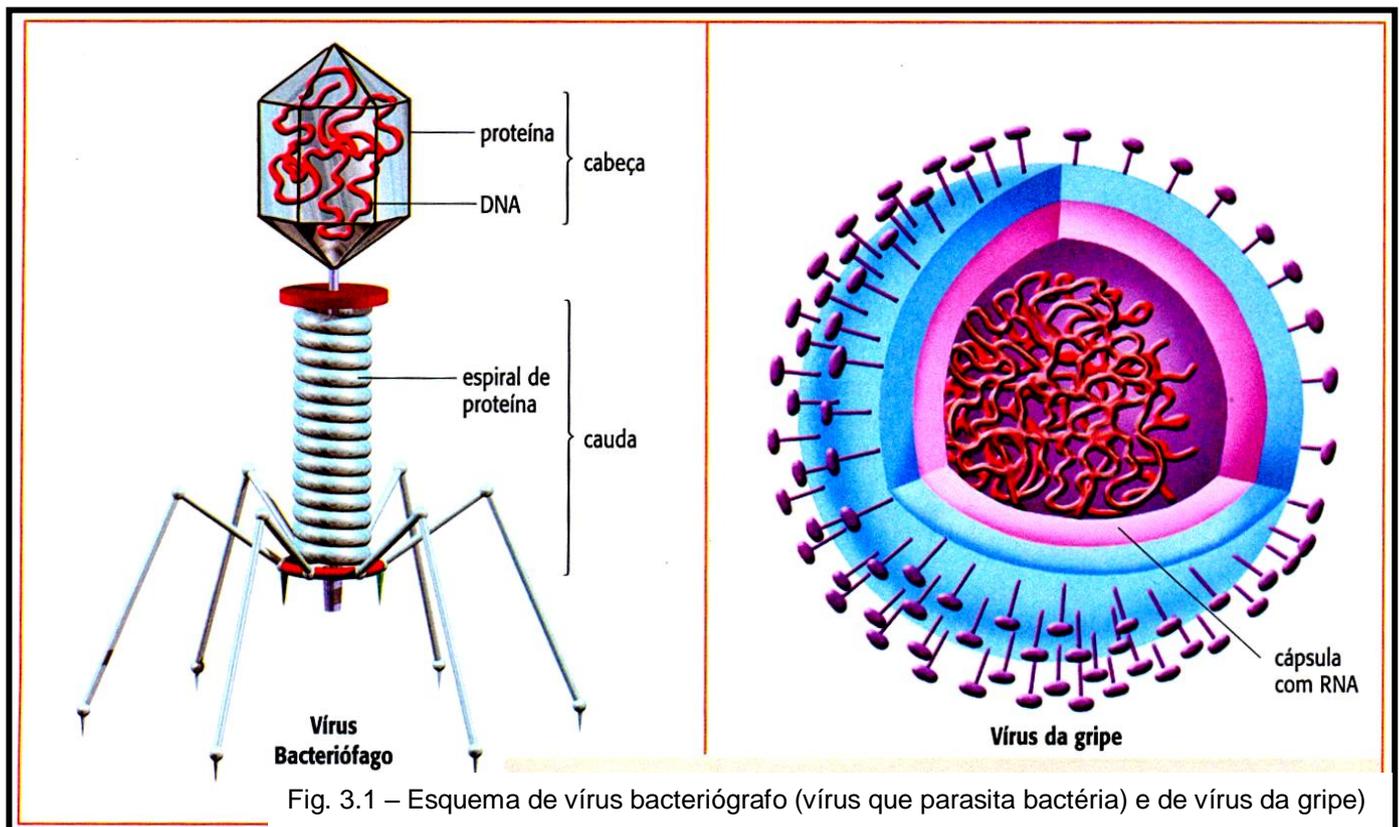
A *virologia*, ramo da ciência que estuda os vírus, teve seu início apenas no final do século XIX. Mesmo antes da descoberta desses seres ultramicroscópicos, já se supunha a sua existência, com o reconhecimento de agentes infecciosos capazes de atravessar filtros que retinham bactérias.

Os vírus, cujo nome vem do latim e significa 'veneno' ou 'fluido venenoso', são hoje considerados seres vivos pela grande maioria dos cientistas. Mas não são inseridos em nenhum dos cinco reinos descritos no capítulo anterior, por apresentarem certas características, como a de não possuírem organização celular.

➤ 3.1. Características gerais dos vírus

Os vírus são visíveis apenas ao microscópio eletrônico e constituídos basicamente por uma cápsula de natureza proteica em cujo interior existe apenas um tipo de ácido nucléico: DNA ou RNA (fig.3.1). Destituídos de membrana plasmática, hialoplasma, organelas citoplasmáticas e núcleo, esses seres não possuem organização celular. Além disso, não apresentam metabolismo próprio e permanecem inativos quando fora de células vivas, podendo até mesmo formar cristais.

Reproduzem-se apenas no interior de células vivas. Penetrando em uma delas, os vírus reproduzem-se em seu interior, utilizando a energia e o equipamento bioquímico da célula hospedeira. Por isso, são considerados parasitas intracelulares obrigatórios.



Atualmente sabe-se que os vírus podem parasitar plantas, animais e microrganismos diversos, como bactérias (fig. 3.2).



Fig. 3.2 — Vírus bacteriófagos (vistos ao microscópio eletrônico) atacando uma bactéria. Eles injetam seu material genético no interior da bactéria, deixando a cápsula proteica fora da célula da bactéria. As áreas escuras no interior da bactéria correspondem a novos vírus em formação. Cada um desses vírus mede cerca de 0,2 μm .

➤ 3.2. A reprodução dos vírus

No estudo do ciclo reprodutivo dos vírus, utilizaremos como exemplo os *bacteriófagos* ou *fagos*, vírus parasitas de certas bactérias.

Quando um bacteriófago entra em contato com uma bactéria hospedeira, acopla-se a ela através da cauda e perfura sua membrana celular. Então, o ácido nucléico viral — no caso, o DNA — é injetado no interior da bactéria, permanecendo a cápsula proteica fora da célula. Uma vez no interior da bactéria, o DNA do bacteriófago passa a interferir no metabolismo celular, comandando a síntese de novos ácidos nucléicos virais, à custa da energia e dos componentes bioquímicos da bactéria. Paralelamente, e ainda utilizando o arsenal bioquímico da célula hospedeira, o ácido nucléico viral comanda a síntese de outras moléculas, como proteínas, que basicamente organizam novas cápsulas. Em cada cápsula abriga-se um cerne de ácido nucléico, configurando a formação de um novo vírus. No final do processo, formam-se inúmeros novos vírus (fig. 3.3). As novas unidades virais promovem então a ruptura ou lise da membrana bacteriana e os novos vírus são liberados, podendo infectar outra célula e recomeçar um novo ciclo.

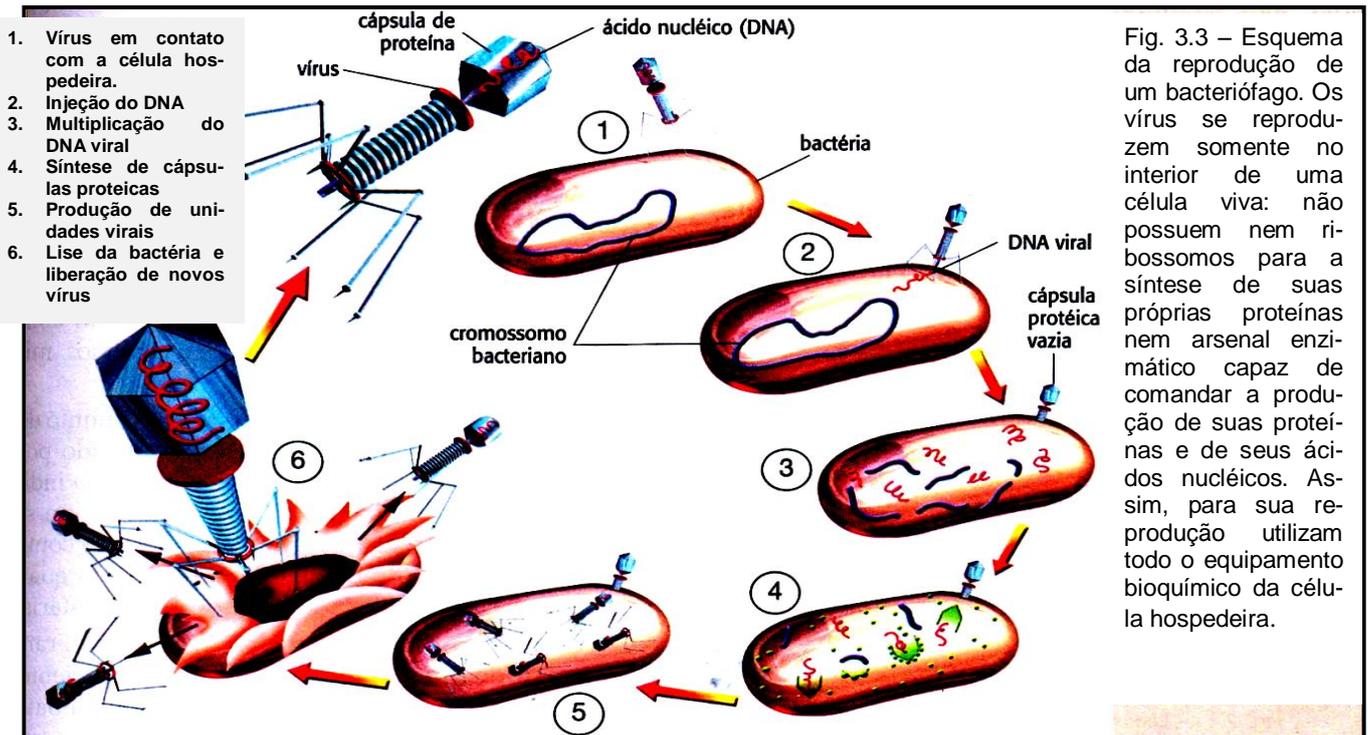


Fig. 3.3 – Esquema da reprodução de um bacteriófago. Os vírus se reproduzem somente no interior de uma célula viva: não possuem nem ribossomos para a síntese de suas próprias proteínas nem arsenal enzimático capaz de comandar a produção de suas proteínas e de seus ácidos nucléicos. Assim, para sua reprodução utilizam todo o equipamento bioquímico da célula hospedeira.

Vírus e antibióticos

Considerados uma das maiores conquistas da ciência moderna, os antibióticos, juntamente com as vacinas e os soros, têm salvado mais vidas no mundo do que todas aquelas que as guerras já conseguiram matar.

Os antibióticos atuam de diferentes maneiras sobre as células bacterianas. Podem bloquear a síntese da parede celular, desorganizar estruturalmente a membrana plasmática e agir sobre a atividade dos ácidos nucléicos, quando inibem a duplicação do DNA ou interferem na síntese de proteínas, bloqueando, por exemplo, a formação do RNA mensageiro (RNAm).

Mas os vírus são organismos destituídos de organização celular. Não possuem parede celular nem membrana plasmática e se mostram absolutamente inertes quando fora de uma célula viva. Assim, os antibióticos não têm qualquer efeito sobre eles. Os vírus são, portanto, "imunes" à ação dessas substâncias. Porém, graças à natureza proteica da cápsula viral, que atua como antígeno, um organismo infectado pode se defender contra os vírus produzindo anticorpos específicos. Em alguns casos, a produção de anticorpos específicos pode ser "incentivada" através do uso de vacinas.

➤ 3.3. A importância dos vírus

Os vírus já foram chamados de "inimigos públicos nº 1" dos seres humanos. Essa afirmação é compreensível, se considerarmos as inúmeras doenças que eles podem provocar em nosso organismo e os grandes danos que causam à agricultura e à pecuária, parasitando plantas cultivadas e animais de criação.

Apresentam, no entanto, uma elevada especificidade de hospedeiros, que vem sendo pesquisada e utilizada a favor dos interesses humanos. Assim, várias espécies de vírus são atualmente utilizadas no combate a insetos daninhos à agricultura. É o caso do *Baculovirus anticarsia*, um tipo de vírus que parasita e destroem as lagartas-da-soja (Fig. 3.4), insetos que devoram as folhas da planta, comprometendo seu desenvolvimento. Essa técnica de combate a espécies nocivas ao nosso interesse, utilizando inimigos naturais, como parasitas, por exemplo, é chamada de *controle biológico*.



Fig. 3.4 — Lagarta-da-soja, inseto daninho à agricultura e que pode ser combatido com a utilização de vírus.

➤ 3.4. Principais viroses humanas

Os vírus são capazes de infectar quase todos os seres vivos, desde as bactérias até o ser humano.

A seguir, destacaremos as principais doenças humanas provocadas pela ação infectante desses organismos (viroses).

➤ **Aids**

A Aids (sigla em inglês de *Acquired Immuno-deficiency Syndrome*), ou síndrome da imunodeficiência adquirida, é uma enfermidade caracterizada por uma intensa debilitação do sistema imune com o conseqüente desenvolvimento de um conjunto de infecções provocadas por diversos microrganismos oportunistas.

A palavra *síndrome* refere-se a um conjunto de sinais e de sintomas que pode ser produzido por mais de uma causa. O termo *imunodeficiência* indica que o sistema imune do organismo encontra-se debilitado. Uma enfermidade é caracterizada como *adquirida* quando o indivíduo a contraiu em qualquer época de sua vida, sem influência hereditária.

O vírus da Aids foi isolado em 1983, na França, a partir de um gânglio extraído de um paciente, pelo médico e professor Luc Montagnier. Foi batizado como HIV, sigla em inglês formada da expressão *Human Immunodeficiency Virus* e que quer dizer 'vírus da imunodeficiência humana'.

O HIV é portador de RNA e de uma enzima denominada *transcriptase reversa*. O RNA do vírus, uma vez no interior de uma célula hospedeira, comanda uma *retrotranscrição*, isto é, a partir do RNA viral ocorre síntese de DNA, graças à ação da enzima transcriptase reversa. Por isso, os vírus como o HIV são chamados de *retrovírus*, por serem capazes de realizar retrotranscrição. O DNA produzido comandará então a síntese de novas moléculas de RNA virais e das proteínas que constituirão as cápsulas virais, culminando com a formação de novos vírus. Veja a figura 3.5.

O período de incubação do HIV no organismo é variável, em média de dois a três anos, mas pode ser superior a nove anos. Durante o período de incubação, o organismo vai produzindo anticorpos específicos para combater o vírus e, por meio de testes, é possível diagnosticar se um indivíduo é portador do HIV, mesmo que a enfermidade ainda não tenha se manifestado.

O HIV invade e destrói os linfócitos T, glóbulos brancos do sangue, essenciais tanto para o funcionamento dos linfócitos B, produtores de anticorpos, quanto para a atividade fagocitária de outros glóbulos brancos. Assim, a destruição dos linfócitos T debilita o sistema de defesa do corpo, quadro clínico que caracteriza a Aids. Nessa situação, o organismo fica exposto ao desenvolvimento de inúmeras doenças oportunistas, como as que podem ser observadas no quadro a seguir.

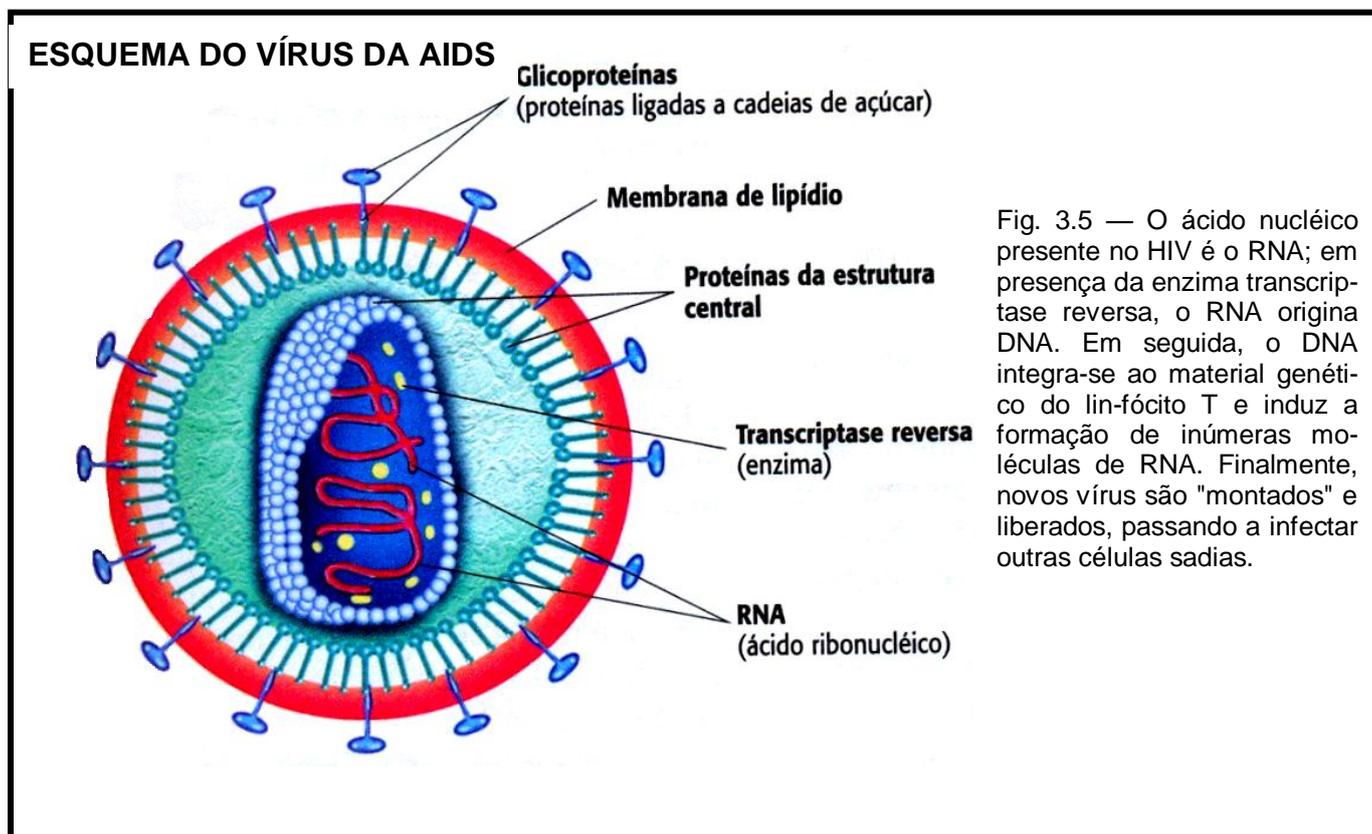
INFECÇÕES OPORTUNISTAS QUE SE DESENVOLVEM EM PACIENTES COM AIDS		
	<i>Agente</i>	<i>Consequências</i>
Vírus	<i>Herpes simplex</i> <i>Herpes zoster</i>	lesões ulceradas na boca e órgãos genitais lesões do sistema nervoso periférico
Bactérias	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	tuberculose
Fungos	<i>Cândida Albicans</i> <i>Pneumocystis carinii</i>	monilíase ("sapinho") na boca e ao longo do tubo digestório febre, tosse, falta de ar
Protozoários	<i>Entamoeba Histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i>	lesões intestinais lesões intestinais

➤ **Sintomas da Aids**

Quando a Aids se manifesta, geralmente o indivíduo exibe aumento de gânglios linfáticos (ínguas), febres, diarreias, acentuado emagrecimento sem causas aparentes e suores noturnos.

nos. Surgem também as doenças "oportunistas", que se instalam com mais facilidade em organismos debilitados: tuberculose, herpes e a monilíase, ou "sapinho", no tubo digestório, entre outros exemplos.

A Aids torna-se mais evidente quando surge o sarcoma de Kaposi, tumor canceroso geralmente circundado por manchas marrom-amareladas. Os sarcomas desenvolvem-se inicialmente na pele do tronco e depois atingem a boca, o esôfago, o nariz, a perna e os órgãos internos. Uma das infecções responsáveis pela morte de muitos pacientes é a pneumonia causada pelo protozoário *Pneumocystis carinii*, que provoca febre, tosse seca, rigidez torácica e dificuldades respiratórias.



➤ Contágio e prevenção

O HIV pode ser transmitido por sangue, esperma e secreções vaginais contaminados, bem como de mãe para filho, por meio da placenta ou da amamentação. A transmissão por relações sexuais ocorre pelo intercâmbio de sangue entre os parceiros, uma vez que é comum o surgimento de microfissuras ou lacerações invisíveis nos tecidos dos órgãos genitais durante o ato sexual.

Assim a transmissão pode ser processada das seguintes maneiras:

- relações sexuais com parceiro contaminado com HIV;
- transfusões com sangue contaminado com HIV;
- agulhas e outros instrumentos contaminados com HIV;
- placenta e amamentação de mães contaminadas com HIV.

Na convivência social com indivíduo portador de HIV não há risco de o vírus penetrar nas células da pele de uma pessoa. Portanto, abraços, apertos de mão, uso de utensílios domésticos, toalhas, roupas de cama, banheiros, transportes coletivos e locais públicos em geral, entre outros exemplos, não constituem vias de transmissão do HIV.

A única maneira de não contrair o HIV é a prevenção, que consiste basicamente em:

- uso de preservativos ("camisinhas") nas relações sexuais;
- nas transfusões sanguíneas, a qualidade do sangue doado deve ser conhecida previamente por intermédio de testes realizados pelos bancos de sangue e que são capazes de detectar sangues contaminados pelo HIV;
- esterilização de materiais cirúrgicos e odontológicos, de agulhas e seringas ou, preferencialmente, utilização de agulhas e seringas descartáveis;
- não-utilização de instrumentos cortantes em sociedade, tais como navalhas, giletes, alicates de cutícula, etc;
- evitar gravidez e amamentação, no caso de mulheres portadoras de HIV.

Não existem vacinas nem medicamentos para curar a Aids; algumas substâncias, no entanto, parecem retardar a evolução do mal no organismo infectado, como é o caso do AZT.

Dengue

A dengue é causada por vírus transmitidos aos seres humanos pela picada de fêmeas de mosquitos *Aedes aegypti* (fig. 3.6).



Fig. 3.6 – *Aedes aegypti*

O *Aedes aegypti* é um mosquito escuro, pequeno e delgado, que possui hábitos diurnos e vive dentro ou nas proximidades das habitações humanas. Esse mosquito reproduz-se em água parada, como lagos, e água contida em garrafas, vasos e pneus velhos jogados em quintais, entre outros exemplos.

➤ Sintomas da dengue

O período de incubação do vírus da dengue é de alguns dias. A dengue clássica manifesta-se por febre súbita, com duração de quatro a cinco dias, acompanhada de fortes dores musculares e nas articulações ósseas — daí a denominação *quebra-ossos*, que alguns usam para designar a doença. Surgem manchas avermelhadas no corpo, dores de cabeça e nítida sensação de cansaço. Além disso, o doente pode manifestar fotofobia (aversão à luz), lacrimação, inflamação na garganta e sangramento na boca e no nariz. Depois de mais ou menos uma semana essas manifestações desaparecem gradualmente. Em sua forma mais simples, a dengue não é mortal, mas em pessoas desnutridas e debilitadas pode levar à morte. Nos casos mais graves ocorrem hemorragias intestinais, vômitos e inflamação do fígado, sintomas característicos da dengue hemorrágica.

▶ Tratamento

Não existe tratamento específico da doença, apenas tratamento sintomático, que significa uma medicação restrita para diminuir os sintomas da doença, como a febre e a dor de cabeça.

O repouso é necessário e os casos mais graves precisam de internação hospitalar para ter o devido acompanhamento médico.

Existem dois tipos de dengue — a clássica e a hemorrágica — e quatro variedades de vírus causadores da doença. A pessoa infectada por uma dessas variedades adquire imunidade para o resto da vida em relação ao tipo de vírus que adquiriu, mas não em relação aos outros três tipos. Se uma pessoa que já teve dengue adquirir outro tipo de vírus da dengue, para o qual não tem imunidade, a doença pode evoluir para a dengue hemorrágica, em que ocorrem alterações no sistema de coagulação do sangue capazes de provocar a morte em pessoas que não receberem tratamento adequado.

➤ **Prevenção**

Como não existe vacina contra a dengue, sua prevenção se dá pelo combate aos mosquitos transmissores. Para isso, devem ser tomadas as seguintes medidas profiláticas:

- eliminar os locais onde o *Aedes aegypti* se reproduz, não deixando acumular água no interior de garrafas, latas vazias, pneus velhos, etc;
- tampar caixas-d'água, tanques, filtros e qualquer outro reservatório de água dentro ou fora de casa;
- trocar a água dos vasos com frequência ou substituí-la por terra;
- em caso de tratamento doméstico, manter o doente em recinto fechado, evitando seu contato com os mosquitos *Aedes*, que poderiam picar e assim contaminar toda a família e vizinhos;
- usar tela protetora em janelas e portas para impedir o acesso do mosquito às moradias, principalmente em habitações próximas de lagos, rios e represas;
- usar inseticidas de maneira adequada e quando necessário.

➤ **Febre amarela**

Doença provocada por vírus transmitidos pela picada de fêmeas de certos mosquitos. A febre amarela é assim chamada por causa da coloração amarelada da pele das pessoas doentes, característica da icterícia consequente das intensas lesões de células hepáticas.

A febre amarela urbana é transmitida aos seres humanos pelos mosquitos *Aedes aegypti*, de hábitos urbanos e domiciliares. Já a febre amarela silvestre é transmitida aos seres humanos pela picada de várias espécies de mosquitos, principalmente as do gênero *Haemagogus*, que vivem normalmente restritos às matas.

O período de incubação do vírus no corpo humano varia de três a seis dias. Em seguida o doente é acometido de febre alta, apresentando dores de cabeça, náuseas contínuas, vômitos, calafrios e dores musculares. Geralmente sobrevém um curto período em que os sintomas praticamente desaparecem. Em seguida, a febre reaparece acompanhada de hemorragias e de comprometimento das atividades hepáticas. Em muitos casos, a pessoa se recupera, mas não é raro a doença evoluir provocando a morte.

A prevenção da febre amarela consiste no combate aos mosquitos transmissores e na vacinação. A aplicação de vacina é recomendada principalmente em pessoas que residem ou pretendem viajar para regiões onde é relativamente frequente a manifestação dessa doença.

➤ **Hepatite viral**

A hepatite é uma inflamação do fígado que pode ser provocada por vários agentes, como certos produtos químicos tóxicos ao organismo e parasitas, como bactérias e vírus.

A hepatite viral é provocada por vários tipos diferentes de vírus. Atualmente são reconhecidos pelo menos seis tipos diferentes de vírus causadores de hepatite: **A, B, C, D, E** e **G**.

Os vírus da **hepatite A** são eliminados juntamente com as fezes da pessoa infectada e podem contaminar água e alimentos. Logo, são transmitidos aos seres humanos principalmente por água e alimentos contaminados. Os sintomas da doença incluem icterícia, febre, dores de cabeça, náuseas, vômitos e dores musculares. A doença normalmente evolui de forma benigna, regredindo com repouso e dieta adequada. Estima-se que, no Brasil, aproximadamente 90% das pessoas com mais de 30 anos tenham adquirido imunidade natural contra esse vírus.

Os vírus da **hepatite B** são transmitidos em transfusões por sangue contaminado, por relações sexuais e de mãe para filho através da placenta. Os sintomas da **hepatite B** são semelhantes aos da **hepatite A**. Estima-se que mais de 300 milhões de pessoas sejam cronicamente afetadas por esses vírus em todo o mundo. A doença pode se tornar crônica em cerca de 10% das pessoas infectadas e provocar cirrose e câncer de fígado.

Os vírus da **hepatite C** foram descobertos em 1989 e são transmitidos como os vírus da **hepatite B**. A doença geralmente é assintomática, mas alguns indivíduos podem desenvolver icterícia e ser acometidos por dores de cabeça e de garganta, vômitos e fadiga. Entretanto, a **hepatite C** é perigosa porque pode evoluir para cirrose hepática, além de o vírus ser considerado fator de risco para câncer de fígado. No Brasil, estima-se que 3 milhões de pessoas sejam portadoras do vírus da **hepatite C**.

Existem vacinas contra a **hepatite A** e **B**, mas não contra a **hepatite C**.

O termo *hidrofobia* (*hidro*, 'água'; *fobia*, 'medo') decorre da contratura involuntária e dolorosa da musculatura da deglutição, situação em que o simples ato de beber água é extremamente penoso.

A prevenção contra a raiva consiste basicamente na vacinação de cães e de gatos. Pessoas que tenham sido mordidas por animais suspeitos devem procurar imediato atendimento médico e receber vacina e soro antirrábicos, que evitam a instalação da doença.

➤ **Poliomielite**

Também conhecida como *paralisia infantil*, a poliomielite é provocada por vírus transmitido por alimento e objetos contaminados e por secreções respiratórias. Na grande maioria das pessoas não se desenvolvem manifestações clínicas; quando muito, febre e mal-estar. Entretanto, em alguns casos, o vírus atinge o sistema nervoso central provocando a paralisia na atividade da musculatura do sistema locomotor, mais comumente dos membros inferiores. Nos casos mais raros e graves, ocorre paralisia dos músculos respiratórios, provocando a morte do indivíduo.

As campanhas de vacinação em massa praticamente erradicaram a poliomielite do Brasil (fig. 3.7).

➤ **Raiva ou hidrofobia**

Uma vez instalada na pessoa, a raiva é uma doença fatal. É causada por vírus transmitidos aos seres humanos normalmente pela mordedura e saliva de cães e de gatos infectados. Mais raramente, os transmissores da doença podem ser morcegos, quatis, raposas e outros animais silvestres.

O período de incubação do vírus é variável, em geral de 20 a 40 dias, mas pode se estender por alguns meses. O vírus ataca o sistema nervoso e, na fase final da doença, ocorrem convulsões e paralisia dos músculos respiratórios, fato que leva o indivíduo à morte.



Fig. 3.7 — Criança recebendo a vacina Sabin, que evita a poliomielite.

Veja no quadro abaixo um resumo de outras viroses humanas:

DOENÇAS	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Gripe	Causada por vários tipos de vírus, que são transmitidos por gotículas de secreção expelidas pelas vias respiratórias. Os sintomas compreendem febre, prostração, dores de cabeça e musculares, obstrução nasal, coriza e tosse. Repouso e dieta adequada são fatores que favorecem a cura. Existem vacinas contra alguns tipos de vírus causadores de gripe.
Sarampo	Doença que acomete principalmente crianças, é transmitida por secreções nasofaríngeas ou saliva da pessoa doente. Os principais sintomas da doença são febre alta, tosse e manchas avermelhadas que se espalham pelo corpo. Geralmente a doença evolui de forma benigna, mas às vezes sucedem complicações, como encefalite e broncopneumonia, que podem provocar a morte. A prevenção se dá por vacinação.
Caxumba	Também conhecida por <i>parotidite</i> , a caxumba é provocada por vírus que se alojam nas glândulas salivares parótidas. A transmissão do vírus ocorre por meio de gotículas de saliva e objetos contaminados, como garfos, facas e copos. Seus sintomas incluem mal-estar, dores de cabeça, febre e inchaço das glândulas parótidas. Geralmente, a caxumba evolui de forma benigna, mas em alguns casos pode atingir os testículos ou os ovários, podendo provocar esterilidade na pessoa doente. A prevenção se dá por vacinação.
Rubéola	Transmitida por contato direto e pela saliva, os sintomas da rubéola abrangem febre, prostração e manchas avermelhadas na pele. Embora de evolução geralmente benigna, a doença pode ser transmitida de mãe para filho durante a gestação e provocar malformação no feto, inclusive a morte. A prevenção é realizada pela vacinação.
Catapora	Também conhecida como <i>varicela</i> , a catapora é causada por vírus transmitidos por gotículas de saliva ou por objetos contaminados, como copos e talheres. A doença ocorre principalmente em crianças e é caracterizada pelo surgimento de pequenas vesículas espalhadas pelo tronco e rosto, podendo provocar febres, náuseas e vômitos; evolui de forma benigna e pode ser evitada pela vacinação.
Herpes	Os vírus do herpes simples — doença caracterizada pelo surgimento de pequenas vesículas, portadoras de líquido, que surgem geralmente nos lábios ou nos órgãos genitais — são transmitidos pelo contato direto com a pessoa doente. Existem no mercado medicamentos diversos que minimizam os sintomas da doença e são até mesmo capazes de impedir a sua manifestação, se utilizados no início de um provável contágio.
Variola	Um dos maiores flagelos que já atingiu a humanidade, a varíola matou em tempos passados milhões de pessoas em todo o mundo. Transmitida por meio da saliva e de objetos contaminados, a doença é caracterizada por pústulas grandes, cheias de líquido, na pele. Graças à vacinação, a varíola está praticamente erradicada da Terra, representando uma grande conquista da ciência moderna na área médica.

Viroses emergentes

As doenças emergentes são aquelas cuja existência na Terra não se conhecia e que emergem de seus reservatórios naturais quando o ser humano entra em contato com eles.

Entre os vírus emergentes, pode-se citar o Ebola, principalmente a variedade Ebola Zaire, capaz de matar cerca de 90% dos indivíduos infectados. A doença causada por esse vírus, a qual dizimou povoados em países da África na década de 1970, surge como uma dor de cabeça, seguida de febre, debilidade do sistema imune e vômito negro com sangue.

Entre os vírus emergentes registrados no Brasil, podem ser considerados o vírus Sabiá e o vírus Rocio. O Sabiá foi isolado em janeiro de 1990 por pesquisadores do Instituto Adolfo Lutz e causa a febre hemorrágica do Brasil, caracterizada pela ocorrência de dores de cabeça e musculares, convulsões, febre e hemorragia generalizada, entre outros males. O vírus Rocio, descoberto em 1975, provoca um tipo de encefalite que é acompanhado de febre, tonturas, dores de cabeça e vômitos.

Sars e gripe do frango: contágio, sintomas e prevenção

Em fevereiro de 2003 foi descrita em Hanói (Vietnã) uma nova doença apresentada por um paciente proveniente de Hong Kong. Ela foi chamada de *síndrome respiratória aguda grave*, sendo conhecida mundialmente pela sigla **Sars**, em inglês. A doença, também chamada de *pneumonia atípica*, é causada por um vírus transmitido aos seres humanos principalmente por meio de secreções respiratórias expelidas no ambiente por espirros, tosse ou fala de pessoa infectada.

O período de incubação do vírus no corpo humano varia de dois a sete dias, na maioria dos casos. As primeiras manifestações da doença incluem febre alta, dores musculares e tosse seca. Em cerca de 15% dos pacientes, a doença evolui para um quadro clínico mais grave, provocando insuficiência respiratória e podendo levar o indivíduo à morte.

Pessoas com Sars ou com suspeita da doença devem ser imediatamente isoladas para evitar a disseminação do vírus e receber tratamento adequado, que abrange a hidratação do organismo e os cuidados necessários com as possíveis infecções subsequentes.

Gripe do frango. Nos primeiros meses de 2005, as organizações mundiais de saúde entraram em alerta por causa do vírus H5N1, causador da chamada *gripe do frango*. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), somente entre janeiro de 2004 e o início de abril de 2005 esse vírus fez 79 vítimas no Camboja, na Tailândia e no Vietnã. Parece pouco, mas essa letalidade foi uma das maiores já registradas por vírus: a cada dez pessoas contaminadas, apenas quatro sobreviveram. Tomando por base essa taxa, uma eventual pandemia (ou epidemia amplamente difundida) da gripe do frango seria devastadora, alertam os especialistas.

A gripe do frango manifesta-se inicialmente como uma gripe comum: febre, dor de garganta, tosse e dores musculares. Depois pode progredir para outras complicações, como pneumonia e insuficiência respiratória.

O vírus H5N1 é eliminado no ambiente, pela ave contaminada, por meio de secreções respiratórias e de fezes; as fezes secas se desmancham e o vírus pode ser propagado pelo ar. A transmissão do H5N1 de pessoa para pessoa tem se mostrado muito rara.

As mais importantes medidas de controle da "gripe do frango" são a rápida destruição das aves infectadas ou expostas ao vírus e a imposição de quarentena e desinfecção de locais de criação das aves em que haja suspeita da ocorrência da doença.

(Adaptado de: VENTUROLI, Thereza. A ameaça do novo vírus.

Veja, ano 38, n. 15, 13 abril 2005, p. 120-4.

www.agropauta.com.br (Acesso em 25 de abril 2005.)

ORGANIZANDO O CONHECIMENTO

1 - Atualmente, a grande maioria dos cientistas considera os vírus seres vivos. Em relação aos vírus:

- Identifique duas características exclusivas destes seres, ou seja, características que não são verificadas nos demais seres vivos.
- Cite duas características que permitem considerá-los seres vivos.
- Por que eles são considerados parasitas intracelulares obrigatórios?

2 - (Fuvest-SP) Bacteriófagos foram tratados com fósforo e enxofre radiativos. Sabendo que o fósforo se incorpora ao DNA e que o enxofre se incorpora às proteínas virais, que tipo de radiação você espera encontrar no interior de uma célula hospedeira desses vírus? Por quê?

3 - (Fuvest-SP) Com o objetivo de promover a reprodução de certo vírus bacteriófago, um estudante incubou vírus em meio de cultura esterilizada, que continha todos os nutrientes necessários para o crescimento de bactérias. Ocorrerá a reprodução dos vírus? Por quê?

4 - Cite cinco exemplos de viroses humanas.

5 - (Ufop-MG) A hepatite A é uma doença infecciosa associada a um vírus. Considerando um surto dessa doença numa determinada região, explique:

- Por que os alimentos e a água de abastecimento são imediatamente incriminados nesse surto?
- Por que, para prevenção dessa doença nessa situação, aconselha-se consumir água fervida e não apenas filtrada?

6 - (Vunesp-SP) O vírus responsável pela síndrome da imunodeficiência adquirida (Aids) é um retrovírus. Qual o tipo de ácido nucléico que constitui o material genético dos retrovírus? A denominação retrovírus refere-se a que característica desse vírus?

7 - (UFF-RJ) Nas últimas décadas, o mundo - em especial o Terceiro Mundo - presenciou o ressurgimento de inúmeras doenças, outrora consideradas "sob controle", e o surgimento de outras, especialmente as virais, destacando-se a síndrome da imunodeficiência adquirida (Sida/Aids), que constitui um verdadeiro cataclisma, alastrando-se em proporções assustadoras e atingindo indistintamente as populações.

Sobre a infecção pelo vírus HIV, informe:

- as principais vias de contaminação;
- as medidas que devem ser utilizadas para o controle (contenção) desta doença.

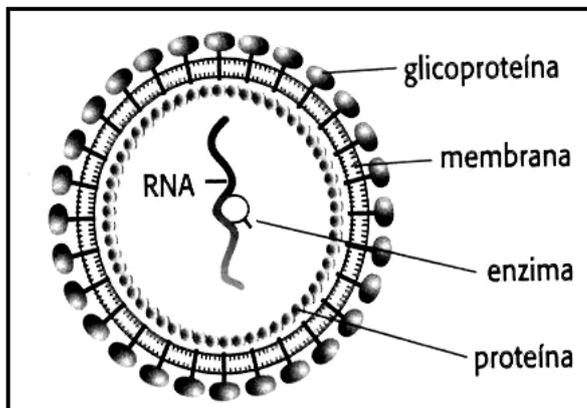
8 - "O vírus da Aids destrói os linfócitos T, provocando a falência do sistema imune humano. O HIV pode ser transmitido para uma pessoa através de relação sexual com parceiro contaminado pelo vírus, por transfusão de sangue contaminado, pelo uso de seringa contaminada e também através de abraço, aperto de mão, toalhas e utensílios domésticos, como talheres e pratos."

Você concorda com todas as afirmações contidas nesta frase? Explique.

9 - (Unicamp-SP) Um pouco alarmado com a elevada ocorrência de dengue transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, um morador de Campinas telefonou para a Sucen (Superintendência de Controle de Endemias) e relatou que havia sido picado na mata, à noite, por um mosquito grande e amarelado. Relatou também que, no dia seguinte, começou a ter febre e sentir dor nas articulações. O biólogo da Sucen ao saber, ainda, que este senhor não tinha viajado para qualquer área endêmica da doença, tranquilizou-o dizendo que certamente não teria contraído a dengue, embora fosse importante que ele procurasse atendimento médico.

Cite cinco fatos relatados acima que levaram o biólogo da Sucen a concluir que essa pessoa não estava com dengue.

10 - (PUC-SP) O esquema abaixo representa os principais componentes do vírus da Aids, o HIV, pertencente à família dos retrovírus:



- Em qual dos componentes representados está localizada a "informação genética" desse vírus?
- "Os doentes com Aids apresentam maior sensibilidade às moléstias infectocontagiosas." Justifique esta afirmação, relacionando-a com a função desempenhada pela célula parasitada pelo HIV

11 - (UFF-RJ) A dengue é uma doença infecciosa aguda, de origem virótica, transmitida por mosquito. Apresenta surtos epidêmicos, caracterizando-se por quadro febril súbito, moleza, dores musculares, dor de cabeça e falta de apetite. O desaparecimento dos sintomas ocorre, aproximadamente, em uma semana. Cite três medidas adequadas ao combate do agente transmissor.

12 - (Unicamp-SP) "Ao chegar ao Pará (Belém), encontrei a cidade, antes alegre e saudável, desolada por duas epidemias: a febre amarela e a varíola. O governo tomou todas as precauções sanitárias imagináveis, entre as quais a medida muito singular de fazer os canhões atirarem nas esquinas da rua para purificar o ar.

(Adaptado de: BATES, H. W.
The naturalist on the river Amazon, 1863, apud O. Frota Pessoa,
Biologia na escola secundária, 1967.)

- As medidas de controle das doenças citadas no texto certamente foram inúteis. Atualmente, que medidas seriam consideradas adequadas?
- Explique por que a febre amarela ocorre apenas em regiões tropicais enquanto a varíola ocorria em todas as latitudes.
- Cite uma doença transmitida de modo semelhante ao da febre amarela.

13 - (UERJ) A partir de fevereiro de 2003, uma doença infectocontagiosa — Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS, em inglês) —, até então desconhecida, provocou surtos de pneumonia, principalmente em países asiáticos. No momento, existem evidências de que o avanço dessa doença parece ter sido contido.

- Cite o tipo de agente infeccioso isolado a partir de pacientes com SARS e uma outra doença causada por patógeno do mesmo tipo, mas transmitida por picada de mosquito.
- Descreva o principal mecanismo de transmissão da SARS e a mais importante medida tomada pelas autoridades de saúde pública para tentar evitar seu alastramento.

14 - Considere as seguintes viroses: gripe, caxumba, poliomielite, sarampo e catapora.

- a) Qual ou quais delas podem ser transmitidas ao ser humano por meio de gotículas de secreção expelidas por pessoa doente durante a fala, espirros ou tosse?
- b) Qual ou quais delas podem ser evitadas com o uso de vacinas?

ROTEIRO PARA AUTO AVALIAÇÃO

1 - **(Fatec-SP)** Os vírus são minúsculos "piratas" biológicos porque invadem as células, saqueiam seus nutrientes e utilizam as reações químicas das mesmas para se reproduzir. Logo em seguida os descendentes dos invasores transmitem-se a outras células, provocando danos devastadores. A estes danos, dá-se o nome de virose, como a raiva, a dengue hemorrágica, o sarampo, a gripe, etc.

(Texto modificado do livro *Piratas da célula*, de Andrew Scott.)

De acordo com o texto, é correto afirmar:

- a) Os vírus utilizam o seu próprio metabolismo para destruir células, causando viroses.
- b) Os vírus utilizam o DNA da célula hospedeira para produzir outros vírus.
- c) Os vírus não têm metabolismo próprio.
- d) As viroses resultam sempre das modificações genéticas da célula hospedeira.
- e) As viroses são transcrições genéticas induzidas pelos vírus que degeneram a cromatina na célula hospedeira.

2 - **(Cesgranrio-RJ)** Com relação à constituição química dos vírus, assinale a alternativa correta:

- a) DNA + RNA + proteínas.
- b) DNA + proteínas ou RNA + proteínas.
- c) lipídios + proteínas + DNA.
- d) somente proteínas.
- e) glicídios + proteínas.

3 - **(Uni-Rio-RJ)** Todos os vírus:

- a) só se reproduzem no interior de células.
- b) são parasitas de vegetais superiores.
- c) são patogênicos para o homem.
- d) podem ser observados ao microscópio óptico.
- e) são bacteriófagos.

4 - **(UFBA)** A caracterização do vírus como ser vivo está relacionada com a capacidade de:

- a) sobreviver em meios de culturas artificiais mantidos em laboratório.
- b) realizar a síntese de proteínas, utilizando seus próprios ribossomos.
- c) reproduzir-se e sofrer modificações em suas características hereditárias.
- d) apresentar, simultaneamente, moléculas de DNA e RNA em sua organização.
- e) fabricar seu próprio alimento, quando em vida livre, e armazená-lo, para uso, quando cristalizado.

5 - **(Unimep-SP)** Alguns vírus atacam e destroem bactérias e por isso receberam o nome de bacteriófagos ou simplesmente fagos. Com relação a esses vírus, afirma-se que:

- a) são constituídos quimicamente de moléculas de hidrocarbonetos.
- b) possuem grande quantidade de mitocôndrias e ergastoplasma essenciais para que possam se reproduzir.
- c) são constituídos de uma cápsula proteica e um miolo de DNA, sendo apenas o DNA injetado na bactéria.

- d) são constituídos de nucleoproteína, e penetram inteiros dentro da bactéria, multiplicando-se, então, por cissiparidade.
- e) são células procarióticas que parasitam bactérias, terminando por destruí-las.

6 - (Fuvest-SP) Os bacteriófagos são constituídos por uma molécula de DNA envolta em uma cápsula de proteína. Existem diversas espécies, que diferem entre si quanto ao DNA e às proteínas constituintes da cápsula. Os cientistas conseguem construir partículas virais ativas com DNA de uma espécie e cápsula de outra. Em um experimento, foi produzido um vírus contendo DNA do bacteriófago T_2 e cápsula do bacteriófago T_4 . Pode-se prever que a descendência desse vírus terá:

- a) cápsula de T_4 e DNA de T_2 .
- b) cápsula de T_2 e DNA de T_4
- c) cápsula e DNA, ambos de T_2 .
- d) cápsula e DNA, ambos de T_4 .
- e) mistura de cápsulas e DNA de T_2 e T_4 .

7 - (PUC-MG) A maioria dos morcegos que vemos voando, durante a noite, na cidade, são completamente inofensivos ao homem. São morcegos frugívoros, ou seja, que se alimentam de frutos. Existem também aqueles que são nectívoros, ou seja, se alimentam do néctar das flores. No entanto, no meio rural, ocorrem morcegos vampiros, atraídos pela existência de bois, vacas e cavalos, dos quais sugam o sangue; eventualmente, esses morcegos podem sugar sangue do homem. Tal fato é preocupante, pois os morcegos hematófagos são, conhecida-mente, transmissores de uma doença virótica e fatal, se não tratada a tempo.

A doença à qual o texto se refere é:

- a) caxumba.
- b) hepatite.
- c) rubéola.
- d) raiva.
- e) sarampo.

8 - (Fuvest-SP) Doenças como dengue, febre amarela e mesmo malária, há muito erradicadas dos grandes centros urbanos brasileiros, podem reaparecer, como aconteceu recentemente em áreas urbanas de São Paulo e Rio de Janeiro. Uma condição que propicia o reaparecimento das doenças citadas é:

- a) aumento exagerado dos níveis de poluição do ar.
- b) ingestão de alimentos contaminados por agrotóxicos.
- c) proliferação de criadouros de mosquitos transmissores.
- d) ingestão de água contaminada por esgotos.
- e) aumento de radiação ambiental causada pelas usinas nucleares.

9 - (Uniceb-SP) Indique a alternativa que apresenta apenas viroses:

- a) coqueluche, tétano e difteria.
- b) rubéola, febre amarela e poliomielite.
- c) sarampo, herpes e malária.
- d) herpes, cólera e raiva.
- e) catapora, gripe e esquistossomose.

10 - (Vunesp-SP) Em relação à Aids, temos as afirmações seguintes:

- I. A doença é causada por vírus.
- II. O contágio se dá, principalmente, por transfusão de sangue contaminado, contato sexual com portadores e uso em comum de agulha por viciados em drogas.
- III. A convivência com a pessoa doente, em casa, no trabalho, na escola, na rua, excluídas as condições mencionadas em II, não oferece perigo de transmissão da doença.

IV. A doença atua sobre o sistema imune, diminuindo a resistência do organismo.

Considerando os conhecimentos atuais, assinale a alternativa:

- a) se apenas II, III e IV são corretas.
- b) se apenas II e III são corretas.
- c) se apenas I, II e IV são corretas.
- d) se apenas I, III e IV são corretas.
- e) se I, II, III e IV são corretas.

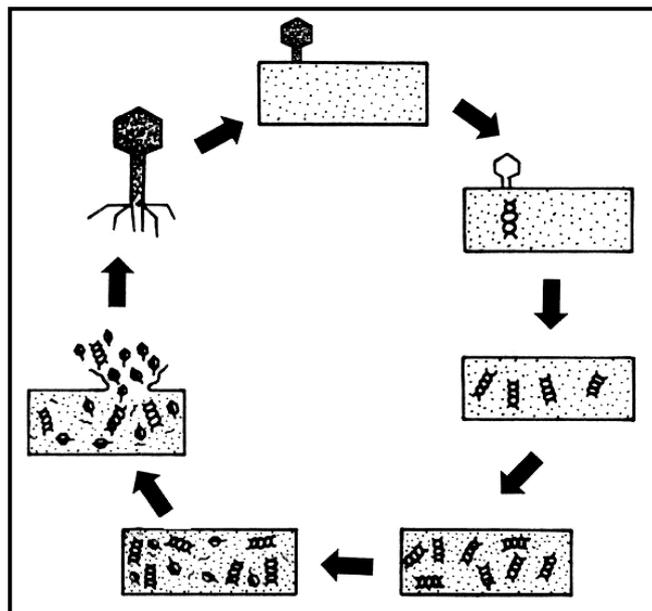
11 - (UFPE) Em relação à Aids (síndrome de imunodeficiência adquirida), analise as proposições a seguir:

- 1. É causada por um retrovírus.
- 2. Pode ser transmitida pelo leite materno das mães contaminadas pelo HIV.
- 3. O uso de preservativos (camisinha) durante as relações sexuais é uma das principais medidas profiláticas.
- 4. A transmissão é frequente pelo contato de mãos.

Considerando o estágio atual de conhecimentos, estão corretos:

- a) 1, 3 e 4, apenas.
- b) 2 e 4, apenas.
- c) 1, 2 e 3, apenas.
- d) 2 e 3, apenas.
- e) 1, 2, 3 e 4.

12 - (UFMG) Observe a figura:



Com relação à figura, todas as afirmativas estão corretas, exceto:

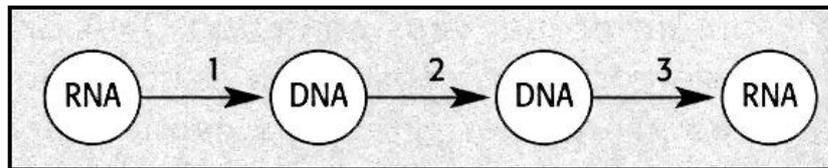
- a) ocorre duplicação do DNA viral no interior da célula bacteriana.
- b) são produzidas novas células bacterianas a partir do DNA viral.
- c) são sintetizadas cápsulas proteicas virais pela célula bacteriana.
- d) trata-se do ciclo de um bacteriófago.
- e) verifica-se lise da célula bacteriana.

13 - (UFBA) Relacione as colunas, associando corretamente os nomes das viroses com seus respectivos meios de contaminação:

- | | |
|-------------------|---|
| (1) febre amarela | (a) contaminação pelo sêmen ou pelo sangue |
| (2) sarampo | (b) arranhaduras ou mordeduras por animais contaminados |
| (3) raiva | (c) contato direto com pessoas doentes ou pelo ar e utensílios contaminados |
| (4) Aids | (d) atividade transmissora de mosquitos |

- a) 1 — a; 2 — c; 3 — b; 4 — d.
b) 1 — a; 2 — b; 3 — c; 4 — d.
c) 1 — d; 2 — c; 3 — a; 4 — b.
d) 1 — c; 2 — d; 3 — b; 4 — a.
e) 1 — d; 2 — c; 3 — b; 4 — a.

14 - (Unip-SP) O esquema abaixo mostra, de maneira simplificada, a replicação do vírus da Aids (HIV), através da sequência de ácidos nucléicos:



Sabe-se que o AZT, empregado no tratamento da Aids, inibe a transcriptase reversa, que no esquema está representada em:

- a) 1.
b) 2.
c) 3.
d) 1 e 2.
e) 2 e 3.

15 - (Enem) A partir do primeiro semestre de 2 000, a ocorrência de casos humanos de febre amarela silvestre extrapolou as áreas endêmicas, com registros de casos em São Paulo e na Bahia, onde os últimos casos tinham ocorrido em 1 953 e 1 948. Para controlar a febre amarela silvestre e prevenir o risco de uma reurbanização da doença foram propostas as seguintes ações:

- I. Exterminar os animais que servem de reservatório do vírus causador da doença;
- II. Controlar a proliferação do mosquito transmissor.
- III. Intensificar a vacinação nas áreas onde a febre amarela é endêmica e em suas regiões limítrofes.

É efetiva e possível de ser implementada uma estratégia envolvendo:

- a) a ação II, apenas.
b) as ações I e II, apenas.
c) as ações I e III, apenas.
d) as ações II e III, apenas.
e) as ações I, II e III.

Aids no Brasil: 20 anos depois

Com cerca de 42 milhões de pessoas no mundo infectadas pelo HIV, a Aids passou, num espaço de 20 anos, de desconhecida a uma das maiores enfermidades da história. Nesse mesmo período, os estudos e os programas de combate ao HIV e à Aids avançaram com igual velocidade.

O Brasil acompanhou esse progresso. O Programa Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis, criado em 1986 pelo Ministério da Saúde, foi o primeiro da América Latina e se equipara aos existentes nos países desenvolvidos. Hoje, as atividades desse programa envolvem a difusão de informações, o incentivo a atitudes solidárias e tolerantes para com os portadores do HIV e o estímulo a mudanças de comportamento da sociedade, dirigido especialmente a pessoas com maior risco de contágio, como é o caso de usuários de drogas injetáveis, da população prisional e dos indivíduos que têm vários parceiros ou parceiras sexuais, por exemplo.

Uma das grandes vitórias do programa brasileiro foi o domínio da tecnologia para produzir sete dos quinze antirretrovirais usados no combate à Aids. Isso permitiu ao governo negociar com as empresas farmacêuticas e baixar os preços dos medicamentos. Foi um resultado importante, já que o governo fornece esses remédios gratuitamente, desde 1986, para mais de 130 mil pacientes.

Mas é urgente reduzir o alto patamar no qual a Aids se estabilizou no país: cerca de 30 mil casos de novas infecções por ano. Para alcançar a redução, o programa pretende aumentar a distribuição de preservativos ("camisinhas") para 1,2 bilhão por ano, diagnosticar mais cedo os casos de infecção, aumentar a tolerância das pessoas para com os portadores do HIV, garantir que todos tenham acesso aos medicamentos e investir em ciência e tecnologia. Por exemplo, o tratamento de gestantes portadoras de HIV reduz para 3% — dez vezes menos — o risco de a criança nascer infectada.

A agilidade do país no combate à Aids, combinando prevenção e tratamento, é reconhecida mundialmente. Tamanho foi o sucesso do programa brasileiro que a Organização Mundial de Saúde (OMS) decidiu copiar o modelo para usá-lo em escala mundial.

Adaptado de: FURTADO, Fred. Aids no Brasil: 20 anos depois. *Ciência Hoje*, dezembro de 2003, p. 60-62.

❖ **Em grupo: refletir, discutir e relatar:**

- a) Com base no texto, trocar ideias sobre o Programa Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis. Relatar a opinião do grupo. Caso haja opiniões contrárias, elas devem aparecer no relatório.
- b) Com respeito à expressão do texto "incentivo a atitudes solidárias e tolerantes para com os portadores do HIV", indicar (por escrito, no caderno) uma atitude que o grupo, depois de discutido o assunto, considera solidária e/ou tolerante neste caso.

CAPÍTULO 4

Reino Monera

O reino *Monera* compreende todos os organismos unicelulares e procariontes, representados pelas *bactérias* e pelas *cianobactérias*, também conhecidas como *cianofíceas* ou *algas azuis*.

As bactérias acham-se distribuídas em todos os ambientes da biosfera e são fundamentais para o equilíbrio biológico dos ecossistemas, não apenas pela grande variedade de espécies, mas também pela diversidade de fenômenos dos quais participam. As cianobactérias vivem sobretudo na água doce e na água salgada, mas também podem ser encontradas em solo úmido, sobre cascas de árvores e até mesmo em fontes termais, geleiras ou colonizando rochas nuas.

➤ 4.1. A estrutura celular no reino Monera

Sendo procariontes, os seres do reino Monera exibem uma estrutura celular relativamente simples. Ao contrário do que ocorre nas células eucariotas, não existe carioteca ou membrana nuclear nas bactérias e nas cianobactérias. Além de não apresentarem núcleo individualizado, as células desses organismos não possuem organelas membranosas, como o retículo endoplasmático, o complexo golgiense, as mitocôndrias e os plastos. Logo, os pigmentos fotossintetizantes, sempre presentes nas cianobactérias e muito raramente nas bactérias, encontram-se dissolvidos no hialoplasma.

A figura 4.1 mostra o esquema de uma cianobactéria e de uma bactéria. Note que ambas possuem parede celular ou membrana esquelética, uma estrutura resistente associada com a proteção e a sustentação do organismo. Observe também que as cianobactérias são dotadas de um sistema de membranas citoplasmáticas, onde se associam os pigmentos da fotossíntese.

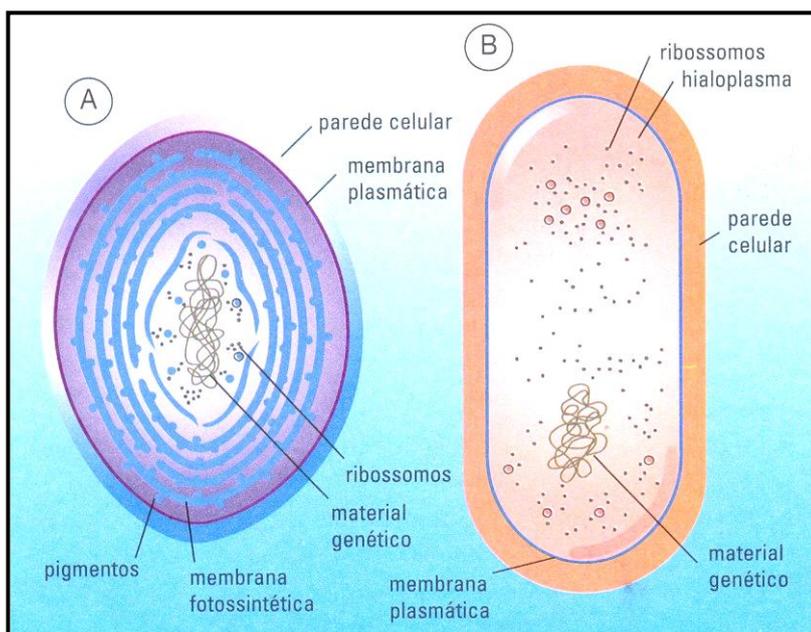


Fig. 4.1 — Esquema de uma cianobactéria (A), também conhecida como cianofícia ou alga azul, e de uma bactéria (B).

➤ 4.2. Bactérias

Representando provavelmente o grupo mais numeroso de organismos, as bactérias (do grego *bakteria*, 'bastão') são microrganismos normalmente com menos de 8 μm de comprimento — 1 μm (micrômetro) = 0,001 mm.

➤ A nutrição bacteriana

As bactérias podem ser autótrofas ou heterótrofas. As *autótrofas*, menos comuns, conseguem sintetizar seu próprio alimento por meio da fotossíntese ou da quimiossíntese. As *heterótrofas*, muito mais abundantes, são incapazes de produzir seu próprio alimento e precisam recorrer a uma fonte orgânica qualquer para obter a energia biológica necessária à manutenção de sua atividade metabólica. A imensa maioria das bactérias heterótrofas vive à custa da decomposição do material orgânico disponível no ambiente. Entretanto algumas espécies de bactérias associam-se a outros seres vivos e deles obtêm seu alimento, estabelecendo interações diversas, como o parasitismo e o mutualismo.

➤ A importância das bactérias

Decompondo a matéria orgânica disponível no ambiente, as bactérias têm uma notável importância ecológica, que é fundamental para a manutenção de vida na Terra. Vamos, a seguir, conhecer essa e outras atividades desses microrganismos.

Ação decompositora — As bactérias *decompositoras* ou *saprófitas*, juntamente com a maioria dos fungos, atuam na natureza decompondo organismos mortos, partes que se destacam de seres vivos ou resíduos eliminados no ambiente, como folhas e frutos caídos, fezes, pele, etc. Assim, os seres decompositores promovem a transformação da matéria orgânica morta em matéria inorgânica simples, que pode ser reaproveitada por outros seres, especialmente as plantas. São, portanto, indispensáveis à reciclagem da matéria na natureza, constituindo verdadeiras "usinas processadoras" de material orgânico morto. É graças à ação decompositora que existe uma contínua disponibilidade de elementos químicos necessários à construção da matéria viva nos seres vivos. Por isso, as bactérias são fundamentais para a manutenção do equilíbrio biológico em todos os ecossistemas da Terra.

Fertilização do solo — Pode-se concluir, pelo que foi descrito acima, que a fertilidade do solo depende da atividade dos seres decompositores. Mas outros tipos de bactérias também contribuem para a riqueza do solo. É o caso das bactérias do gênero *Rhizobium*, que vivem associadas às raízes de leguminosas, um importante grupo de plantas, como a soja, o feijão e a ervilha. Uma vez instaladas nas raízes, as bactérias fixam o gás nitrogênio atmosférico (N_2) e o transformam em sais nitrogenados, que são em parte assimilados pelas plantas. Esse gênero de bactérias fornece às leguminosas os sais nitrogenados necessários ao seu desenvolvimento. Parte da matéria orgânica produzida pelas leguminosas por meio da fotossíntese é assimilada por essas bactérias, que são heterótrofas. Estabelece-se, assim, uma interação de benefícios mútuos entre as bactérias *Rhizobium* e a planta; esse tipo de interação é denominado *mutualismo*. Depois de colhidas as sementes, o agricultor pode enterrar as leguminosas para que funcionem como "adubos verdes". De fato, à medida que se decompõem, as grandes moléculas orgânicas nitrogenadas existentes na planta, como as proteínas, originam principalmente amônia, que é liberada para o ambiente. Então, bactérias nitrificantes, como as dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, atuam, respectivamente, convertendo a amônia em nitrito e o nitrito em nitrato. Uma vez incorporados ao solo os nitritos e os nitratos aumentam sua fertilidade (fig. 4.2).

Digestão de celulose — As bactérias que vivem no estômago de ruminantes, como o boi e a ovelha, estabelecem com esses animais um outro exemplo de mutualismo. Essas bactérias são capazes de digerir celulose, auxiliando assim a nutrição dos ruminantes; em troca, encon-

tram nesses animais um hábitat adequado ao seu desenvolvimento, além do alimento que garante sua atividade metabólica.

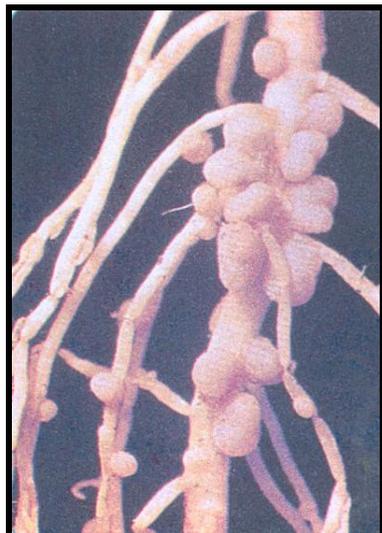


Fig 4.2 – Raízes de leguminosas com nódulos onde vivem bactérias do gênero *Rhizobium*.

Emprego industrial — Na indústria, são bastante conhecidas às bactérias do gênero *Acetobacter*, que oxidam o álcool etílico transformando-o em ácido acético; esse fenômeno constitui a base da fabricação do vinagre. As bactérias do gênero *Lactobacillus* promovem a conversão da lactose (açúcar do leite) em ácido láctico. O leite torna-se então azedo, e a redução do pH determina a precipitação de suas proteínas, com a consequente formação do *coalho*. Essas bactérias têm, assim, participação marcante no processo de fabricação de coalhada, iogurte e queijo. Na indústria farmacêutica, as bactérias do gênero *Bacillus* fornecem certos antibióticos, como a tirotricina e a bacitracina.

Emprego no controle biológico — As bactérias são também utilizadas no combate a espécies daninhas à agricultura. Um exemplo é o *Bacillus thuringiensis*, que infesta a larva de determinados insetos. Essa bactéria produz cristais protéicos que se dissolvem no intestino da larva; a proteína dissolvida promove a ruptura da parede intestinal, permitindo a invasão dos tecidos pelas bactérias, o que provoca a morte da larva.

Ação patogênica — Mais adiante, neste capítulo, estaremos apresentando as principais doenças humanas causadas por bactérias patogênicas (do grego *pathos*, 'sofrimento'). Neste momento, basta saber que elas podem causar doenças ao ser humano e a outros seres vivos; a tuberculose, a sífilis e o tétano são alguns exemplos dessas doenças.



Fig. 4.3 – Bactérias do tipo coco

➤ Os tipos morfológicos de bactérias

Quanto à morfologia, as bactérias classificam-se basicamente em três categorias:

- ✓ **Cocos** — São bactérias de forma arredondada, cujo tamanho, em geral, situa-se entre 0,2 e 5 μm de diâmetro (fig. 4.3).

Os cocos apresentam-se isolados ou formando colônias (fig. 4.4). Segundo a quantidade de bactérias e sua disposição, as colônias são classificadas em:

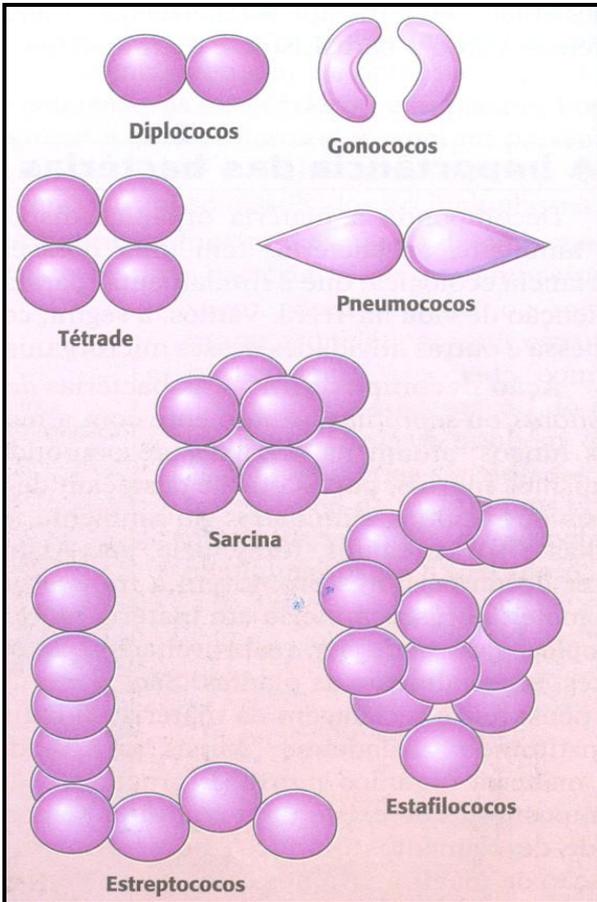


Fig. 4.4 – Colônias de cocos

- diplococos — colônia de dois cocos;
- tétrade — colônia de quatro cocos;
- sarcina — colônia cúbica de oito ou mais cocos;

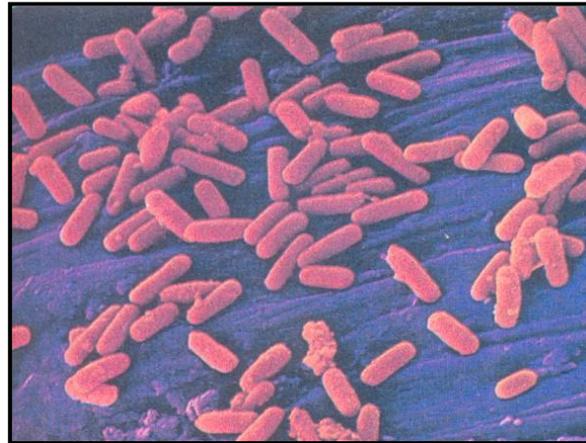


Fig. 4.5 — Bactérias do tipo bacilo.

- estreptococos — colônia de cocos em fileira;
- pneumococos — colônia de dois cocos em forma de chama de vela;
- estafilococos — colônia de cocos dispostos em cacho;
- gonococos — colônia de dois cocos reniformes (em forma de rim).

- ✓ **Bacilos** — São bactérias em forma de bastonete, que medem, em regra, de 1 a 15 μm de comprimento (fig. 4.5).

- ✓ **Espirilos** — São bactérias que têm a forma de um bastonete recurvado. Os espirilos propriamente ditos formam filamentos helicoidais (fig. 4.6). Já os vibriões, como o *Vibrio cholerae*, causador da cólera, são bactérias curtas, com uma espira incompleta, em forma de vírgula.



Fig. 4.6 — Bactéria do tipo espirilo.

➤ A reprodução das bactérias

O principal tipo de reprodução em bactérias é a reprodução assexuada por *divisão simples* ou *cissiparidade*: um indivíduo divide-se originando dois outros geneticamente iguais, supondo ausência de eventuais mutações (fig. 4.7).

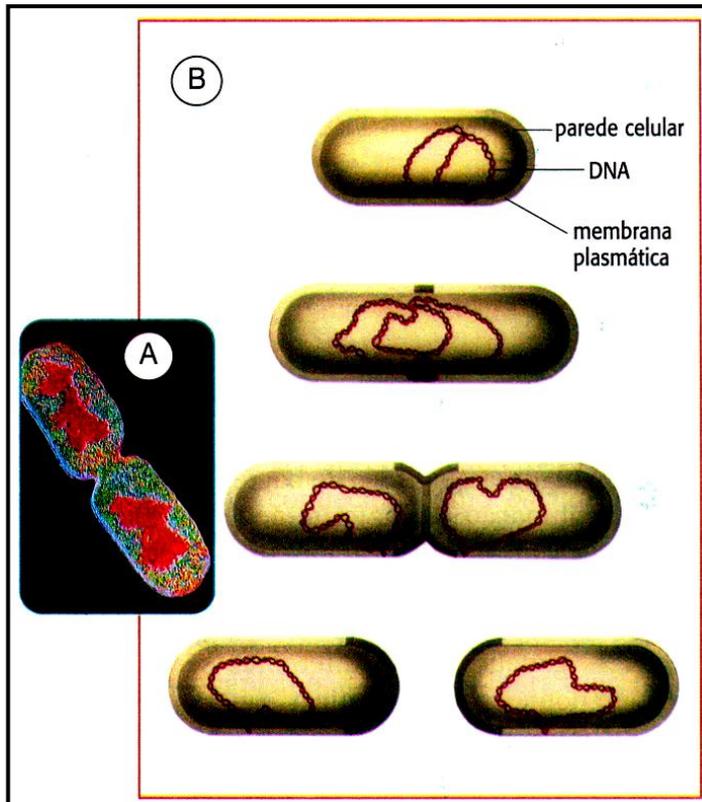


Fig. 4.7 — (A) Microfotografia (ampliação de 17 650 vezes em microscópio eletrônico de 35 mm) mostrando a cissiparidade. (B) Esquema de bactéria em divisão (cissiparidade).

Outro tipo de reprodução assexuada que se verifica em bactérias, embora menos frequente, é a *gemiparidade* ou *brotamento*. Nesse processo, a célula-mãe expele, de forma lenta, uma célula-filha que "brota" originando uma nova bactéria; as células-filhas podem se manter agregadas às células-mães, de maneira que, após sucessivos brotamentos, forma-se uma colônia (fig. 4.8).

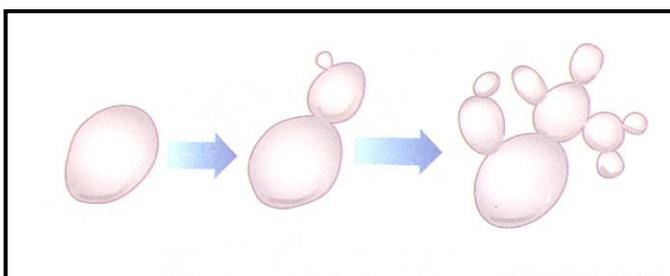


Fig. 4.8 — Brotamento em bactérias.

Em algumas espécies de bactérias pode ocorrer recombinação de material genético. É o caso da *conjugação*, mecanismo descoberto em cultura conjunta de duas variedades geneticamente diferentes de *Escherichia coli*. Nesse processo, duas bactérias geneticamente diferentes se unem por meio de pontes citoplasmáticas. Uma delas, a bactéria doadora, injeta parte de seu material genético na outra, a bactéria receptora. Então, as duas bactérias separam-se e no interior da bactéria receptora ocorrem recombinações gênicas. Em seguida, essa bactéria reproduz-se assexuadamente originando novas bactérias portadoras de material genético recombinado (figs. 4.9 e 4.10). Assim, a conjugação permite aumentar a variabilidade genética da população bacteriana, contribuindo para a sua adaptação a um determinado ambiente, como veremos mais detalhadamente no volume 3 desta coleção.

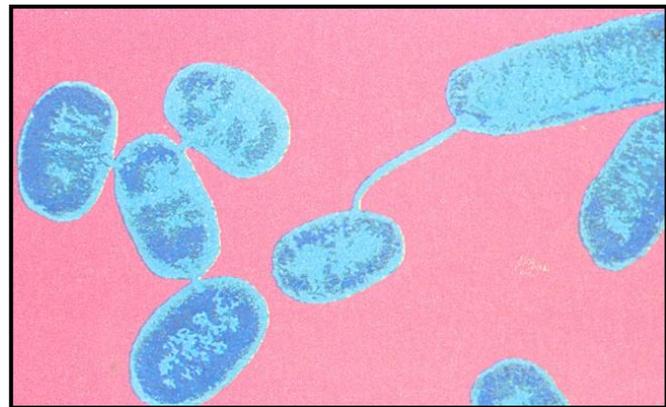
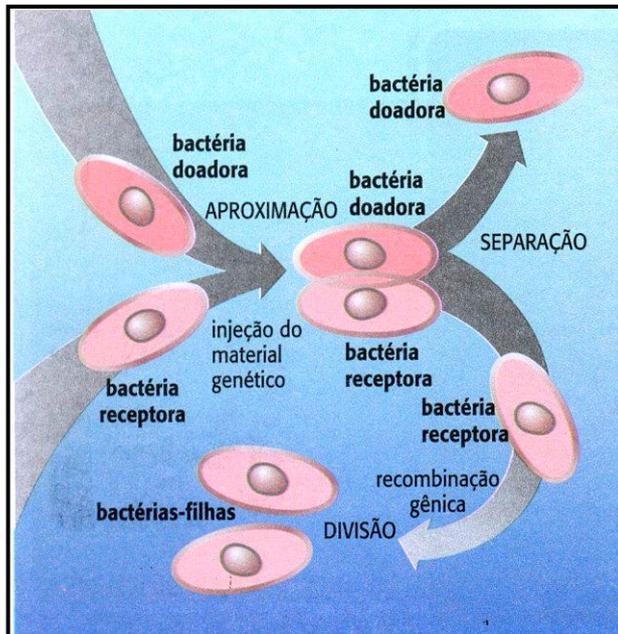


Fig. 4.10 — Foto ampliada (6 mil vezes em 35 mm) de bactérias em conjugação.

Fig. 4.9 – Esquema de conjugação.

➤ As doenças bacterianas

Muitas doenças que acometem o ser humano e outros seres vivos são causadas por certas bactérias. A seguir veremos os principais casos de doenças humanas causadas por esses seres.

➤ Cólera

É uma doença causada pela bactéria *Vibrio cholerae* e transmitida aos seres humanos por água e alimentos contaminados. A bactéria instala-se no intestino, irritando suas paredes e provocando infecção aguda. Os principais sintomas da doença são: diarreias muito fortes, fezes às vezes esbranquiçadas lembrando "água de arroz", vômitos, cólicas intestinais, câibras musculares e alteração na produção de urina.

A prevenção da cólera consiste basicamente em:

- ✓ ingerir água tratada, fervida ou clorada;
- ✓ proteger rigorosamente os alimentos, inclusive os cozidos, para evitar o pouso de moscas que podem transportar as bactérias caso entrem em contato com vômitos e fezes de pessoas doentes;
- ✓ evitar o consumo de alimentos preparados em locais de higiene duvidosa;
- ✓ ter cuidados higiênicos, como o de lavar bem as mãos antes das refeições;
- ✓ lavar bem frutas e verduras que sejam comidas cruas ou, de preferência, colocá-las de molho em água clorada antes de consumi-las;
- ✓ comer apenas frutos do mar que tenham sido muito bem cozidos, uma vez que as águas litorâneas podem eventualmente ser infectadas, constituindo "criadouros" do vibrião colérico.

De maneira geral, os casos de cólera não são fatais se o diagnóstico for rápido e o doente receber tratamento correto. Em grande parte dos casos da doença, as pessoas podem ser tratadas com uma solução de sais que permitem a reidratação do organismo. Nos casos mais graves, o uso de antibióticos, com a devida orientação médica, reduz o volume e a duração da diarreia. Embora exista vacina contra a cólera, sua eficácia é pequena.

➤ Meningite meningocócica

As meninges são membranas que envolvem os órgãos do sistema nervoso central. A meningite, processo de inflamação das meninges, pode ser provocada por diversos agentes, inclusive vírus, fungos e protozoários. A meningite meningocócica é causada pela bactéria *Neis-*

seria meningitidis (meningococo) e transmitida aos seres humanos pela contaminação das vias respiratórias por meio de gotículas de saliva expelidas por espirros, tosse ou fala de pessoa infectada. A transmissão pode ocorrer também por contato com objetos contaminados, como talheres e copos.

Os sintomas da doença, que pode levar o paciente ao estado de coma e à morte, compreendem dores de cabeça e de garganta, febre alta e rigidez da nuca. O tratamento da meningite meningocócica inclui o uso de antibióticos; para sua prevenção, a pessoa deve tomar vacina específica.

➤ Tuberculose

Doença causada pela bactéria *Mycobacterium tuberculosis*, também conhecida como *bacilo de Koch*, a tuberculose é transmitida pela contaminação das vias respiratórias, quando um indivíduo é infectado por gotículas de saliva contaminadas e expelidas pelo doente durante a fala, espirro ou tosse.

Na maioria dos casos, as bactérias instalam-se nos pulmões, onde provocam lesões específicas denominadas "*tubérculos*". O doente é acometido de alveolites, tosse, febres, suores, emagrecimento, expectorações acompanhadas de sangue e fadiga, entre outros sintomas. Excepcionalmente, a bactéria pode se instalar em outras regiões do corpo, como rins, ossos, testículos e meninges.

A bactéria pode ser combatida com o uso de antibióticos e a prevenção da doença envolve a vacinação de pessoas, especialmente crianças, com BCG — vacina aplicada por via oral ou intradérmica e cuja sigla deriva de *Bacilo de Calmette-Guérin*.

➤ Tétano

O tétano é causado pela bactéria *Clostridium tetani*, também conhecida como *bacilo de Nicolaier*. Existente no solo na forma de esporos, esse bacilo anaeróbico pode penetrar no corpo humano, em ferimentos da pele, por meio de contato com terra ou objetos contaminados. Uma vez instalada no organismo, a bactéria libera uma toxina neurotóxica, que se espalha pelo corpo. Ocorrem dor de cabeça, febre e, principalmente, rigidez muscular causada pelas fortes contrações dos músculos da nuca, do pescoço e da mandíbula, entre outros sintomas. A doença pode levar o indivíduo à morte por paralisia de músculos respiratórios.

A prevenção se dá por vacinação e a aplicação de soro antitetânico é fundamental nos casos de suspeita de contágio.

➤ Sífilis

Doença sexualmente transmissível, a sífilis é causada pela bactéria *Treponema pallidum*, que pode ser transmitida por contágio sexual, objetos contaminados ou de mãe para filho por meio da placenta.

O período primário da doença sobrevém cerca de um mês após a contaminação e é representado pelo surgimento de cancro sifilítico, um processo ulceroso e indolor que surge, geralmente, nos órgãos genitais e depois desaparece. O período secundário, que pode se manifestar meses após a contaminação, caracteriza-se pelo aparecimento de erupções na pele e nas mucosas, além de outros sintomas. No período terciário, ocorrem lesões em várias partes do organismo, até mesmo no sistema nervoso central, que podem acarretar cegueira, paralisia geral e morte.

A sífilis pode ser tratada com o uso de antibióticos e sua prevenção inclui educação sexual e sanitária e exames pré-nupciais e pré-natais.

➤ Gonorreia

Doença causada pela bactéria *Neisseria gonorrhoeae*, a gonorreia, ou blenorragia, é uma doença sexualmente transmissível. No homem, a doença manifesta-se geralmente cerca de cinco dias após o contágio, verificando-se corrimento uretral purulento e ardor ao urinar. Na mulher, a doença pode ser assintomática ou manifestar-se na forma de corrimento esbranquiçado. Não tratada, a gonorreia pode provocar esterilidade masculina, entre outros males. O tratamento é realizado com antibióticos, sob a devida orientação médica.

➤ Outras doenças provocadas por bactérias

No quadro abaixo você pode observar um resumo de outros exemplos de doenças provocadas por bactérias.

Além das doenças descritas no quadro, às bactérias podem ainda causar enfermidades, como as contraídas por intoxicação alimentar. É o caso do *botulismo*, frequentemente fatal, que é provocado por uma potente toxina produzida pelo *Clostridium botulinum*; esta bactéria é um organismo anaeróbico que pode se desenvolver em alimentos enlatados diversos. Algumas bactérias, como as dos gêneros *Shigella* e *Salmonella*, também contaminam alimentos diversos e provocam inflamações no estômago e no intestino, acompanhadas de febre, vômitos, diarreias e podem levar o indivíduo à morte. Essas doenças exigem um imediato tratamento médico, que inclui o uso de antibióticos.

Como pudemos ver, as doenças bacterianas são passíveis de serem tratadas com antibióticos, ao contrário das viroses.

OUTRAS DOENÇAS CAUSADAS POR BACTÉRIAS		
Doença	Bactéria	Principais características
Coqueluche ou tosse comprida	<i>Bordetella pertussis</i>	Acomete principalmente crianças e provoca tosse frequente e prolongada; é transmitida por gotículas de saliva contaminadas e eliminadas pela pessoa doente por meio de espirros, toses ou fala; pode ser prevenida com vacinação.
Tracoma	<i>Chlamydia trachomatis</i>	Inflamação da membrana conjuntiva do olho, da córnea e das pálpebras, que pode provocar cegueira; é transmitida por objetos contaminados e tratada com antibióticos.
Escarlatina	<i>Streptococcus pyogenes</i>	Provoca dor de cabeça, dor de garganta, febre, dores musculares, vômitos e erupções cutâneas de coloração avermelhada; é transmitida por gotículas de saliva ou objetos contaminados e tratada com antibióticos.
Difteria ou crupe	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Provoca dor de garganta, febre e dificuldade na deglutição e fala; é transmitida por gotículas de saliva contaminadas e o tratamento inclui o uso de antibióticos e de soro antidiftérico. Existe vacina contra a doença.
Lepra ou hanseníase	<i>Mycobacterium leprae</i>	Transmitida por contágio direto, a bactéria, também conhecida como <i>bacilo de Hansen</i> , provoca lesões cutâneas, oculares e de nervos.

Leptospirose	<i>Leptospira interrogans</i>	Transmitida por água, alimentos e objetos contaminados pela urina de animais infectados, principalmente ratos; as manifestações mais comuns são febre, dor de cabeça, vômitos e dores musculares; o tratamento é feito com antibióticos. Surto da doença verificados quando ocorrem enchentes nas cidades se explicam pela contaminação da água com urina de ratos de esgotos.
--------------	-------------------------------	--

➤ 4.3. Cianobactérias ou cianofíceas

Estruturalmente semelhantes às bactérias, pois são unicelulares e procariontes, as cianobactérias, cianofíceas, ou algas azuis, têm uma distribuição consideravelmente ampla; são encontradas na água doce, na água salgada, em solos úmidos e também recobrimo superfícies rochosas e troncos de árvores.

As cianobactérias, sendo procariontes, não possuem plastos; seus pigmentos fotossintetizantes acham-se dissolvidos no hialoplasma. Os pigmentos mais comuns são a clorofila A, os carotenos e as xantofilas, além de ficocianina (pigmento azul) e ficoeritrina (pigmento vermelho). De acordo com a proporção dos pigmentos, as cianobactérias, apesar de conhecidas como algas azuis, nem sempre exibem essa coloração, podendo ser cinzentas, verdes, amarelas, violeta ou vermelhas.

Na figura 4.11 você tem alguns exemplos desses seres.

As cianobactérias não são dotadas de estruturas de locomoção, como cílios e flagelos. O deslocamento, quando ocorre, se faz por deslizamento, graças ao movimento oscilatório do corpo (exs.: *Nostoc* e *Oscillatoria*).

➤ A importância das cianobactérias

Algumas cianobactérias, como as do gênero *Nostoc*, são capazes de satisfazer suas exigências de nitrogênio fixando o gás nitrogênio atmosférico, a exemplo das bactérias do gênero *Rhizobium*. Além disso, sendo clorofiladas, realizam fotossíntese. Essas duas características aliadas — capacidade de fixar gás nitrogênio atmosférico e realizar fotossíntese — permitem a proliferação desses organismos em ambientes naturais extremamente áridos, onde outros grupos biológicos normalmente não se desenvolvem.

Em 1883, a erupção do vulcão Cracatoa, na ilha de Java, destruiu todas as formas de vida em uma área consideravelmente grande. O deserto biológico resultante foi, porém, lentamente repovoado. Constatou-se que as primeiras formas de vida, chamadas pioneiras, a surgir na região foram as cianobactérias.

De fato, esses seres comumente podem ser os primeiros organismos a se instalar em ambientes estéreis, tornando-os mais hospitaleiros e favorecendo a implantação futura de outras espécies.

➤ A reprodução das cianobactérias

As cianobactérias reproduzem-se exclusivamente de maneira assexuada. O método mais frequente é a divisão simples ou cissiparidade e, tal como sucede com as bactérias, as células-filhas podem viver isoladas ou permanecer unidas, formando colônias.

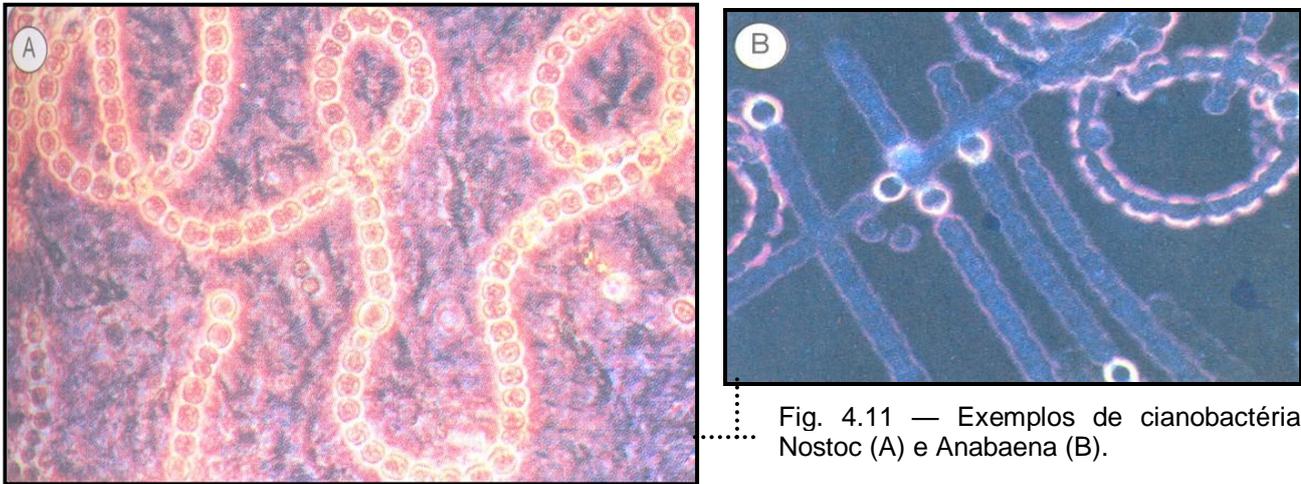


Fig. 4.11 — Exemplos de cianobactérias: Nostoc (A) e Anabaena (B).

Biodiversidade microbiana

A biodiversidade consiste na variação dos seres vivos, sejam eles plantas, animais, cogumelos ou microrganismos, provenham de ambientes terrestres, marinhos ou outros ambientes. É, portanto, o conteúdo da variação biológica que ocorre no mundo.

Mais recentemente, têm sido objeto de preocupação a constatação da alta biodiversidade existente e os perigos de sua redução, em decorrência de vários fatores, sobretudo as atividades da espécie humana alterando de diferentes maneiras o ambiente. Sabe-se que a manutenção da biodiversidade é, nos dias de hoje, extremamente importante. São cada vez mais reconhecidos os perigos da diminuição da biodiversidade: desequilíbrios de consequências imprevisíveis e a extinção de espécies de seres vivos cujas propriedades e características poderiam ser de interesse não apenas para a manutenção do equilíbrio biológico, mas também para o próprio bem-estar da humanidade.

Esse enfoque, no entanto, é geralmente apresentado ao grande público como se a manutenção da diversidade biológica consistisse apenas na preservação das espécies de animais e de plantas "superiores" em risco de extinção. Embora a luta dos ecologistas para preservar essas espécies seja necessária e até mesmo louvável, seus defensores, em geral, esquecem-se de que muitas espécies de seres vivos, reconhecidamente mais importantes do ponto de vista da preservação do ambiente e das outras espécies, estão sendo dizimadas sem que medidas coibidoras do extermínio sejam tomadas.

Cada vez que se constrói uma represa, que se incendeia uma floresta ou que se lançam produtos químicos no solo ou na água, além de animais e de plantas, microrganismos são enormemente afetados e muitos deles não têm mecanismos de locomoção tão ágeis como os que podem ser encontrados em certas aves e em mamíferos, por exemplo, que lhes permitam escapar do extermínio. Por serem microscópicos e, portanto, invisíveis aos olhos do grande público e da mídia, não se consideram os danos significativos para o equilíbrio biológico que a perda de muitas espécies de microrganismos provoca.

Sabe-se atualmente que os microrganismos em geral, além de serem responsáveis por importantes processos metabólicos, pelo controle biológico de doenças e de pragas, pela fixação do gás nitrogênio atmosférico, pela degradação de resíduos orgânicos e de alguns produtos tóxicos, são um manancial de fármacos, corantes, enzimas e ácidos orgânicos, entre muitos outros produtos úteis aos interesses humanos e ainda inexplorados. Em outras palavras, a importância dos microrganismos para a ecologia e a biotecnologia é inquestionável.

Adaptado de: MELO, L. S. & AZEVEDO, J. L.
Ecologia microbiana. Embrapa, 1998.



⋮ Fig. 4.12 — As queimadas promovem grande devastação na população microbiana do solo.

ORGANIZANDO O CONHECIMENTO

1 - Na época em que viveu o pesquisador holandês Anton van Leeuwenhoek (1632-1723), o mundo microbiano estava sendo descoberto; era uma grande novidade para as pessoas em geral.

Leia o que Leeuwenhoek escreveu após observar microrganismos ao microscópio:

"Recebi em minha casa diversos cavalheiros, ansiosos por observar as pequenas enguias do vinagre; mas alguns deles ficaram tão enojados com o espetáculo que juraram nunca mais usar vinagre. O que seria se essa gente soubesse que existem mais animais na boca humana, vivendo entre os dentes, do que seres humanos em todo um reino?"

Responda no caderno:

- Enguia é a denominação comum a várias espécies de peixes alongados, em forma de serpente, que vivem principalmente no mar. O que seriam então as "enguias" do vinagre e os "animais" que existem na boca humana, citados no texto?
- O que provavelmente teria levado Leeuwenhoek a chamar os seres observados ao microscópio de "animais"?
- Atualmente, a que reino pertencem os seres observados?
- Quais os critérios usados para incluir um ser vivo nesse reino?
- Que tipos de microrganismos pertencem a esse reino?

2 - Um estudante escreveu, numa prova, que as bactérias possuem material genético no interior de núcleo individualizado, envolvido por membrana. Escreveu também que esses seres, em sua maioria, são heterótrofos, mas existem espécies autótrofas.

Você concorda com tudo o que escreveu o estudante? Justifique sua resposta.

3 - Em relação às bactérias:

- a) Qual a sua importância para a reciclagem da matéria na natureza?
- b) Cite dois exemplos da utilização desses seres em processos industriais.
- c) Cite e diferencie os seus tipos morfológicos básicos.
- d) Qual a principal maneira pela qual "esses seres se reproduzem?"
- e) Cite três exemplos de doenças humanas provocadas por bactérias.

4 - (Fatec-SP) O cultivo de certas plantas "esgota" a fertilidade do solo, devido à retirada de nitrogênio pelas plantas, sem haver a necessária reposição. Que plantas podem ser cultivadas para aumentar o nitrogênio disponível no solo? Explique por quê.

5 - Considere: gripe, paralisia infantil, gonorreia, cólera, tuberculose e febre amarela. Quais dessas doenças podem ser tratadas com antibióticos? Por quê?

6 - (Unicamp-SP) Um dos animais sinantrópicos mais importantes na área de saúde pública é o rato. Quando ocorrem enchentes podem aparecer surtos de leptospirose humana. Qual é a relação entre as enchentes e os surtos de leptospirose?

7 - (UFF-RJ) Bactérias são encontradas nos mais diferentes meios. Muitas delas causam infecções com graves lesões nos organismos animais (patogênicas) e se constituem em sério problema para o homem. Entre estas infecções, por sua gravidade e elevada frequência, sobretudo em populações de baixa renda, destaca-se o tétano, também conhecido, no caso neonatal, como "mal de sete dias".

Com referência ao tétano informe:

- a) o agente etiológico e tipo bacteriano envolvido;
- b) forma de transmissão;
- c) principal sintoma;
- d) recursos disponíveis de imunização ativa e passiva, caracterizando-os.

8. (UFMT) Em relação à doença conhecida pelo nome de cólera, responda:

- a) Qual é o agente causador? Indique sua posição na classificação dos seres vivos.
- b) Quais os principais meios de transmissão?
- c) Como pode ser prevenida?

9. (Ufop-MG) Fazendo um paralelo entre a hepatite A e a cólera, ambas as doenças infecciosas transmitidas pela água de consumo contaminada, explique o seguinte:

- I. Por que uma das medidas profiláticas contra a cólera consiste em usar água de consumo filtrada e, contra a hepatite A, essa medida não tem valor.
- II. Qual seria a sua opção, se você tivesse que escolher um único método para tratar a água de consumo, para evitar ambas as doenças ao mesmo tempo.
- III. Por que a água de uma cisterna construída próxima a uma região endêmica dessas doenças poderia ser uma provável fonte de disseminação da cólera e da hepatite A.

10 - Considerando as cianobactérias, responda:

- a) Por que elas conseguem se instalar em lugares onde os demais seres vivos, em geral, não conseguem?
- b) Que semelhanças existem entre elas e as bactérias?
- c) Que diferenças existem entre elas e a maioria das bactérias?
- d) Como elas se reproduzem?

ROTEIRO PARA AUTO AVALIAÇÃO

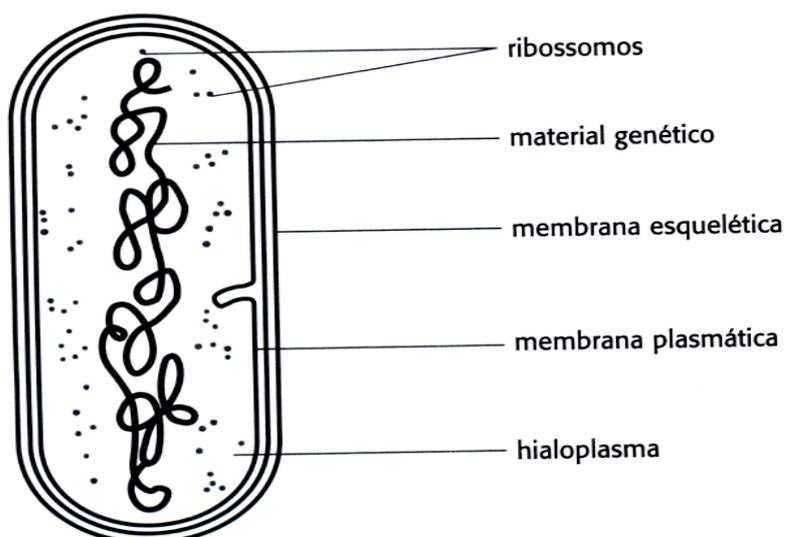
1 - (Fuvest-SP) O organismo A é um parasita intracelular constituído por uma cápsula proteica que envolve a molécula de ácido nucléico. O organismo B tem uma membrana lipoproteica revestida por uma parede rica em polissacarídeos que envolvem um citoplasma, onde se encontra seu material genético, constituído por uma molécula circular de DNA. Esses organismos são, respectivamente:

- a) uma bactéria e um vírus.
- b) um vírus e um fungo.
- c) uma bactéria e um fungo.
- d) um vírus e uma bactéria.
- e) um vírus e um protozoário.

2 - (UEL-PR) Observe o esquema abaixo:

Ele representa:

- a) uma bactéria.
- b) um protozoário.
- c) um fungo.
- d) uma célula animal.
- e) uma célula vegetal.



3 - (UFMG) Em que alternativa as duas características são comuns a todos os indivíduos do reino Monera?

- a) Ausência de núcleo e presença de clorofila.
- b) Ausência de carioteca e capacidade de síntese proteica.
- c) Incapacidade de síntese proteica e parasitas exclusivos.
- d) Presença de um só tipo de ácido nucléico e ausência de clorofila.
- e) Ausência de membrana plasmática e presença de DNA e RNA.

4 - (Ufes) Bactérias causadoras de infecção com pus e que são vistas ao microscópio como agrupamento de glóbulos em cacho certamente são:

- a) estafilococos.
- b) estreptococos.
- c) diplococos.
- d) micrococos.
- e) bacilos.

5 - (Mack-SP) Em relação à morfologia, as bactérias com as formas esféricas, de bastão, em cacho de uva e em colar denominam-se, respectivamente:

- a) cocos, bacilos, estafilococos, estreptococos.
- b) bacilos, cocos, estafilococos, estreptococos.
- c) cocos, bacilos, estreptococos, estafilococos.
- d) bacilos, cocos, estreptococos, estafilococos.
- e) estreptococos, estafilococos, bacilos, cocos.

6 - (Fuvest-SP) Cólera e meningite epidêmica são doenças relativamente comuns no Brasil. Elas são transmitidas, respectivamente, por:

- a) bactérias, através da contaminação fecal de água e alimentos, e vírus, através da inalação de ar contaminado.
- b) bactérias, através da inalação de ar contaminado, e bactérias, através da contaminação fecal de água e alimentos.
- c) vírus, através da contaminação fecal de água e alimentos, e vírus, através da inalação do ar contaminado.
- d) bactérias, através da contaminação fecal de água e alimentos, e vírus, através da contaminação fecal de água e alimentos.
- e) bactérias, através da contaminação fecal de água e alimentos, e bactérias, através da inalação de ar contaminado.

7 - (FGV-SP) Luís, soldado da Polícia Militar, foi chamado pela Defesa Civil para prestar assistência de emergência a crianças que se encontravam ilhadas, em uma escola, devido às intensas chuvas. Sua missão foi um sucesso, apesar da forte correnteza que teve de enfrentar para resgatar crianças com água à cintura. Passados 12 dias, várias delas e Luís apresentaram sintomas característicos de uma grave doença transmissível por contato da pele com água contaminada com urina de animais infectados. Como nenhuma criança bebeu água contaminada, pode-se suspeitar que o provável agente etiológico da doença seria:

- a) uma bactéria denominada *Salmonella*.
- b) uma bactéria denominada *Leptospira*.
- c) uma bactéria denominada *Shigella*.
- d) um protozoário denominado *Cryptosporidium*.
- e) um protozoário denominado *Giardia*.

8 - (Mack-SP) Recentemente surgiram casos de botulismo, devido à ingestão de palmito contaminado. Essa doença ocorre por ação de:

- a) bactérias.
- b) fungos.
- c) vírus.
- d) protozoários.
- e) vermes.

9 - (Ufop-MG) O microrganismo *Vibrio cholerae*, causador de um quadro de diarreia intensa conhecida como cólera, é um tipo de organismo unicelular. Assinale a alternativa que identifica corretamente o tipo de organismo e o reino a que pertence:

- a) Bactéria — Monera.
- b) Bactéria — Protista.
- c) Protozoário — Protista.
- d) Vírus — Monera.
- e) Vírus — Protista.

10. (Mack-SP) Seres vivos capazes de se desenvolver em meios onde outros não conseguem, por possuírem características adequadas para isso, como a capacidade de realizar fotossíntese e de fixar o nitrogênio atmosférico. Essas referências são feitas às:

- a) bactérias em geral.
- b) algas clorofíceas.
- c) algas cianofíceas.
- d) euglenófitas.
- e) plantas em geral.

De volta ao passado

A peste negra teve início nas estepes da Mongólia, em 1346: pulgas infectadas pela bactéria causadora dessa doença infestaram milhões de ratos que, por sua vez, atacaram habitações humanas em busca de comida. A causa do surgimento da doença naquele ano nunca foi devidamente entendida. A doença alcançou rapidamente a Ásia, disseminada pelas pulgas escondidas em peles de animais levados por comerciantes, em cobertores e roupas de viajantes e nos próprios ratos vivos, escondidos em caravanas e barcos que atravessavam o continente. Na China morreram cerca de 60 milhões de pessoas, provavelmente devido à peste e à epidemia de fome que se seguiu.

Finalmente a peste negra alcançou a Europa. Conforme a doença se espalhava, cada cidade procurava se antecipar à sua chegada impedindo a entrada de viajantes, separando as pessoas ricas dos camponeses menos afortunados, procedendo grandes expurgos e verdadeiros massacres de dezenas de milhares de judeus e pretensos adoradores do diabo. Só na cidade de Estrasburgo, 16 000 judeus foram selvagememente assassinados sob a alegação de que eram culpados pela propagação da peste negra.

Aqueles que não tinham bodes expiatórios para responsabilizar pela doença atribuíam a peste à falta de fé. A *Irmandade dos Flagelantes* era constituída por cristãos que diariamente se açoitavam para purgar seus pecados, que, segundo eles, eram responsáveis pela doença.

As aterrorizadas populações europeias fizeram tudo para acabar com a peste, menos aquilo que as teria poupado: livrar suas cidades de ratos e de pulgas. As cidades foram vítimas do flagelo não apenas devido à infestação de ratos, mas também em consequência da densidade demográfica e das precárias condições de higiene. O banho era considerado perigoso: poucos europeus se lavavam, fazendo de seu corpo terreno fértil para a infestação de pulgas e piolhos.

Cada cidade ficava à mercê da doença por quatro ou cinco meses, até os ratos e os seres humanos suscetíveis morrerem. Os sobreviventes enfrentavam a fome e o colapso econômico provocados pela acentuada redução da força de trabalho.

As taxas de mortalidade diárias eram espantosas: 400 em Avignon; 800 em Paris, 500 em Pisa; 600 em Viena. Londres, com uma população pré-pestes de 60 000 pessoas, perdeu 35 000 habitantes. Os historiadores acreditam que, no mínimo, um terço da população humana total da Europa morreu de peste entre 1346 e 1350.



Fig. 3.13 – Procissão de flagelantes em 1349, na região de Bruges (na atual Bélgica). A irmandade dos Flagelantes era constituída por cristãos que se açoitavam para purificar seus pecados, que segundo eles, eram responsáveis pela peste negra.

Atualmente sabe-se que a bactéria — ao invadir o corpo humano e cair na corrente sanguínea, por meio da picada de uma pulga ou mordida de um rato ou, ainda, por inalação do microrganismo parasita — chega rapidamente ao sistema linfático. Ali ela destrói um grande número de células, dando origem à formação de pústulas e furúnculos com pus. As bactérias que se reproduzem nesses locais infectados migram então para o fígado, o baço e o cérebro, provocando hemorragias que comprometem a atividade desses órgãos e podem levar a pessoa doente a um estado de desordem mental, antes da morte, o que era interpretado, na Idade Média, como intervenção de Satã.

Adaptado de: GARRET, L. *A próximo peste: novas doenças num mundo em desequilíbrio*- Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1995.

❖ **Em grupo: trabalhar estas ideias**

O texto lido refere-se à peste negra, doença causada pela bactéria *Pasteurella pestis*. A bactéria é transmitida de ratos para seres humanos pela picada de pulgas infectadas. Um dos sintomas da doença é o inchaço de gânglios linfáticos, formando *bubões*, daí o nome *peste bubônica* atribuído à doença. Existe vacina contra a doença e o seu tratamento inclui o uso de antibióticos.

Imaginando que fosse possível voltar no tempo e chegar a uma cidade europeia da Idade Média, antes de ela ser atingida pela peste, responder:

- a) Que medidas profiláticas o grupo adotaria para evitar a propagação da doença?
- b) Citar três maneiras de combater a doença atualmente, não disponíveis para os seres humanos da Idade Média.

CAPÍTULO 5

Reino Protista

Com um microscópio simples, Anton von Leeuwenhoek (1632-1723) descobriu os protistas há mais de trezentos anos. Como ele próprio escreveu, observar milhares de seres vivos "em uma pequena gota de água" foi, para ele, "a mais maravilhosa de todas as descobertas" na natureza.

Os *protistas* são organismos *unicelulares eucariontes*.

Como eucariontes, são portadores de núcleo individualizado e delimitado por carioteca e de organelas citoplasmáticas bem definidas — características essas que permitem distingui-los das moneras.

O reino Protista é constituído por protozoários e certas algas unicelulares.

➤ 5.1. Protozoários (filo Protozoa)

Os *protozoários* (do grego *protos*, 'primeiro'; *zoou*, 'animal') são eucariontes unicelulares desprovidos de clorofila; vivem isolados ou formando colônias nos mais variados tipos de ambientes; podem ser aeróbicos ou anaeróbicos e exibir vida livre ou associar-se a outros organismos. Neste último caso, podem se comportar como:

- ✓ *comensais* — alojam-se no organismo hospedeiro sem causar danos, nutrindo-se de seus restos alimentares; é o caso da *Entamoeba coli*, proto-zoário comensal que pode ser encontrado no intestino humano;
- ✓ *mutualísticos* — estabelecem com o hospedeiro uma relação de benefícios mútuos; é o caso do *Trichonympha collaris*, que vive no intestino de cupins, onde promove a digestão de celulose, auxiliando, assim, a nutrição desses animais; em troca, o protozoário encontra no inseto alimento e hábitat adequado para sua sobrevivência;
- ✓ *parasitas do ser humano e de outros seres vivos*, conforme veremos ao longo deste capítulo.

Os protozoários são microscópicos, mas existem exceções. O *Spirostomon*, por exemplo, que mede cerca de 5 mm de comprimento, pode ser visualizado a olho nu.

➤ A classificação dos protozoários

Imóveis ou deslocando-se por meio de cílios, flagelos ou pseudópodes, os protozoários se classificam de acordo com o tipo e a presença, ou ausência, dessas organelas locomotoras. Assim, subdividem-se em:

- ✓ *rizópodes* ou *sarcodíneos* — locomovem-se por meio de *pseudópodes*;
- ✓ *ciliados* — locomovem-se por meio de *cílios*;
- ✓ *esporozoários* — são desprovidos de organelas locomotoras;
- ✓ *flagelados* ou *mastigóforos* — locomovem-se por meio de *flagelos*.

➤ Rizópodes ou sarcodíneos

Os principais representantes dos *rizópodes* são as *amebas*, protozoários que se deslocam e se alimentam produzindo extensões celulares chamadas *pseudópodes* (do grego *pseudos*, 'falso'; *podos*, 'pés').

Ao detectarem a presença de um alimento qualquer, como algas ou protozoários menores, as amebas emitem pseudópodes, que permitem a locomoção e a captura do alimento. Deslocam-se, então, até o alimento, englobando-o com os pseudópodes. Esse fenômeno é conhecido por *fagocitose*.

A maioria das amebas é de vida livre, podendo ser dulcícolas ou marinhas.

Nas amebas dulcícolas, além das organelas comuns de uma célula, constata-se a presença de um vacúolo denominado *contrátil* ou *pulsátil*. Considerando a *Amoeba proteus*, uma ameba comum de água doce, verifica-se que seu fluido citoplasmático é hipertônico em relação ao meio em que vive. Isso determina um fluxo de água, por osmose, do meio ambiente para o interior da célula. Esse fluxo acabaria por promover a ruptura celular, se não fosse a atividade reguladora do vacúolo pulsátil. Esse vacúolo recolhe o excesso de água que penetrou na célula e, com movimentos de pulsação, elimina essa água para o meio externo (fig. 5.1).

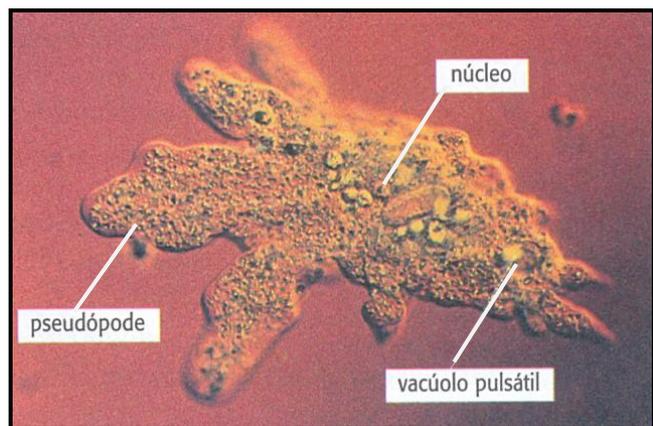


Fig. 5.1 – Amoeba proteus

Muitos protozoários dulcícolas são capazes de: eliminar, em cerca de meia hora, uma quantidade de água correspondente ao volume total da célula. Essa água eliminada corresponde à quantidade de água absorvida por osmose, já que esses protozoários são hipertônicos em relação ao meio em que vivem.

Nas amebas marinhas — cujo hábitat não apresenta esse tipo de problema, já que a concentração salina da água do mar é semelhante à concentração do fluido citoplasmático desses protozoários —, o vacúolo pulsátil seria funcionalmente inativo, o que justifica a ausência dessa organela em tais protozoários.

Entamoeba histolytica — Vivendo no intestino humano, onde atua como parasita, a *Entamoeba histolytica* pode ser adquirida quando se ingerem cistos — formas resistentes que surgem em condições ambientais inadequadas —, presentes em água e alimentos contaminados. No intestino grosso, o cisto é dissolvido pela ação de enzimas, e a *Entamoeba histolytica* prende-se então à parede intestinal atingindo capilares sanguíneos e fagocitando glóbulos vermelhos, ou hemácias, dos quais se nutre. Surgem ulcerações intestinais e diarreias, quadro clínico básico da *disenteria amebiana*. Caso a ameba consiga atravessar a parede intestinal, pode, por meio da corrente sanguínea, alojar-se em órgãos como pulmões, fígado e cérebro, provocando graves lesões que identificam o quadro clínico da *amebíase* (fig. 5.2).

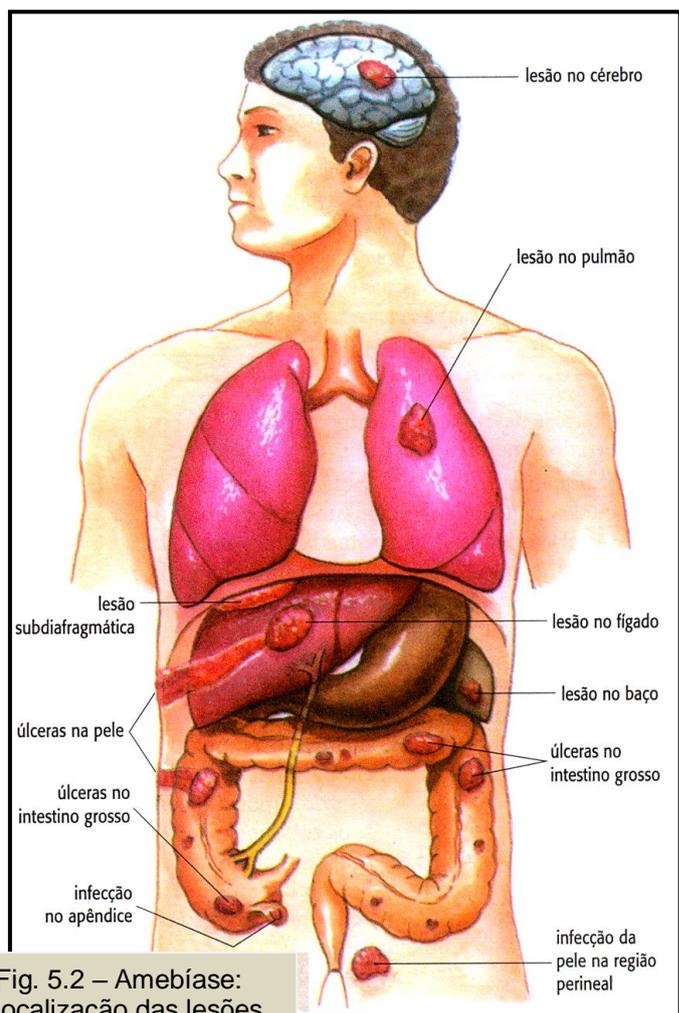


Fig. 5.2 – Amebíase: localização das lesões.

A profilaxia da amebíase depende de saneamento básico adequado, com instalação de rede de esgoto e tratamento de água. É importante a noção de higiene pessoal e lavagem cuidadosa dos alimentos, sobretudo frutas e verduras.

➤ Ciliados

Protozoários portadores de *cílios* que se prestam à locomoção e captura de alimentos, os *ciliados* são abundantes em água doce e salgada e exibem vida livre ou associada a outros seres vivos.

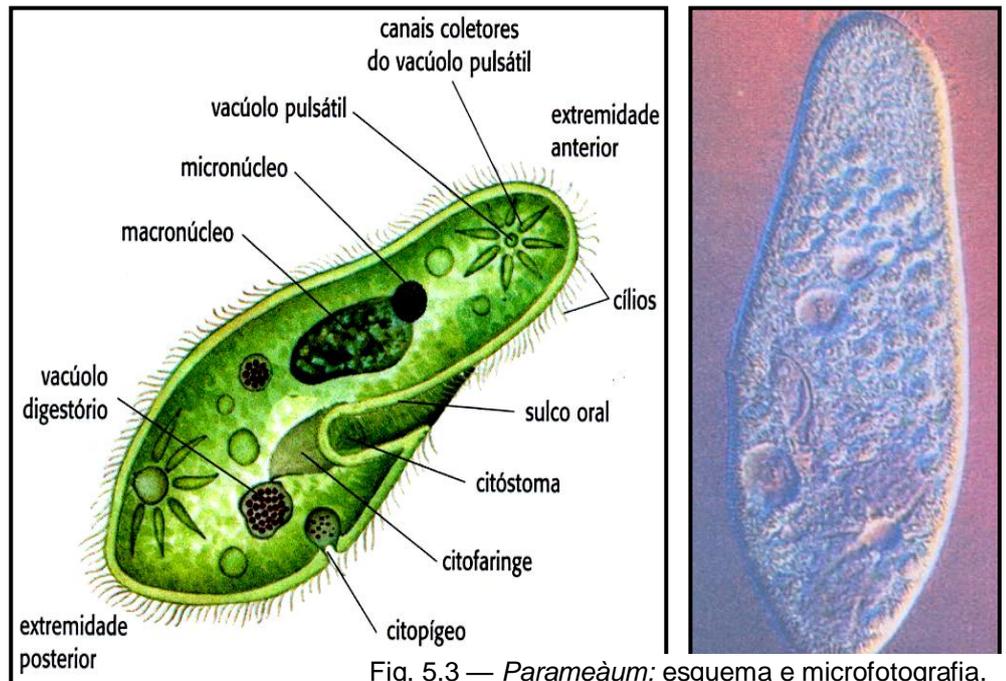


Fig. 5.3 — *Paramecium*: esquema e microfotografia.

Os ciliados são muito utilizados em experimentos diversos, uma vez que apresentam porte relativamente grande e sua criação é fácil. Os mais conhecidos pertencem ao gênero *Paramecium*, em que se destacam as espécies *Paramecium aurelia* (comprimento entre 0,12 e 0,25 mm) e *Paramecium caudatum* (0,15 a 0,3 mm de comprimento).

Para a descrição do grupo, utilizaremos os ciliados do gênero *Paramecium*.

Enquanto as amebas obtêm alimento por fagocitose, os ciliados alimentam-se por uma depressão da superfície, denominada *sulco oral*. No final do sulco oral existe uma estrutura chamada *citóstoma* ("boca" da célula) — o movimento dos cílios provoca turbilhonamento na água, que facilita a penetração de uma eventual partícula alimentar no sulco oral. O alimento atravessa então o citóstoma e penetra em uma região denominada *citofaringe*. No final da citofaringe, o alimento é definitivamente adquirido pelo paramécio, com a formação de um *vacúolo digestório*. Após a digestão e absorção dos nutrientes, os resíduos digestórios são eliminados para o ambiente por meio de um poro denominado *citopígeo* ou *citoprocto*. Há ainda o *vacúolo pulsátil*, que elimina o excesso de água absorvida do ambiente (fig. 5.3).

Balantidium coli — Outro tipo de ciliado é o *Balantidium coli* (fig.5.4), o maior protozoário que parasita o ser humano; é causador de *disenteria*. Embora não ocasione lesões graves ao organismo hospedeiro, muitos casos podem apresentar sintomas tão semelhantes aos da disenteria amebiana que o diagnóstico apenas se torna claro pela identificação do balantídio nas fezes do indivíduo infectado. Seus hospedeiros naturais são o porco, o cavalo, o macaco e o rato selvagem. A transmissão ao ser humano se dá principalmente pela ingestão de cistos do protozoário existentes em alimentos ou água contaminada. A prevenção é basicamente a mesma indicada para a *Entamoeba histolytica*.



Fig. 5.4 - *Balantidium coli*.

➤ Esporozoários

Os *esporozoários* (do grego *spora*, 'sementil' e *zoon*, 'animal') são protozoários parasitas, desprovidos de organelas de locomoção e vacúolos pulsáteis. Entre as doenças causadas por esses microrganismos, citamos a malária humana e a coccidiose em aves e coelhos.

Plasmodium — A malária é causada por esporozoários do gênero *Plasmodium*, que são inoculados no ser humano pela picada das fêmeas infectadas de mosquitos do gênero *Anopheles* (fig. 5.5).

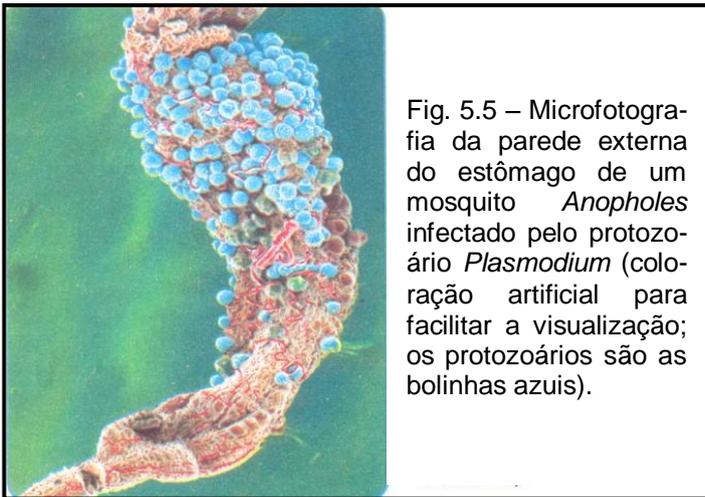


Fig. 5.5 – Microfotografia da parede externa do estômago de um mosquito *Anopheles* infectado pelo protozoário *Plasmodium* (coloração artificial para facilitar a visualização; os protozoários são as bolinhas azuis).

Quando o mosquito transmissor, ou vetor, pica um indivíduo, injeta-lhe um pouco de saliva, que contém substâncias anticoagulantes. Caso o mosquito esteja infectado, juntamente com a saliva são injetados esporos infestantes dos plasmódios. Esses esporos alcançam a corrente sanguínea humana e se instalam em órgãos diversos, como o fígado e o baço, onde ficam incubados por vários dias.

Após o período de incubação, os esporos retornam à corrente sanguínea e penetram nas hemácias, onde se reproduzem assexuadamente. As hemácias então se

rompem e liberam para o sangue novos plasmódios, que passam a infectar novas hemácias sadias, repetindo-se o processo. O ataque de frio e febre observado nas pessoas doentes coincide com a liberação dos plasmódios infestantes e parece resultar da ação de substâncias tóxicas no sangue, liberadas por ocasião da ruptura das hemácias infestadas.

Depois de algumas gerações, certos plasmódios transformam-se em formas sexuadas denominadas *gametócitos*. Essas formas poderão ser adquiridas pelo mosquito, ao sugar o sangue de um indivíduo doente. No interior do tubo digestório do inseto, os gametócitos completam seu desenvolvimento e se transformam em gametas, que originam zigotos. Cada zigoto produz muitos plasmódios, que acabam se instalando nas glândulas salivares do *Anopheles* e podem ser transmitidos a outras pessoas sadias, recomeçando o ciclo, mostrado na figura 5.6.

O ciclo evolutivo do plasmódio compreende, portanto, duas fases:

- ✓ **fase assexuada** — ocorre no interior das hemácias; por alojar a fase assexuada, o ser humano é considerado *hospedeiro intermediário*;
- ✓ **fase sexuada** — ocorre no tubo digestório do mosquito, que é então considerado o *hospedeiro definitivo*.

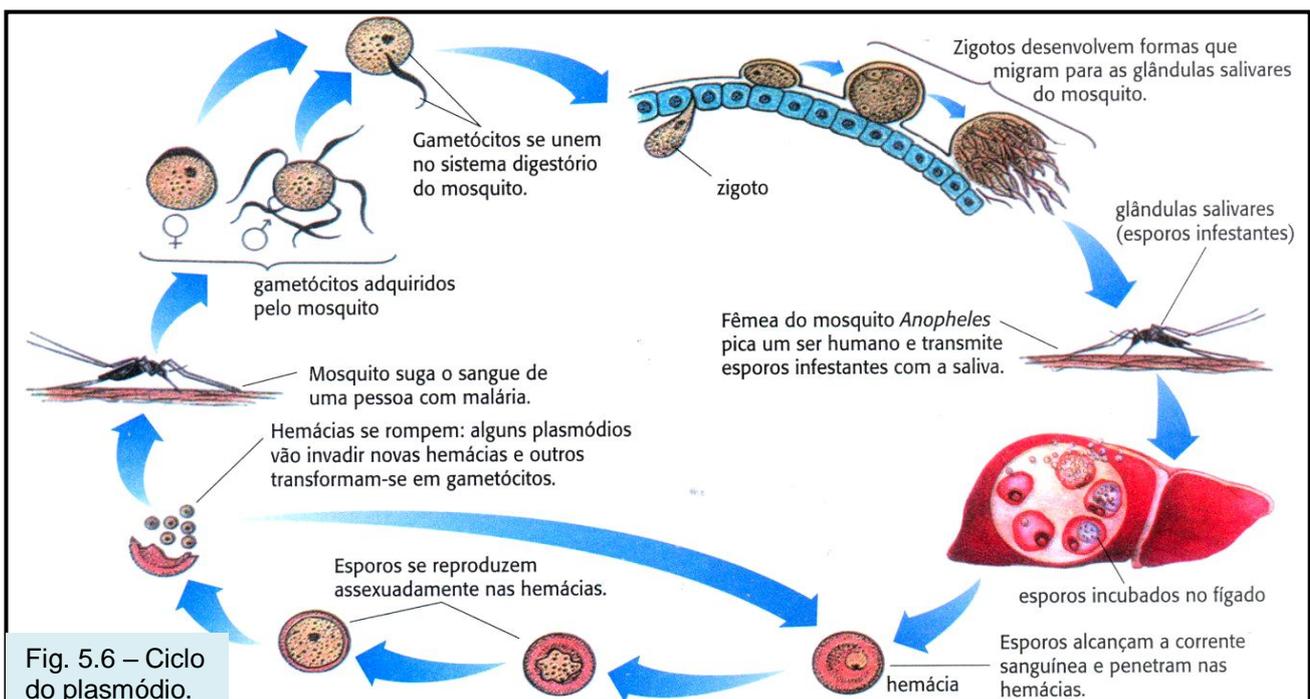


Fig. 5.6 – Ciclo do plasmódio.

A malária

Também conhecida como maleita, impaludismo ou febre palustre, a malária foi durante algum tempo uma doença atribuída à presença do ar "contaminado" de locais pantanosos. A própria palavra *malária*, de origem italiana, significa 'mau ar'. Sabe-se hoje que essa enfermidade é causada por várias espécies de esporozoários do gênero *Plasmodium*. Veja:

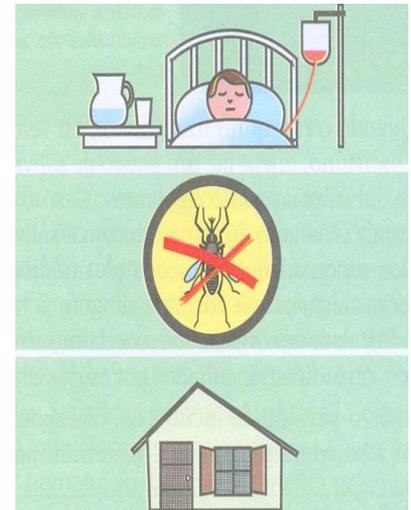
A duração do ciclo corresponde ao tempo que os parasitas levam para completar o mecanismo reprodutivo no interior das hemácias. A febre terçã benigna e a febre quartã raramente são fatais, ao contrário da febre terçã maligna, que geralmente leva o doente à morte.

A malária provoca lesões no fígado, no baço e em outros órgãos, além de intensa anemia, fato que se explica pela destruição maciça de hemácias.

Os métodos mais comuns de profilaxia da malária são:

Protozoário	Tipo de malária	Duração do ciclo
<i>Plasmodium vivax</i>	Terçã benigna	48 horas
<i>Plasmodium malariae</i>	Quartã	72 horas
<i>Plasmodium falciparum</i>	Terçã maligna	24 a 48 horas

- tratamento das pessoas doentes;
- combate a larvas do mosquito em regiões alagadas, por meio de drenagens, inseticidas ou inimigos naturais, como peixes larvófagos, como o *Gambusia affinis*, conhecido como guaru-guaru;
- recursos que evitem o acesso de mosquitos às moradias - uso adequado de inseticidas e de telas em portas e janelas, de cortinados nas camas.



➤ Flagelados ou mastigóforos

Protozoários portadores de flagelos que se prestam à locomoção e captura de alimentos, os *flagelados* ou *mastigóforos* (do grego *mastix*, 'chicote'; *phoros*, 'portador') podem ser encontrados isolados ou formando colônias, em água doce ou salgada e na terra.

Cílios e flagelos são comumente observados em organismos unicelulares, mas não são exclusivos deles. O espermatozoide humano, por exemplo, possui flagelo; em nosso sistema respiratório, verifica-se a presença de um epitélio ciliado na traqueia e nos brônquios.

Muitas espécies de flagelados parasitam o ser humano. A seguir, destacaremos os principais flagelados que exercem essa ação parasitária.

Trypanosoma cruzi — É o agente etiológico da *doença de Chagas*. Esse protozoário (fig. 5.7) tem como reservatório natural animais silvestres, como gambás, tatus, morcegos, preguiças, macacos e outros. Ao sugar o sangue desses animais, insetos como o *Triatoma infestans* e o *Panstrongylus megistus*, conhecidos popularmente como *barbeiro*, *chupança*, *procotó*

e *bicho-de-parede* (fig. 5.8), adquirem o parasita e se transformam em vetores da doença de Chagas.

Os barbeiros podem viver em frestas de paredes, chiqueiros e paióis. À noite, abandonam seu esconderijo e vão sugar o sangue de pessoas adormecidas; à medida que o sangue penetra no tubo digestório do inseto, ele elimina sobre a pele humana fezes portadoras de tripanosomas infestantes. Os parasitas penetram pelo local da picada, fato favorecido pelo ato de a vítima se coçar, e alcançam a corrente sanguínea. Instalam-se então em órgãos diversos, principalmente no coração. No interior dos miócitos, ou fibras musculares cardíacas, constroem "ninhos", provocando taquicardia (aceleração do ritmo das pulsações cardíacas), insuficiência funcional, com redução da pressão, e megalocardia (dilatação do coração). A morte pode ocorrer de forma lenta ou súbita. A figura 5.9 mostra um esquema do ciclo desse flagelado.

A profilaxia da doença de Chagas consiste em:

- ✓ combater o vetor (barbeiro) com o uso adequado de inseticidas;
- ✓ eliminar animais domésticos infectados, como cães e gatos;
- ✓ evitar transfusões de sangue em bancos que não garantam a qualidade e a procedência do sangue, que pode ter sido doado por indivíduo portador da doença;
- ✓ substituir moradias de barro e madeira, ou qualquer construção precária, por outras de alvenaria, que dificultam a sobrevivência dos barbeiros.

Em certas regiões do Brasil, as medidas de controle praticamente eliminaram os "barbeiros" como vetores da doença de Chagas. Entretanto, novos casos da doença continuam sendo registrados em consequência de transfusões de sangue contaminado com o parasita e também de transmissão de mães contaminadas para seus filhos, por meio da placenta ou do leite.

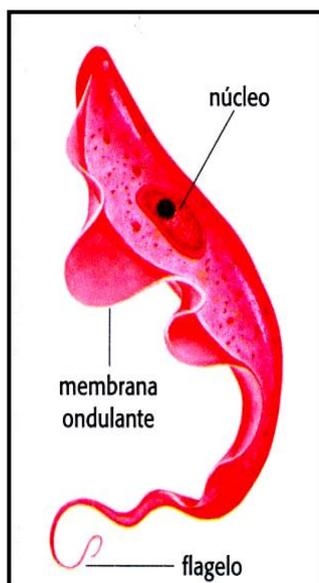


Fig. 5.7 — *Trypanosoma cruzi* em sua forma infestante. Observe a presença de uma membrana ondulante cujo bordo livre termina em flagelo.



Fig. 5.8 — Barbeiro ou chupança, vetor da doença de Chagas.

Trypanosoma gambiense — É o agente etiológico da *doença do sono*, ou *tripanossomose africana*. O parasita é inoculado no ser humano juntamente com a saliva da mosca hematófaga tsé-tsé (*Glossina palpalis*) e atinge o sistema nervoso central, onde provoca lesões que determinam na vítima um estado de sonolência praticamente contínuo, além de uma progressiva debilidade das funções vitais (caquexia) que acaba por levar à morte.

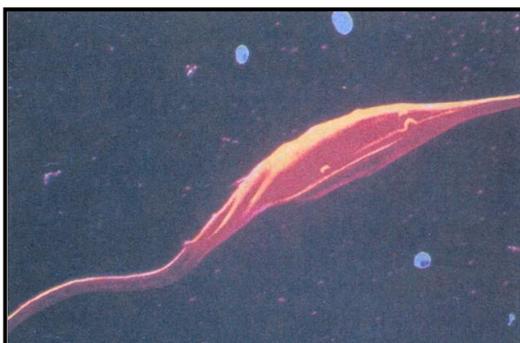


Fig. 5.10 — *Trypanosoma gambiense*.

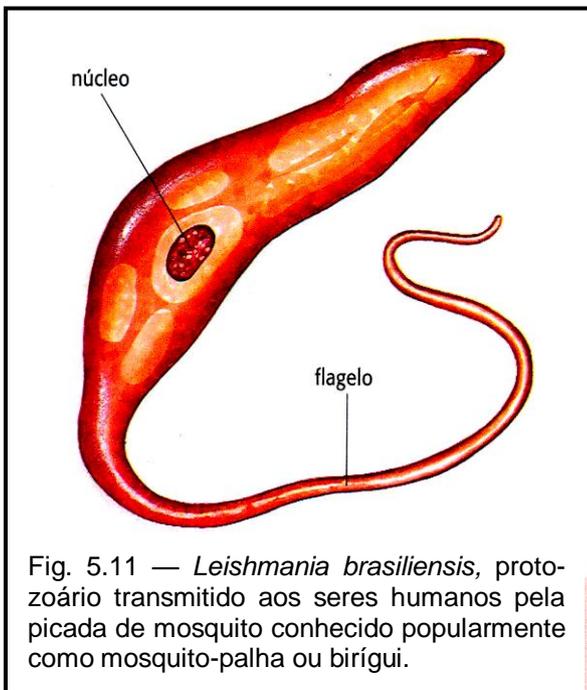


Fig. 5.11 — *Leishmania brasiliensis*, protozoário transmitido aos seres humanos pela picada de mosquito conhecido popularmente como mosquito-palha ou birigui.

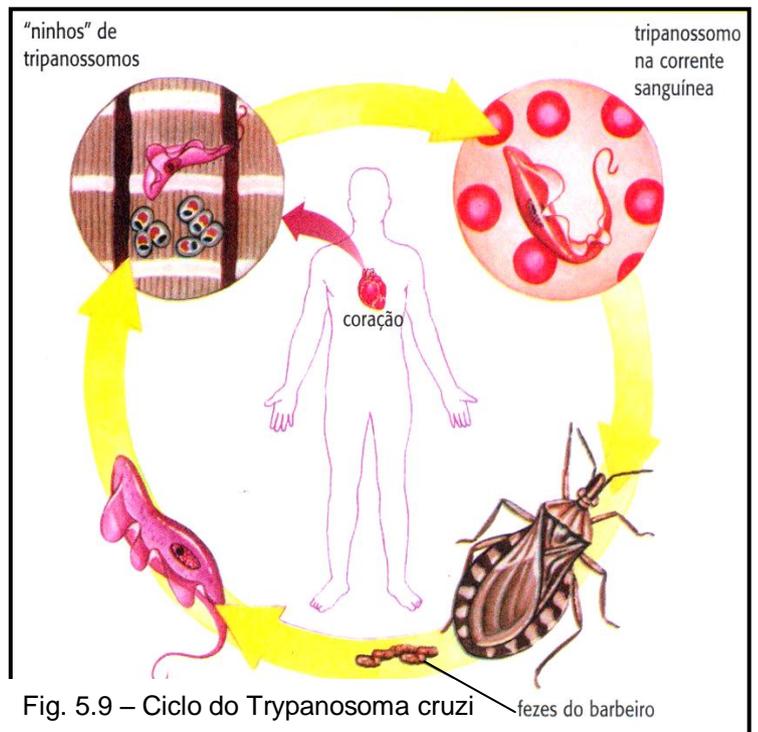


Fig. 5.9 – Ciclo do *Trypanosoma cruzi* — fezes do barbeiro

Leishmania — Trata-se de um gênero de protozoários flagelados que causam as *leishmanioses*, doenças que têm como vetor as fêmeas dos mosquitos hematófagos do gênero *Phlebotomus*. Entre as várias espécies de protozoários parasitas do gênero *Leishmania*, destacamos a *Leishmania brasiliensis*, a *Leishmania donovani* e a *Leishmania tropica*.

- ✓ *Leishmania brasiliensis* — É causadora da *leishmaniose tegumentar*, popularmente conhecida como *úlcera de Bauru*, ou *ferida brava*. A doença geralmente não ocasiona a morte, mas provoca na vítima lesões cutâneas generalizadas, com deformações por vezes permanentes. Essas lesões podem causar a obstrução parcial das cavidades nasais e vias aéreas superiores, determinando sonos agitados e insônia, que afetam a produtividade do doente no trabalho (fig. 5.11).
- ✓ *Leishmania donovani* — Provoca a *leishmaniose visceral*, ou *calazar*. O parasita instala-se nas células do sistema retículo-endotelial, principalmente no fígado, no baço e na medula óssea. O fígado e o baço hipertrofiam-se e a medula óssea sofre atrofia do tecido hematopoiético, produtor de células sanguíneas. A vítima apresenta leucopenia (baixa taxa de leucócitos), anemia e tendências hemorrágicas em virtude da baixa taxa de plaquetas no sangue, além de alta suscetibilidade a infecções, principalmente do sistema digestório e respiratório.
- ✓ *Leishmania tropica* — É o agente etiológico da doença conhecida como *botão-do-orientes*. Afeta o tecido cutâneo, onde causa ulcerações.

Trichomonas vaginalis — Parasita o sistema genital (sistema reprodutor) humano, instalando-se em órgãos como a uretra, a próstata, a vagina e o útero. Pode ser transmitido por meio de relações sexuais e também por contaminação direta em piscinas, sanitários, roupas mal lavadas e toalhas de uso comum. No sistema genital, o parasita ocasiona inflamações e leucorreia, que é um corrimento branco vaginal. Veja a figura 5.12.

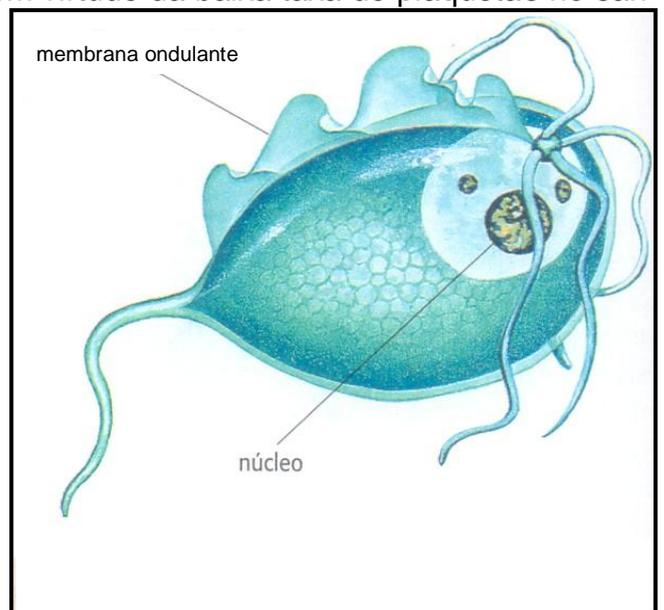


Fig. 5.12 — *Trichomonas vaginalis*.

Giardia lamblia — É o agente etiológico da giardíase. O parasita (fig. 5.13) instala-se no intestino delgado humano, causando diarreias, cólicas, inflamações e náuseas. A transmissão ocorre por meio de água e de alimentos contaminados por cistos do parasita, que são eliminados com as fezes dos indivíduos infectados.

➤ **Principais protozoários causadores de doenças: resumo**

O quadro abaixo traz um resumo sobre os protozoários estudados neste capítulo, as doenças que eles causam e os meios de contágio:



Fig. 5.13 – *Giardia lamblia*

DOENÇAS CAUSADAS POR PROTOZOÁRIOS		
Protozoário	Doença	Modo de transmissão
<i>Entamoeba histolytica</i>	Disenteria amebiana; amebíase	Água e alimentos contaminados
<i>Balantidium coli</i>	Disenteria	Água e alimentos contaminados
<i>Plasmodium vivax</i> ; <i>P. malariae</i> ; <i>P. falciparum</i> .	Malária	Picada de mosquito <i>Anopheles</i>
<i>Toxoplasma gondii</i>	Toxoplasmose (veja texto no boxe abaixo)	Fezes de gato
<i>Trypanosoma cruzi</i>	Doença de Chagas	Picada de barbeiro (<i>Triatoma infestans</i> <i>Panstrongylus megistus</i>)
<i>Trypanosoma gambiense</i>	Doença do sono	Picada de mosca tsé-tsé (<i>Glossina palpalis</i>)
<i>Leishmania brasiliensis</i>	Leishmaniose tegumentar (úlceras de Bauru)	Picada de mosquito <i>Phlebotomus</i>
<i>Leishmania donovani</i>	Leishmaniose visceral (calazar)	Picada de mosquito <i>Phlebotomus</i>
<i>Leishmania tropica</i>	Botão-do-orientes	Picada de mosquito <i>Phlebotomus</i>
<i>Trichomonas vaginalis</i>	Tricomoníase	Relações sexuais; objeto contaminado
<i>Giardia lamblia</i>	Giardíase	Água e alimentos contaminados

A transmissão da toxoplasmose se dá por contato ou por fezes de animais domésticos, principalmente os gatos. As fezes do gato podem conter cistos do parasita, que são disseminados por animais, como moscas e baratas. Normalmente, a doença evolui de forma benigna, desaparecendo sem deixar sequelas no organismo; mas, em mulheres grávidas, o protozoário pode atingir o feto, provocando-lhe cegueira, deficiência mental e até mesmo a morte.

➤ A reprodução dos protozoários

Os protozoários reproduzem-se principalmente de forma assexuada. A *cissiparidade* e a *gemiparidade* são muito frequentes. Em alguns casos ocorre a *esporulação*, tipo de reprodução na qual uma célula sofre seguidas divisões nucleares; cada núcleo, então, isola-se com uma parte do citoplasma, mediante a constituição de uma nova membrana envolvente. Assim, formam-se várias células menores, que originam, por sua vez, novos indivíduos.

A reprodução assexuada por cissiparidade é a mais comum entre os protozoários sarcodíneos, como a *Amoeba proteus*, e os flagelados, como a *Giardia lamblia*.

Também pode ocorrer a reprodução *sexuada*. É bem conhecido esse tipo de reprodução nos paramécios, protozoários portadores de dois núcleos: um *macronúcleo*, com função vegetativa, e um *micronúcleo*, com função reprodutiva. Após dezenas de gerações assexuadas, os paramécios podem se aderir, dois a dois, pela formação de pontes citoplasmáticas. O macronúcleo, então, degenera e o micronúcleo sofre meiose. Os paramécios estabelecem trocas de micronúcleos, que originam, em cada um, zigotos. Após a troca do material genético, os dois paramécios separam-se, retomando as atividades normais e voltando a se reproduzir por cissiparidade (fig. 5.14).

➤ Algas protistas

As algas constituem um grupo bastante heterogêneo; podem ser unicelulares ou pluricelulares, microscópicas ou macroscópicas e de coloração variável. São encontradas em praticamente todos os lugares do mundo: ocorrem em lagos, rios, solos úmidos, casca de árvores e sobretudo nos oceanos.

Nos ecossistemas aquáticos, as algas são os principais organismos fotossintetizantes. Constituem a base nutritiva que garante a manutenção de praticamente todas as cadeias alimentares desses ambientes. Assim, elas são os mais importantes componentes do *fitoplâncton*, contingente de seres clorofilados aquáticos flutuantes.

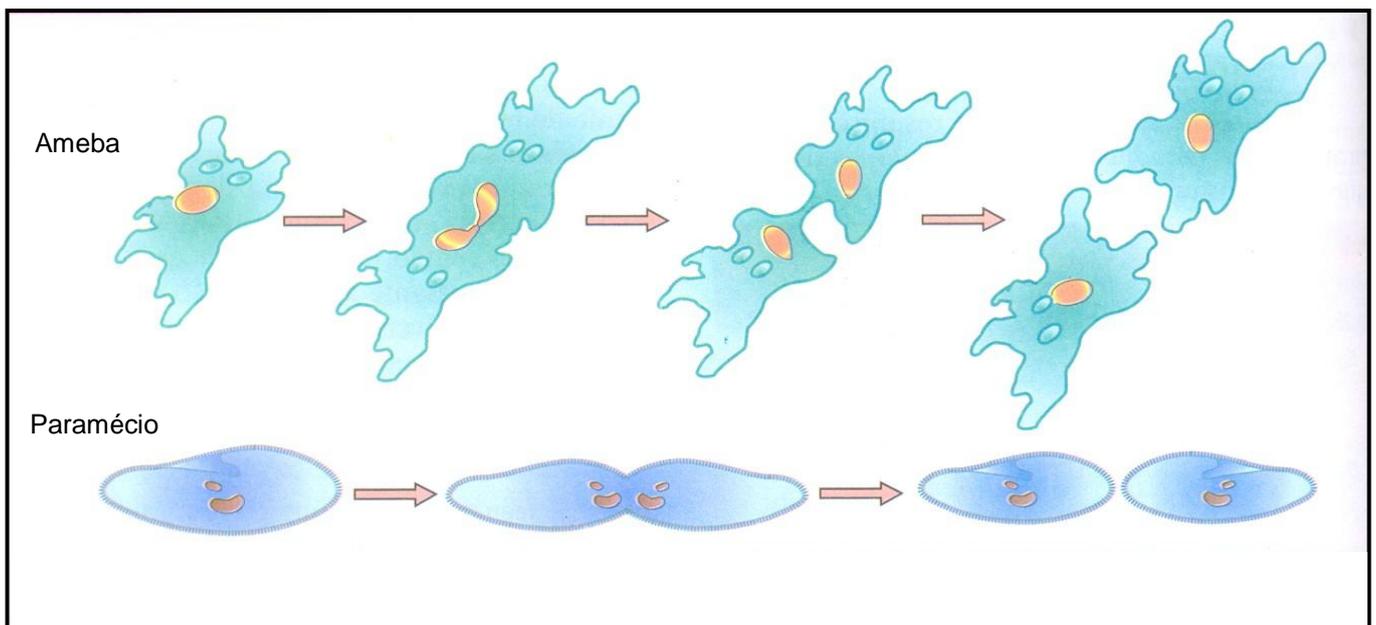


Fig. 5.14 — Reprodução por cissiparidade (também chamada de divisão simples ou divisão binária) em ameba e paramécio. Em laboratório, sob condições controladas, uma ameba divide-se em cerca de trinta minutos; no paramécio, o processo reprodutivo dura cerca de duas horas.

Em virtude de sua intensa atividade fotossintetizante, as algas, principalmente as marinhas, são responsáveis pela maior parte do gás oxigênio liberado diariamente na biosfera; por isso, são consideradas os verdadeiros "pulmões do mundo".

Modernamente, as algas podem ser incluídas em vários reinos:

Reino	Exemplos de algas
Monera	Cianobactérias
Protista	Euglenófitas, crisófitas e pirrófitas
Plantae	Clorófitas, rodófitas e feófitas

Conforme mostra o quadro acima, as principais algas protistas são as *euglenófitas*, as *crisófitas* e as *pirrófitas*. Vamos estudá-las.

➤ As euglenófitas

A maioria das *euglenófitas*, integrantes da divisão Euglenophyta, vive em água doce. Como exemplo dessas algas pode-se citar a *Euglena viridis*, que é dotada de um flagelo frontal e se reproduz por cissiparidade. Quando sua reprodução é intensa, a água pode exibir coloração esverdeada. Observe a figura 5.15.

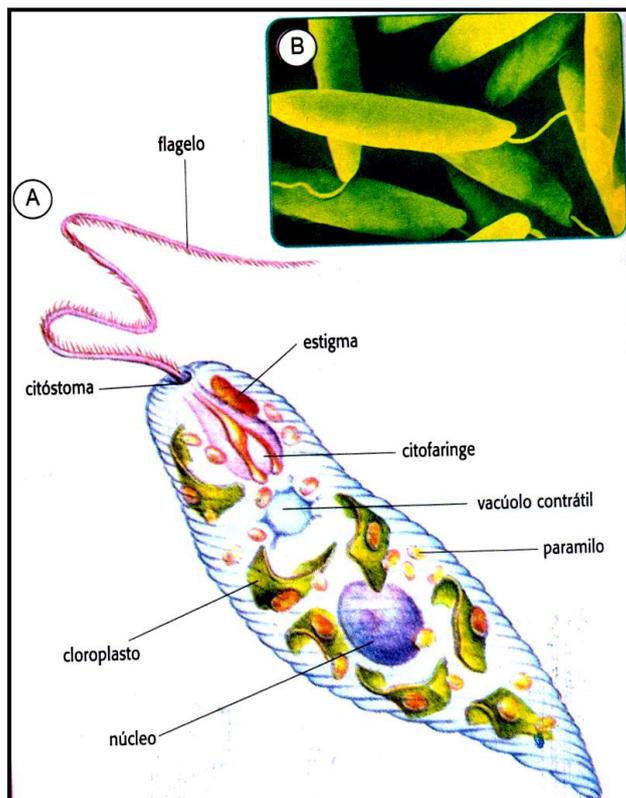


Fig. 5.15 — (A) Esquema da *Euglena viridis*. O estigma é uma organela fotossensorial que orienta a euglenófitas em direção a fontes luminosas. Se for colocada no escuro, a euglena pode viver como heterótrofo, absorvendo nutrientes orgânicos do meio ambiente. (B) Microfotografia de euglenas.

➤ As crisófitas

Componentes da divisão Chrysophyta, as *crisófitas* são algas douradas representadas, em sua maioria, pelas *diatomáceas*, algas unicelulares com uma membrana silicosa denominada *frústula*.

Os restos da parede celular das diatomáceas, rica em sílica, depositam-se no fundo dos mares e, com o tempo, formam um material denominado *terra de diatomácea* ou *diatomito*, que é explorado comercialmente. Esse material pode ter várias aplicações: como isolante térmico; como abrasivo fino que permite o polimento de materiais diversos (a prata, por exemplo); na confecção de cosméticos e pastas de dentes; na fabricação de filtros e de tijolos para a construção de casas. Veja a figura 5.16.

As diatomáceas constituem um dos mais importantes componentes do fitoplâncton; são encontradas em grande número principalmente nos mares, mas muitas espécies vivem em água doce e em solo úmido. Essas algas geralmente se reproduzem por cissiparidade.

➤ As pirrófitas

Pertencentes à divisão Pyrrhophyta, as algas *pirrófitas* (do grego *pyr*, 'fogo') são assim chamadas em virtude de sua capacidade de emitir bioluminescência, fenômeno percebido à noite, sobre a superfície do mar. Também conhecidas como *dinoflagelados*, essas algas são unicelulares, geralmente marinhas e dotadas de dois flagelos desiguais. Assim como as diatomáceas, as pirrófitas constituem importantes componentes do fitoplâncton. Têm coloração geralmente esverdeada ou pardacenta e se reproduzem principalmente por cissiparidade. Veja a figura 5.17.

Em determinadas circunstâncias, as pirrófitas podem sofrer explosão populacional, ocasionando a chamada *maré vermelha*. Como essas algas liberam certas toxinas, esse fenômeno afeta o desenvolvimento da fauna vizinha.

A maré vermelha é um fenômeno natural registrado nos mais diversos países do mundo, desde o tempo dos antigos egípcios. No Brasil, o caso mais grave ocorreu em março de 1978, na costa sul do país, com a morte de toneladas de peixes, moluscos, crustáceos e aves marinhas. O diagnóstico do fenômeno foi alcançado em um momento em que a maré vermelha já não se apresentava tão intensa, mas, mesmo assim, foi possível contar, naquela ocasião, cerca de 60 mil dinoflagelados por litro de água colhida do mar.

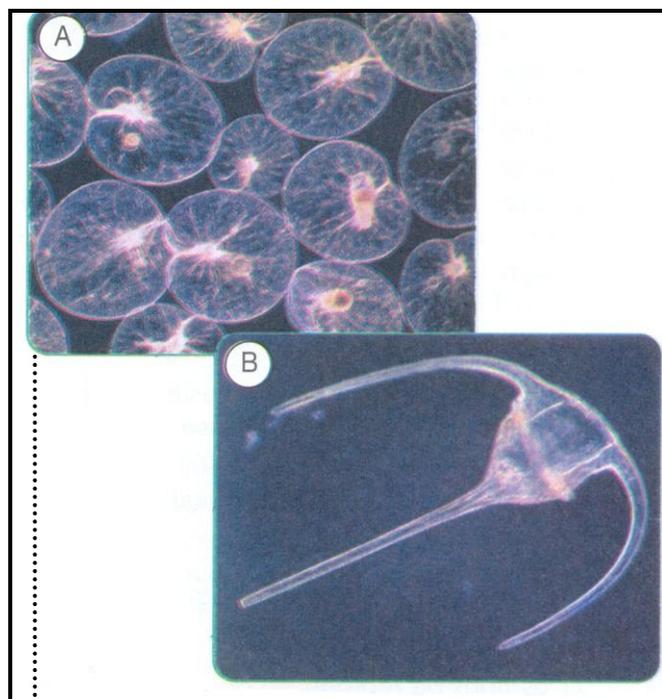
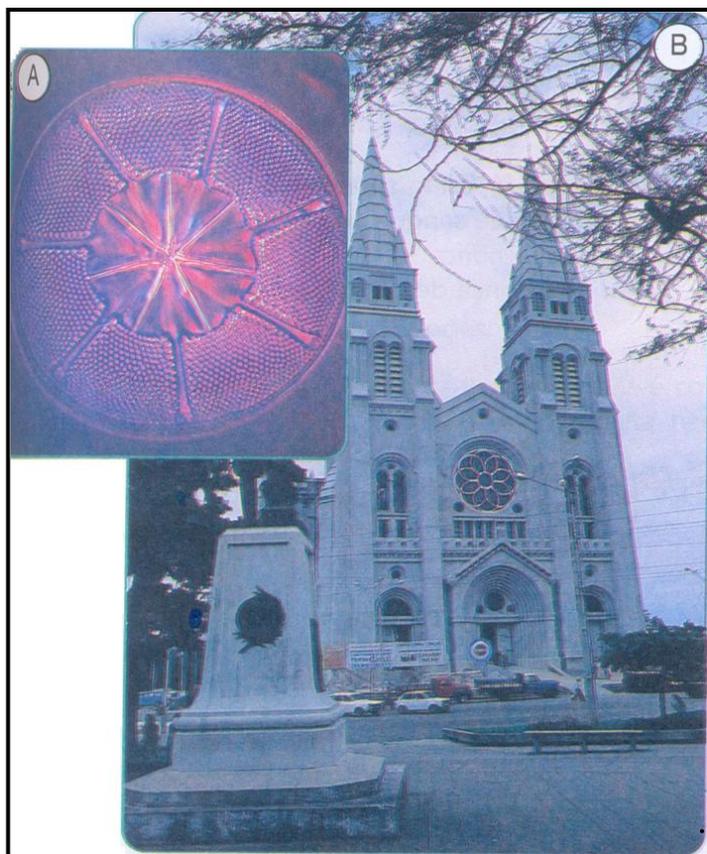


Fig. 5.17 — Exemplos de pirrófitas (dinoflagelados): A) *Noctiluca*, alga responsável pela bioluminescência nos mares; B) *Ceratium*, um importante componente do fitoplâncton.

5.16 — A) Uma crisófito (diatomácea) e B) Catedral Fortaleza (CE), construída com tijolos de diatomito

ORGANIZANDO O CONHECIMENTO

1 - Classifique os protozoários de acordo com o tipo e a presença, ou ausência, de organelas locomotoras.

2 - (Fuvest-SP) O orgânulo denominado vacúolo contrátil ou pulsátil existe nos protozoários de água doce, mas não nos marinhos.

a) Qual a sua função?

b) O que se pode esperar como resposta do vacúolo contrátil, se colocarmos o protozoário de água doce em uma solução de mesma tonicidade do seu protoplasma?

3 - Considere as seguintes medidas profiláticas contra doenças:

I — Tratamento da água.

II — Lavagem rigorosa de frutas e de verduras.

III — Construção de rede e de usinas de tratamento de esgoto.

IV — Drenagem e aterros de brejos e de lagoas.

V — Orientação no uso controlado de inseticidas.

VI — Fiscalização rigorosa da qualidade do sangue a ser utilizado em transfusões.

- Quais dessas medidas são recomendadas para a prevenção contra a amebíase? Justifique sua resposta e cite alguns sintomas dessa doença nos seres humanos.
- Cite uma outra doença estudada neste capítulo que também poderia ser evitada com as mesmas medidas adotadas contra a amebíase. Identifique o parasita e o local do corpo humano onde ele se instala.

4 - (UFF-RJ) A malária é uma parasitose que afeta mais de 200 milhões de pessoas em todo o mundo; principalmente nas regiões tropicais.

Com relação à malária e ao parasita causador desta epidemia, especifique:

- o grupo e o gênero a que pertence o agente etiológico da doença;
- as células alvo do parasita;
- os tipos de reprodução do parasita ao longo de seu ciclo;
- duas medidas preventivas contra a doença.

5 - (UFGO) A doença de Chagas e a malária, doenças provocadas por protozoários, afetam o sistema circulatório do homem. Estas duas graves doenças, não erradicadas do Brasil, afetam milhares de pessoas nas diferentes regiões do país.

- Compare o modo de infestação da malária da doença de Chagas e os locais onde os respectivos protozoários se alojam no homem.
- Cite quatro medidas que poderiam conduzir à diminuição ou até mesmo à erradicação da malária no Brasil.

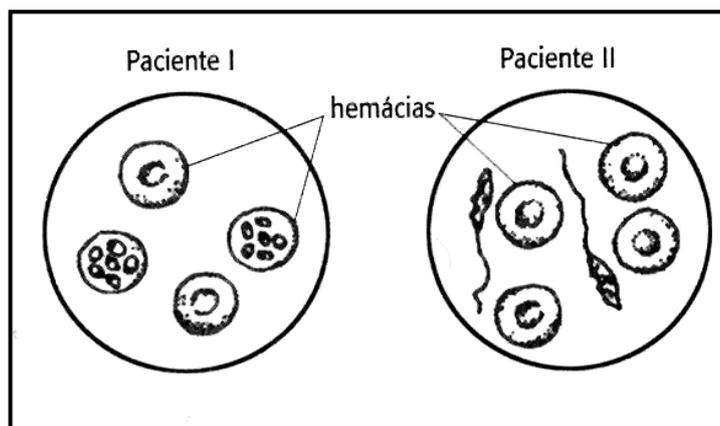
6 - (Unicamp-SP) Em algumas regiões do Brasil, como no estado de São Paulo, a maneira usual de transmissão de *Trypanosoma cruzi* para o ser humano, por meio de triatomídeos, deixou de ser importante, principalmente em consequência das medidas de controle desse artrópode. Dê duas explicações para o aparecimento, nessas regiões, de novos casos humanos da doença de Chagas.

7 - (Vunesp-SP) O mal de Chagas é uma doença que afeta grande número de pessoas em áreas rurais do Brasil. Com respeito a esse doença, responda às seguintes questões:

- Como as pessoas são infectadas?
- Qual o agente transmissor?
- Qual órgão do corpo é afetado pelo agente patogênico?
- Que medida profilática pode erradicar a doença?

8 - (Vunesp-SP) Estão representados nas figuras os exames de sangue de dois pacientes brasileiros, que nunca saíram do país, e que revelam a presença de protozoários.

- Quais são os protozoários que podem ser identificados no sangue dos pacientes I e II?
- De que forma estes pacientes poderiam ter adquirido os parasitas?



9 - Uma estudante afirmou que as algas, especialmente as algas unicelulares marinhas, são ecologicamente muito importantes, não só para a manutenção das cadeias alimentares aquáticas como também para a vida dos seres aeróbicos no planeta. Você concorda com a estudante? Por quê?

10 - O que são marés vermelhas e quais as algas envolvidas nesse fenômeno?

11 - Em certas regiões do Nordeste brasileiro são cortados blocos de tijolo de diatomito. Esses blocos são usados na construção de algumas habitações.

- a) Quais as algas associadas com a obtenção do diatomito?
- b) Como o diatomito se forma?
- c) Cite dois outros exemplos de algas que pertencem ao mesmo grupo das algas associadas ao diatomito.

ROTEIRO PARA AUTO AVALIAÇÃO

1 - (Uece) Assinale a alternativa incorreta, com relação aos protozoários:

- a) Todos os protozoários são aeróbicos e vivem em meio rico de oxigênio livre.
- b) A reprodução dos protozoários pode ser assexuada ou sexuada.
- c) Nem todos os protozoários são microscópicos.
- d) Todos os protozoários possuem uma membrana mais ou menos delgada que os envolve.
- e) Nem todos os protozoários têm um só núcleo.

2 - (Ufac) A locomoção nas amebas, protozoários da classe Sarcodina, é realizada por meio de:

- a) cílios.
- b) flagelos.
- c) pseudópodes.
- d) cílios e flagelos.
- e) flagelos de pseudópodes.

3 - (Unip-SP) Qual das seguintes estruturas é comum às amebas de água doce e falta nas amebas marinhas?

- a) Vacúolo contrátil.
- b) Vacúolo-digestivo.
- c) Endoplasma.
- d) Núcleo individualizado.
- e) Pseudópode.

4 - (PUC-SP) O filo Protozoa é subdividido em quatro classes: Sarcodinea, Mastigophora, Sporozoa e Cilliophora. A característica considerada para tal classificação é:

- a) o modo de reprodução.
- b) a presença ou ausência de carioteca.
- c) a composição química do pigmento fotossintetizante.
- d) a estrutura de locomoção.
- e) a composição química do citoplasma.

5 - (Unisa-SP) A definição "abertura permanente da membrana, permitindo a ingestão de partículas alimentares" aplica-se a:

- a) citopígeo.
- b) citofaringe.

- c) citoprocto.
- d) citóstoma.
- e) peristoma.

6 - (FMIT-MG) Durante uma aula prática foi observado um protozoário que continha um macro e um micronúcleo. Qual das organelas abaixo será responsável pela locomoção desse mesmo organismo?

- a) Flagelo.
- b) Cílio.
- c) Mionema.
- d) Pseudópode.
- e) Nenhuma das anteriores, pois o protozoário em questão não se locomove.

7 - (UFRN) A malária é provocada por um protozoário do gênero:

- a) Entamoeba.
- b) Plasmodium.
- c) Trypanosoma.
- d) Amoeba.
- e) Leishmania.

8 - (CPCPIII) A malária é transmitida ao homem:

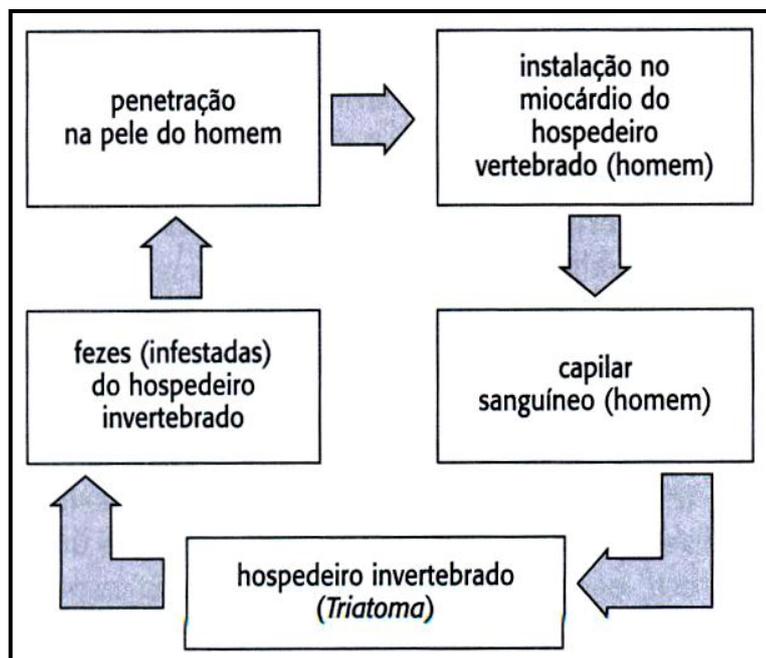
- a) pelas fêmeas de certas espécies de mosquitos *Culex*.
- b) pelas fêmeas e machos de certas espécies de mosquitos *Anopheles*.
- c) pelas fêmeas e machos de certas espécies de mosquitos *Culex*.
- d) pelas fêmeas de certas espécies de mosquitos *Anopheles*.
- e) Nenhuma das anteriores.

9 - (FMU/Fiam-SP) A prevenção da malária e da doença de Chagas envolve, respectivamente:

- a) destruir mosquitos e cães vadios.
- b) evitar banhar-se em lagoas e eliminar mosquitos.
- c) destruir mosquitos e barbeiros.
- d) não comer carne de porco mal cozida e não habitar em casas de barro.
- e) não comer verduras e frutas mal lavadas.

10 - (UFSCar-SP) Temos abaixo, esquematizado, o ciclo do agente etiológico da:

- a) malária.
- b) esquistossomose.
- c) doença de Chagas.
- d) ancilostomose.
- e) teníase.



11 - (UFMA) Assinale a opção em que todas as doenças são causadas por protozoários:

- a) malária — doença de Chagas — leishmaniose — amebíase.
- b) malária — doença de Chagas — peste bubônica — amebíase.
- c) malária — febre amarela — doença de Chagas — amebíase.
- d) peste bubônica — doença de Chagas — febre amarela — amebíase.

12 - (Uerj) Por trás de um lindo e peludo gatão pode-se esconder uma doença que gera problemas neurológicos e oculares no bebê se transmitida durante o segundo trimestre da gravidez: a toxoplasmose.

A transmissão da doença pode ocorrer através da ingestão de carne crua ou mal cozida, principalmente de aves ou de porco, ou pelo contato direto com as fezes do felino contaminadas pelo agente causador da doença.

Esse agente causador é classificado como:

- a) vírus;
- b) bactéria;
- c) helminto;
- d) protozoário.

13 - (Fuvest-SP) As marés vermelhas, fenômeno que pode trazer sérios problemas para organismos marinhos e mesmo para o homem, devem-se:

- a) à proliferação excessiva de certas algas plantônicas que liberam toxinas na água.
- b) ao vazamento de petróleo, que estimula a proliferação de diatomáceas marinhas.
- c) à presença de poluentes químicos provenientes de esgotos industriais.
- d) à reação de certos poluentes com o oxigênio produzido pelas algas marinhas.
- e) à grande concentração de rodofíceas bentônicas na zona das marés.

14 - (Enem) A malária é uma doença típica de regiões tropicais. De acordo com o Ministério da Saúde, no final do século XX foram registrados mais de 600 mil casos de malária no Brasil, 99% dos quais na região amazônica. Os altos índices de malária nessa região podem ser explicados por várias razões, entre as quais:

- a) as características genéticas das populações locais facilitam a transmissão e dificultam o tratamento da doença.
- b) a falta de saneamento básico propicia o desenvolvimento do mosquito transmissor da malária nos esgotos não tratados.
- c) a inexistência de predadores capazes de eliminar o causador e o transmissor em seus focos impede o controle da doença.
- d) a temperatura elevada e os altos índices de chuva na floresta equatorial favorecem a proliferação do mosquito transmissor.
- e) o Brasil é o único país do mundo que não implementou medidas concretas para interromper sua transmissão em núcleos urbanos.

BIOLOGIA EM TODOS OS TEMPOS

Aprendendo e investigando aplicações, contextos e interdisciplinaridade

Feito inédito

Carlos Justiniano Ribeiro Chagas nasceu em 1879 em Oliveira, Minas Gerais. Médico, formado pela Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, realizou em 1905 a primeira campanha de profilaxia contra a malária, em Itatinga, São Paulo, conseguindo em pouco tempo controlar a doença. Foi a primeira campanha antimalárica bem sucedida na história desta doença. O resultado desse trabalho serviu de base para o efetivo combate à moléstia no mundo inteiro.

Voltando de São Paulo, ingressou em Manguinhos, hoje Instituto Oswaldo Cruz (IOC), onde trabalharia durante toda a vida. Em 1907, encarregado por Oswaldo Cruz, Carlos Chagas viajou para Lassance, Minas Gerais, onde a malária devastava o acampamento dos trabalhadores da Estrada de Ferro Central do Brasil. Instalou sua casa e seu laboratório em um vagão de trem.

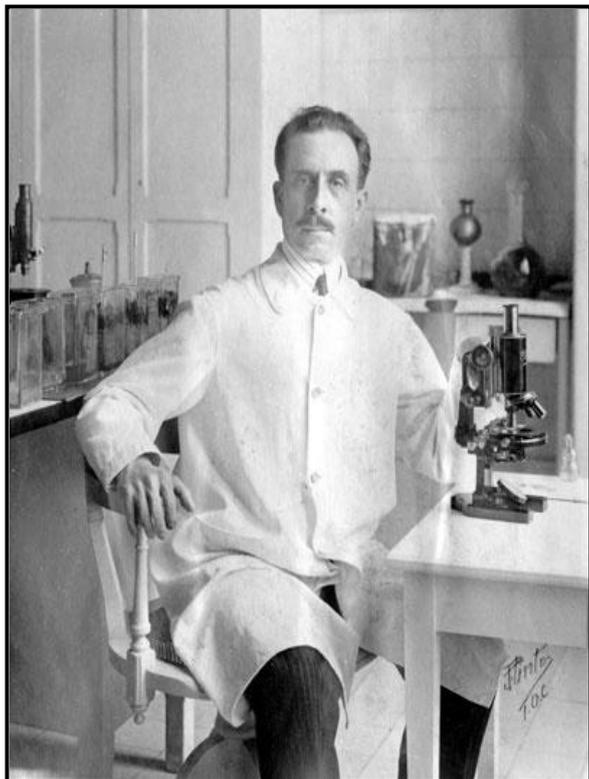


Fig. 5.18 – Carlos Chagas

No povoado, observando a infinidade de insetos hematófagos, popularmente denominados barbeiros, alojados nas paredes de pau-a-pique das moradias, decidiu examiná-los. Encontrou neles um novo parasita, que chamou de *Trypanosoma cruzi*, em homenagem a Oswaldo Cruz. Verificou também a presença do parasita em animais domésticos. A 23 de abril de 1909, descobriu pela primeira vez o parasita no sangue de um ser humano: uma menina de três anos, chamada Berenice.

A partir daí, Chagas descobriu uma nova doença em Lassance, atualmente conhecida como doença de Chagas. Seu trabalho é único na história da medicina: a descoberta do parasita, seu estudo e, finalmente, a descrição da moléstia por ele provocada.

"O descobrimento desta moléstia constitui o mais belo exemplo do poder da lógica a serviço da ciência. Nunca até agora, nos domínios das pesquisas biológicas, se tinha feito um descobrimento tão complexo e brilhante e, o que mais, por um só pesquisador", disse Oswaldo Cruz.

Adaptado para fins didáticos de:
www.fiocruz.br
(Consulta em março de 2005.)

❖ Em grupo: explicar e elaborar hipóteses

1. Historiadores diversos afirmam que Carlos Chagas era um homem gentil e sensível, sempre aflito com as precárias condições de vida de grande parte da população brasileira. Ele indicava como "cura" para a doença que descobriu: casas decentes!
Explicar a razão para essa indicação.
2. Em certas regiões do Brasil, a transmissão do *Trypanosoma cruzi* ao ser humano, por meio do percevejo barbeiro, deixou de ser significativa, principalmente em consequência das medidas de combate ao inseto. Entretanto, novos casos humanos da doença têm sido registrados nessas regiões. Elaborar hipóteses para justificar esse fato.

CAPÍTULO 6

Reino Fungi

Os fungos são organismos uni ou pluricelulares, destituídos de pigmentos fotosintetizantes. Dotados de parede celular, sua reprodução normalmente envolve a participação de esporos, como ocorre entre as plantas.

Mas armazenam glicogênio e apresentam nutrição heterótrofa, como os animais.

E, enquanto os animais são heterótrofos por ingestão, os fungos são heterótrofos por absorção. Por suas peculiaridades, os fungos são enquadrados em um reino "somente deles": o *reino Fungi*.

O ramo da biologia que se encarrega do estudo dos fungos chama-se *micologia*.

➤ 6.1. Características gerais dos fungos

Organismos eucariontes, unicelulares ou pluricelulares, de vida livre ou não, os fungos são encontrados nos mais variados ambientes, preferencialmente em lugares úmidos e ricos em matéria orgânica.

Admite-se que tenham se originado das algas, no entanto perderam a condição autotrófica. Nas classificações mais antigas, eles eram considerados *plantas talófitas*, isto é, com o corpo em forma de talo, sem diferenciação entre raízes, caules e folhas.

Apresentando características particulares que os diferenciam tanto de plantas quanto de animais, os fungos constituem hoje um reino à parte, o reino Fungi.

Possuem células dotadas de parede celular e sua reprodução normalmente envolve a participação de esporos, como ocorre entre as plantas. Mas, como os animais, são heterótrofos e geralmente armazenam glicogênio. Entretanto, ao contrário dos animais, que se nutrem por ingestão, os fungos são heterótrofos por absorção. Os fungos exibem digestão extracorpórea, eliminando para o ambiente enzimas que digerem o alimento disponível; somente depois disso, os produtos da digestão são absorvidos pelo organismo.

A reprodução pode ser sexuada, com produção de gametas, ou assexuada, envolvendo normalmente a participação de esporos (fig. 6.1).

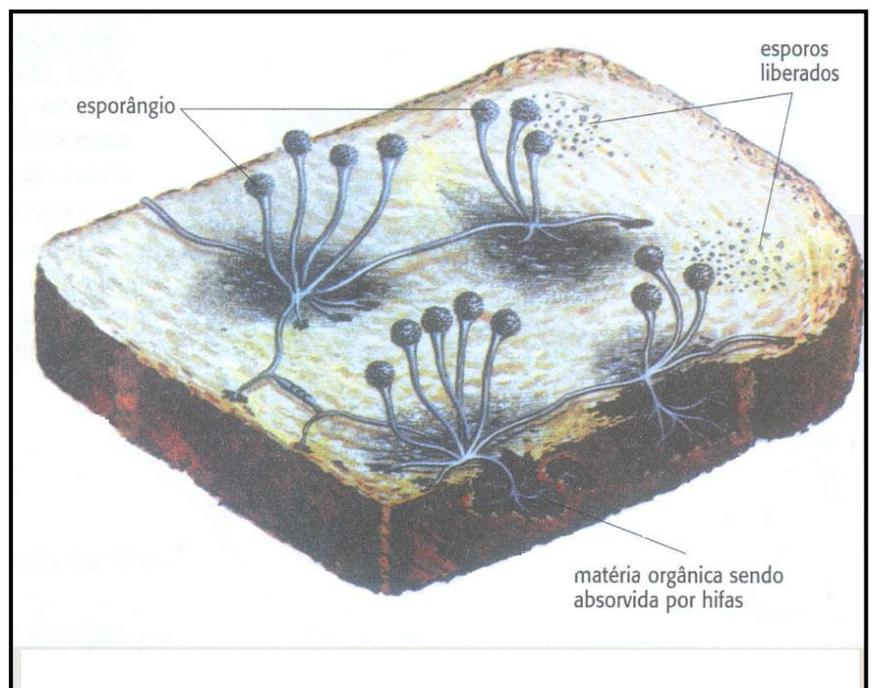
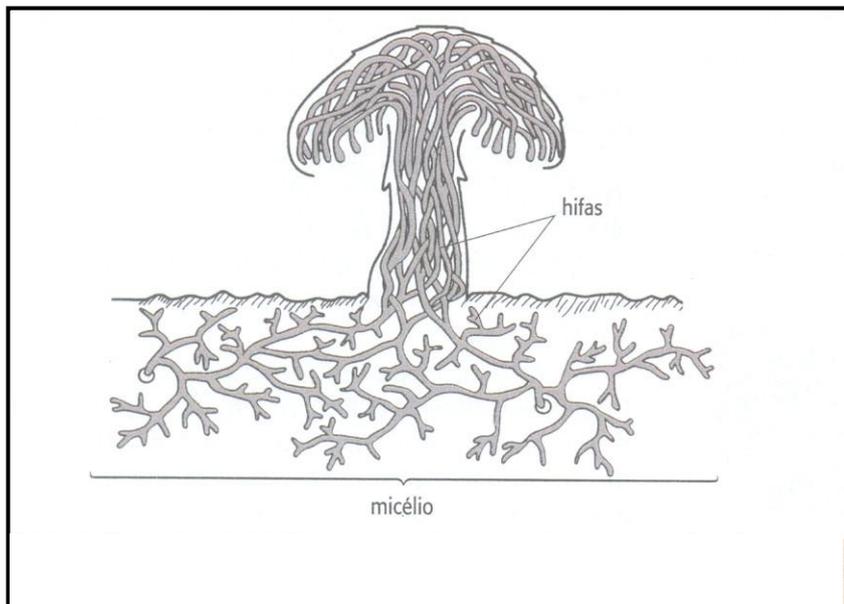


Fig. 6.1 — Esquema de fungo se desenvolvendo em uma fatia de pão embolorado.



Nos fungos pluricelulares, o talo é denominado *micélio* e se acha constituído por um emaranhado de filamentos microscópicos chamados *hifas* (fig. 6.2).

Fig. 6.2 — Esquema de micélio e hifas. As hifas são filamentos microscópicos; portanto, sua representação não está em escala proporcional ao tamanho do "chapéu".

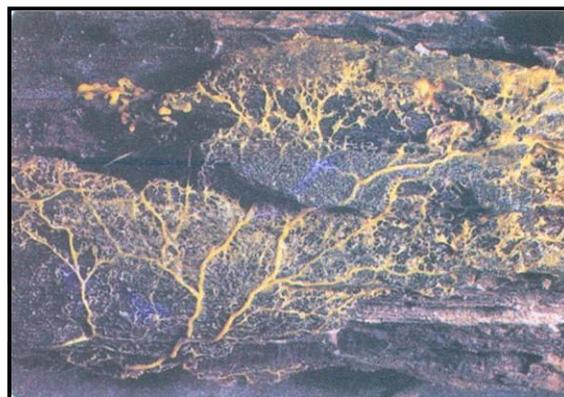
Os fungos, sendo heterótrofos, necessitam de matéria orgânica para sobreviver. Desenvolvem-se melhor em ambientes temperados e tropicais, mas podem ser encontrados em regiões de temperatura muito baixa, como a Antártida.

➤ 6.2. Classificação dos fungos

Os fungos compreendem dois filós:

- ✓ *Mixomycota* (*mixomicetos*) — Grupo que abrange os fungos "gelatinosos", típicos de ambientes úmidos e sombreados (fig. 6.3).

Fig. 6.3 — Mixomiceto.



- ✓ *Eumycota* (*eumicetos*) — Neste grupo incluem-se três classes principais: ficomicetos, asco-micetos e basidiomicetos.

➤ Ficomicetos

Os *ficomicetos* podem ser aquáticos ou terrestres. No primeiro caso, a reprodução (fig. 6.4) é realizada por esporos geralmente flagelados — portanto, móveis —, denominados *zoósporos*. Nos terrestres, os esporos são desprovidos de organelas locomotoras e se disseminam pelo vento, sendo chamados *aplanósporos*. Como exemplo de ficomicetos, temos os fungos do gênero *Rhizopus*, conhecidos como bolor preto do pão.

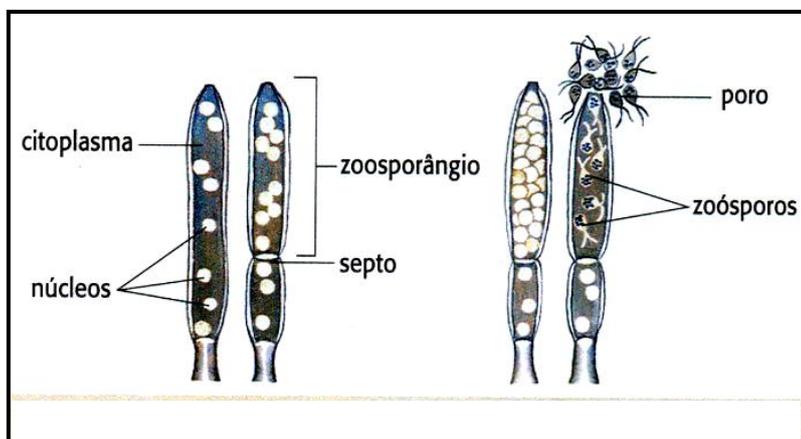


Fig. 6.4 — Hifa fértil de ficomicetos.

➤ **Ascomicetos**

Os *ascomicetos* (do grego *askos*, 'saco'; *myketos*, 'fungo') são fungos portadores de hifas especiais em forma de saco, em cujo interior são produzidos, em média, de quatro a oito *ascósporos* (fig. 6.5).

No grupo dos *ascomicetos* estão incluídos os fungos dos gêneros *Saccharomyces*, *Neurospora*, *Penicillium* e *Aspergillus*, entre outros; os dois últimos citados pertencem ao grupo dos bolores marrons ou verde-azulados, comuns em pães, frutas e outros alimentos em decomposição (fig. 6.6).

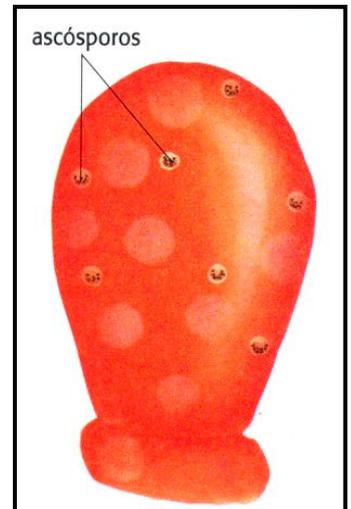


Fig. 6.5 — Asco (hifa em forma de saco).

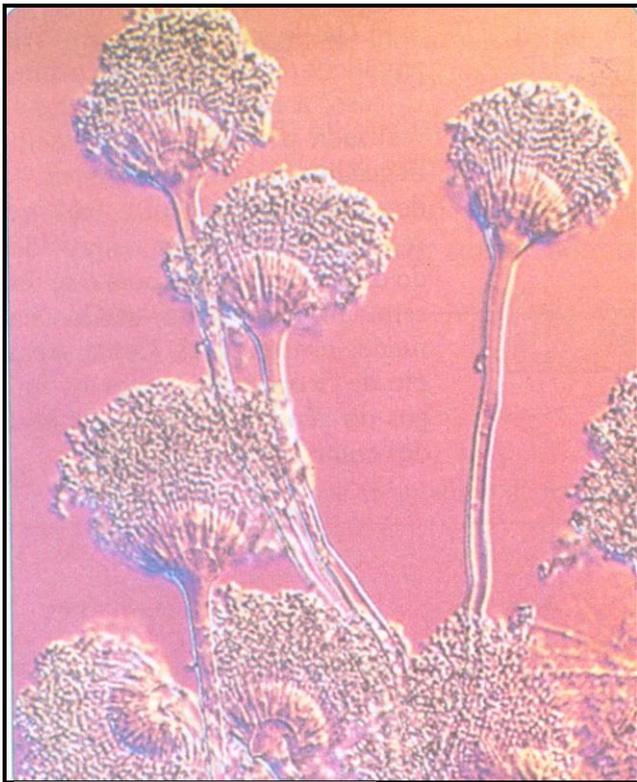


Fig. 6.6 — *Aspergillus* sp.

➤ **Basidiomicetos**

Os *basidiomicetos* (do grego *basidion*, 'base pequena'; *myketos*, 'fungo'), conhecidos como cogumelos-de-chapéu, orelhas-de-pau e casas-de-sapo, são fungos cuja parte vegetativa é geralmente subterrânea e consiste em um micélio que muitas vezes se estende por vários metros abaixo do solo. A parte aérea, visível ao observador, constitui o *corpo de frutificação* ou *basidiocarpo*, estrutura que, em condições favoráveis, emerge do solo, "brotando" da parte vegetativa. O corpo de frutificação abriga no "chapéu" inúmeras hifas férteis denominadas *basídios*. Cada basídio produz quatro *basidiósporos*, que, quando expulsos e disseminados, podem germinar e originar novos micélios (fig. 6.7).

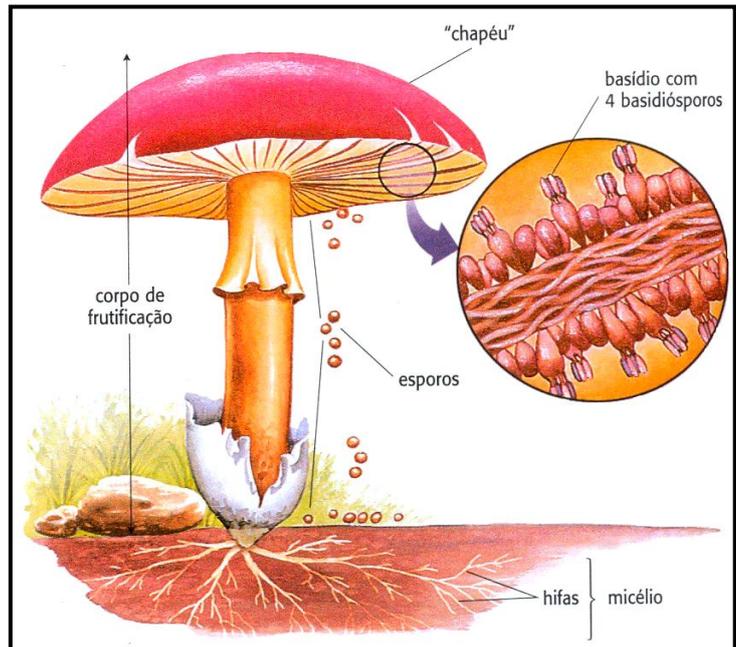
Entre os *basidiomicetos*, podem-se citar: os fungos causadores das ferrugens no trigo, no café e em outras plantas; os cogumelos comestíveis, como o *Agaricus campestris*; e cogumelos alucinógenos, como o *Amanita muscaria*.

Ascós e basídios são esporângios, isto é, estruturas produtoras de esporos.

➤ 6.3. Associações mutualísticas: líquens e micorrizas

Os fungos podem associar-se a outras espécies de seres vivos estabelecendo com elas uma relação de benefícios mútuos denominada *mutualismo*. É o caso dos *líquens* e das *micorrizas*.

Fig. 6.7 — Corpo de frutificação dos basidiomicetos. As etapas de desenvolvimento de um fungo ou de uma colônia deles seguem geralmente a seguinte sequência: micélio → corpo de frutificação → esporos → hifas → novo micélio.



A diversidade dos fungos

São conhecidas cerca de 70 mil espécies de fungos, mas algumas estimativas apontam para a existência de aproximadamente 1,5 milhão de espécies de fungos, com uma concentração possivelmente mais acentuada nas regiões tropicais, onde as condições de temperatura e de umidade são mais favoráveis ao seu desenvolvimento.

Na década de 1980, foram descritas mais de cem novas espécies de fungos do gênero *Penicillium*, que se somaram às outras 150 espécies até então conhecidas.

Atualmente cerca de 1 700 novas espécies são descritas a cada ano. Se for mantida essa velocidade de descrição de espécies novas e estimando-se a existência de 1,5 milhão de espécies de fungos no planeta, serão necessários cerca de 800 anos para que todos os integrantes do reino Fungi sejam conhecidos.

➤ Líquens

Líquens são associações entre certas algas unicelulares e fungos (principalmente ascomicetos). Nos líquens, as algas atuam como elementos produtores, sintetizando matéria orgânica e fornecendo parte dela para os fungos. Já os fungos, com suas hifas, envolvem e protegem as algas contra a desidratação, além de fornecer a elas água e sais minerais que retiram do substrato.

Essa interação entre algas e fungos permite aos líquens sobreviver em regiões em que poucos seres vivos sobreviveriam. De fato, eles podem ser encontrados, por exemplo, sob a neve nas tundras árticas, onde são importantes fontes nutritivas para animais diversos, como a rena. Sobre rochas nuas, os líquens são, com frequência, os primeiros colonizadores, desagregando o material rochoso e propiciando uma melhoria nas condições físicas

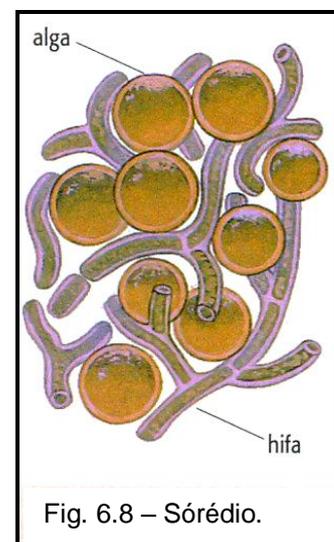


Fig. 6.8 – Sóredio.

do ambiente, o que favorece a instalação de futuras populações de musgos e outras plantas.

A reprodução dos líquens é assexuada e se realiza através de *sorédios*, estruturas microscópicas constituídas por pequenos fragmentos do corpo do líquen, nos quais existem hifas do fungo envolvendo algumas algas. Os sorédios são vistos como um pó esverdeado sobre o corpo do líquen, de onde são disseminados pelo vento (fig. 6.8).

Na figura 6.9 você pode observar exemplos de líquens.

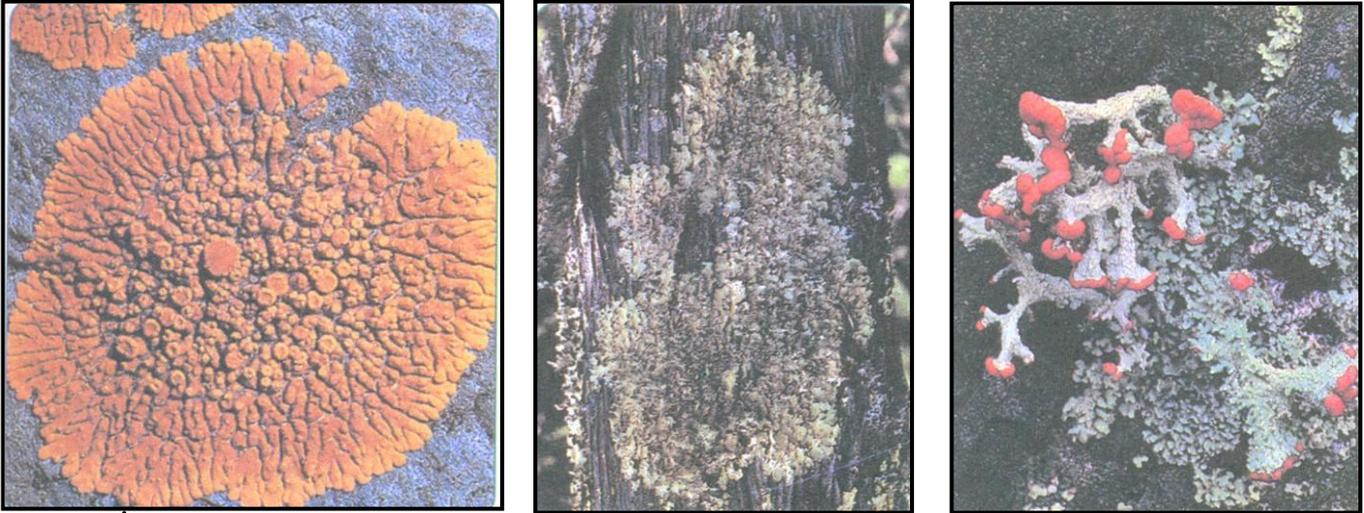


Fig. 6.9 - Líquens

Apesar de serem capazes de sobreviver nos mais variados tipos de hábitat, os líquens são muito sensíveis a certas substâncias, particularmente o dióxido de enxofre (S_0_2). Por isso, são utilizados como indicadores da poluição do ar atmosférico pelo S_0_2 . Como esse gás é um poluente muito comum nas zonas urbanas, entende-se por que os líquens são relativamente escassos nas grandes cidades.

Verifica-se também que os líquens são capazes de absorver e concentrar substâncias radioativas, como o estrôncio 90, elemento químico que pode se alojar nos ossos humanos, provocando anemia. Constatou-se, certa vez, que esquimós, no Alasca, apresentavam taxas elevadas desse elemento no organismo: haviam-no adquirido pela ingestão de carne de rena; os animais, por sua vez, obtiveram o elemento químico ao comerem líquens contaminados.

➤ Micorrizas

Micorrizas são associações entre fungos e raízes de certas plantas, como orquídeas, morangueiros, tomateiros e pinheiros. Os fungos decompõem o material orgânico disponível no substrato, transformando-o em nutrientes minerais, como sais de fósforo e de nitrogênio. Uma parte desses sais é absorvida pelas raízes da planta, contribuindo para seu desenvolvimento. Já a planta fornece ao fungo parte da matéria orgânica produzida na fotossíntese.

As hifas dos fungos das micorrizas atuam como uma "ponte" que conecta as células das raízes de uma planta ao material orgânico em decomposição disponível no ambiente. Elas formam no solo uma espécie de "teia" subterrânea, que atua como um filtro capaz de reter sais minerais dissolvidos na água, evitando perdas para as águas subterrâneas ou riachos e rios. Esse fato é importante sobretudo em solos geralmente pobres em nutrientes minerais, como é o caso da floresta Amazônica.

➤ 6.4. A importância dos fungos

Além de estabelecerem relações mutualísticas com outros seres vivos, os fungos exibem notável importância ecológica, atuando em geral como seres decompositores. No entanto, muitas espécies são parasitas de plantas e de animais, inclusive os seres humanos. Outras espécies, por fim, atendem a interesses humanos servindo de alimento ou sendo aplicados no controle biológico ou na produção de bebidas e medicamentos.

➤ Ação decompositora — reciclando a matéria

Em sua maioria, os fungos, assim como as bactérias, têm grande importância ecológica, atuando como organismos *decompositores* ou *saprófitos*. A ação decompositora permite a reciclagem da matéria na natureza, pois converte a matéria orgânica morta em matéria inorgânica simples, que pode ser reaproveitada por outros seres vivos. Como já vimos, a supressão da atividade decompositora dos fungos e das bactérias inviabilizaria a existência de vida na Terra.

A ação decompositora dos fungos é fundamental para a vida, mas, às vezes, nos causa certos dissabores. Apresentando grande capacidade de proliferação e dispersão, os fungos podem degradar materiais orgânicos disponíveis, principalmente em ambientes úmidos e pouco iluminados. Assim, roupas, sapatos, filmes e madeira, além dos alimentos, podem exibir, em certas situações, o conhecido bolor ou mofo, constituído por colônias de fungos formadas a partir de esporos existentes no ar e que encontram nesses materiais um meio adequado ao seu desenvolvimento.

➤ Ação parasitária — causando enfermidades e combatendo seres daninhos às plantações

Atuando como parasitas de plantas e de animais, inclusive o ser humano, certos fungos são agentes etiológicos de muitas enfermidades.

Na agricultura, são bastante conhecidas as doenças causadas por fungos em plantas cultivadas, como arroz, milho, feijão, soja (fig. 6.10), batata, tomate, café, algodão e outras. Entre tantos exemplos, consideramos também o fungo *Hemileia vastatrix*, causador da ferrugem do café, doença que dizimou grande parte dos cafezais brasileiros na década de 1970. Mas existem espécies de fungos que desempenham importante papel na agricultura a serviço de interesses humanos. É o caso do *Metarhizium anisopliae*, um fungo usado em controle biológico no combate a seres daninhos às plantações, como certos besouros, cigarrinhas e outros insetos.



Fig. 6.10 — Soja contaminada pela ferrugem.

Os fungos da espécie *Aspergillus flavus* desenvolvem-se em grãos diversos, como o amendoim e a soja, liberando toxinas denominadas *aflatoxinas*, de comprovada ação cancerígena.

Na espécie humana, são conhecidas diversas *micoses*, doenças causadas por fungos. Entre elas, podemos considerar:

- ✓ *sapinho*, *monilíase* ou *candidíase*, moléstia causada pelo fungo *Candida albicans*;
- ✓ *frieira* ou *pé-de-atleta*, doença provocada pelo fungo *Tinea pedis*;
- ✓ *blastomicose sul-americana*, micose grave que pode ocasionar a morte por lesões na pele e em órgãos internos, como os pulmões;
- ✓ *pitiríase* (do grego *pityron*, 'farelo'), dermatose caracterizada pela produção de escamas epiteliais que se esfureiam.

➤ **Ação fermentativa — produzindo álcool, bebidas, pães, bolos**

É fundamental a participação dos fungos do gênero *Saccharomyces* na fabricação de álcool etílico e de bebidas alcoólicas, como o vinho e a cerveja. Esses fungos, conhecidos também como leveduras, realizam fermentação alcoólica, convertendo açúcar em álcool etílico. São anaeróbicos facultativos, pois realizam respiração aeróbica em presença de gás oxigênio e fermentação na ausência desse gás. Por isso, na fabricação do vinho, por exemplo, evita-se o contato do suco de uva com o ar; assim, em vez de realizar a respiração aeróbica, o fungo processa a fermentação alcoólica, liberando álcool etílico e permitindo a obtenção do vinho.

Os fungos do gênero *Saccharomyces* (fig. 6.11), entre outras aplicações, são empregados como fermento na fabricação de pães, bolos e biscoitos. Durante a fermentação, o gás carbônico liberado provoca o crescimento da massa.



Fig. 6.11 — *Saccharomyces*.

Na fabricação do pão, os fungos situados na superfície da massa realizam, em contato com o ar atmosférico, respiração aeróbica. Assim, exibem um rendimento energético maior do que aqueles que ficam no interior da massa, sem contato com o ar, e que realizam fermentação alcoólica.

➤ **Atuando na fabricação de antibióticos e de queijos**

Os fungos também têm papel de destaque na indústria de antibióticos. Afinal, foi do *Penicillium notatum* (fig. 6.12) que Alexander Fleming extraiu a *penicilina*, antibiótico responsável pela salvação de milhares de vidas durante a Segunda Guerra Mundial. (Leia mais sobre a descoberta de Fleming no texto do box da página 85.) Hoje, muitos outros antibióticos largamente aplicados são conseguidos a partir de culturas de fungos.

O gênero *Penicillium*, além de abranger espécies de fungos fornecedoras de penicilina, compreende outras, como o *Penicillium roquefortii* e *Penicillium camembertii*, que são importantes na confecção dos queijos *roquefort* e *camembert*, respectivamente (fig. 6.13).

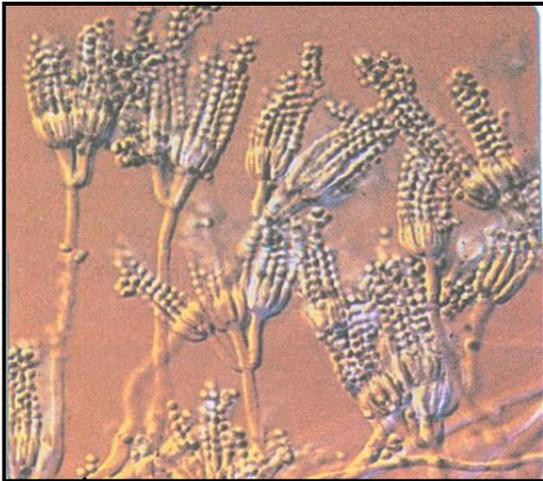


Fig. 6.12 — *Penicillium notatum*.

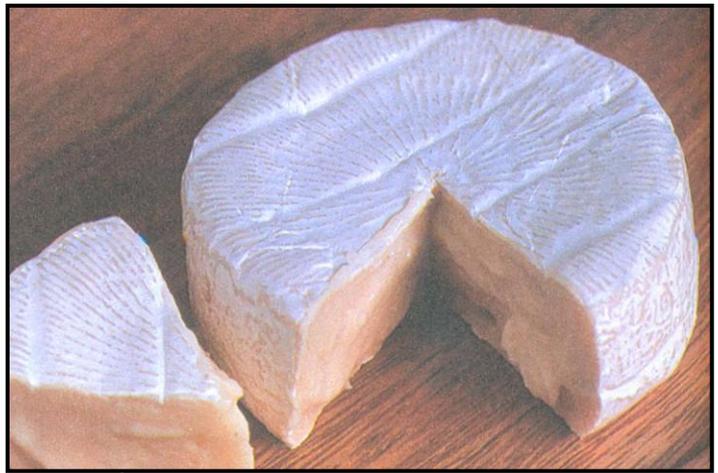


Fig. 6.13 - Queijo camembert.

➤ Servindo de alimento ou atuando como veneno e alucinógeno

Certos cogumelos, como as trufas (gênero *Tuber*) e os *champignons* (*Agaricus bisporus*), são utilizados como alimento pelos seres humanos (fig. 6.14).

Entre os cogumelos comestíveis conhecidos, incluem-se, atualmente, as leveduras, sob a designação de "fungos comestíveis". Esses microrganismos, ao lado das chamadas fontes convencionais de proteínas, como a carne, os peixes e grãos diversos, são usados como fonte de proteínas para os seres humanos. A possibilidade de obtenção de proteínas a partir de leveduras, bactérias e algas parece enorme. As proteínas de leveduras são de fácil digestão e oferecem um bom conteúdo de aminoácidos.

Alguns cogumelos silvestres, porém, como o *Boletus satanas* e o *Amanita verna*, são extremamente venenosos, podendo provocar a morte quando ingeridos. Outros produzem substâncias alucinógenas, como o *Claviceps purpurea*, que vive no centeio e produz o **LSD** (sigla de Lysergic-SourDiethylamid) ou ácido lisérgico, uma das mais potentes drogas alucinógenas conhecidas. O *Amanita muscaria* é outro exemplo de cogumelo conhecido por seus poderes alucinógenos; era consumido pelos nativos da Sibéria, que acreditavam dele obter sabedoria e aproximação com os espíritos (fig. 6.15).

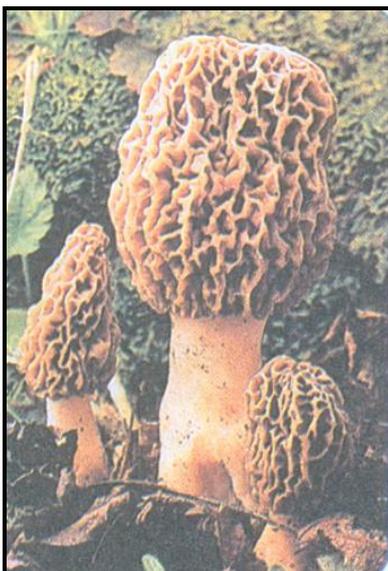


Fig. 6.14 — *Morchella esculenta* (comestível).



Fig. 6.15 — *Amanita muscaria* (alucinógeno), visto de cima

A era dos antibióticos

Em 1929, Alexander Fleming (1881-1955) pesquisava na Inglaterra o comportamento de culturas de *Staphylococcus aureus*, bactéria capaz de provocar infecções diversas nos seres humanos. Apesar das precauções que tomava, observou que, em uma das placas de cultura, seu experimento havia literalmente mofado: a colônia de bactérias tinha sido destruída por um mofo verde, colônia do fungo *Penicillium notatum*.

Fleming, porém, soube tirar proveito da situação. Depois de exaustivas pesquisas, concluiu que o fungo liberava para o meio externo uma substância, que denominou *penicilina*, capaz de inibir o desenvolvimento de certas bactérias.

A descoberta de Fleming não despertou de imediato o interesse de laboratórios farmacêuticos e, durante cerca de uma década, permaneceu restrita aos meios acadêmicos. Com a Segunda Guerra Mundial, porém, a atenção pelo fungo renasceu, na tentativa de curar os feridos em batalhas. As pesquisas foram intensificadas e a penicilina passou a ser produzida em larga escala, introduzindo efetivamente a medicina na era dos antibióticos.

Por sua notável contribuição para a ciência moderna, Fleming recebeu o título de *sir*, dado pelo rei Jorge VI, e ganhou o prêmio Nobel de Medicina em 1945.



Fig. 6.16 — Alexander Fleming

ORGANIZANDO O CONHECIMENTO

1 - Supõe-se que a maioria das espécies de fungos se concentre nas florestas tropicais, como a floresta Amazônica, por exemplo.

Identifique duas condições ambientais que favorecem o desenvolvimento de fungos em florestas tropicais.

2 - (Vunesp-SP) Fungos e bactérias têm sido considerados, por muitos, os "vilões" entre os seres vivos. Sabemos, entretanto, que ambos apresentam aspectos positivos e desempenham importantes funções ecológicas.

- Cite uma forma pela qual bactérias e fungos podem contribuir para a reciclagem de nutrientes minerais.
- Cite um exemplo de conquista científica no combate a infecções que foi possível a partir da utilização de fungos.

3 - (Unicamp-SP) Fungos crescem sobre alimentos formando colônias de várias colorações visíveis a olho nu (bolor ou mofo). Em um experimento, um meio de cultura à base de amido foi preparado sob fervura e a seguir distribuído nos frascos de I a IV, nas seguintes condições:

- tampado imediatamente
- tampado depois de frio
- tampado depois de frio por plásticos com furos
- destampado

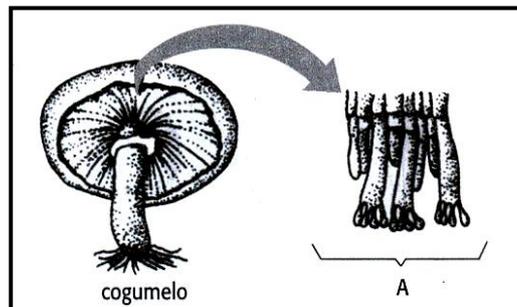
- Em que frasco, teoricamente, se espera que um maior número de colônias se desenvolva? Por quê?
- Indique as etapas do desenvolvimento de uma colônia.
- Porque os fungos crescem sobre substratos orgânicos?

4 - (UFF-RJ) Os organismos popularmente conhecidos como cogumelos são eucariontes que, na sua constituição, apresentam parede celular rígida e um polissacarídeo de reserva. Embora possuam algumas características de planta, não pertencem ao reino Plantae.

- Especifique a que reino pertencem os cogumelos e explique por que esses organismos não podem ser classificados como vegetais.
- Informe o modo pelo qual os cogumelos digerem os alimentos necessários à sua sobrevivência.
- Explique, resumidamente, o que são corpos de frutificação e aponte uma forma de esses corpos serem, beneficamente, aproveitados pelo ser humano.

5 - Observe um esquema de cogumelo-de-chapéu:

- Qual a importância da estrutura A?
- O que você entende por hifas e micélio?



6 - Responda no caderno:

- Quais tipos de organismos formam os líquens?
- Como esses organismos interagem?
- Como os líquens se reproduzem?
- O que são micorrizas?
- Considere as interações estabelecidas entre os organismos que formam os líquens e os organismos que formam as micorrizas. Existe alguma semelhança entre essas interações? Explique.

7 - (Fuvest-SP) O molho de soja mofado vem sendo usado na China, há mais de 2 500 anos, no combate a infecções de pele. Durante a Segunda Guerra Mundial, prisioneiros russos das prisões alemãs, que aceitavam comer pão mofado, sofriam menos infecções de pele que os demais prisioneiros, os quais recusavam esse alimento.

- O que é mofo?
- Por que esses alimentos mofados podem combater as infecções de pele?

8 - (UFRJ) A produção de vinho é um dos exemplos mais antigos de biotecnologia. O livro do Gênesis já nos fala da embriaguez de Noé. Embora vários fatores devam ser levados em conta na produção de um bom vinho — como a cor, o aroma e o sabor —, o processo depende essencialmente da degradação do suco das uvas por leveduras anaeróbicas facultativas, presentes na casca do fruto. Na fermentação, nome dado a esse processo, o açúcar da uva é degradado a álcool etílico (etanol). Explique por que se evita, na produção de vinho, o contato do suco de uva com o ar.

9 - (Fuvest-SP) No processo de fabricação do pão, um ingrediente indispensável é o fermento, constituído por organismos anaeróbicos facultativos.

- Qual a diferença entre o metabolismo energético das células que ficam na superfície da massa e o metabolismo energético das células que ficam em seu interior?
- Por que o fermento faz o pão crescer?

10 - Os fungos podem muitas vezes causar transtornos aos seres humanos, formando bolores em roupas, sapatos e alimentos, entre outros exemplos.

- Esses fungos — os bolores — podem ser considerados "nocivos" ao ambiente? Porquê?
- Cite dois exemplos de fungos considerados úteis aos interesses humanos.
- Cite dois exemplos de fungos considerados prejudiciais aos interesses humanos.

ROTEIRO PARA AUTO AVALIAÇÃO

1 - (UFRO) Os fungos são importantes para o ser humano em todos os processos abaixo, exceto:

- a) fermentação, como na produção de bebidas alcoólicas.
- b) fabricação de antibióticos, como a penicilina.
- c) alimentação, como os cogumelos comestíveis.
- d) decomposição de organismos mortos.
- e) purificação do ar através da fotossíntese.

2 - (PUC-RS) Qual das opções abaixo marca uma característica comum a todos os fungos?

- a) Presença de celulose como constituinte básico da parede celular.
- b) Ausência de pigmentos fotossintetizantes.
- c) Ausência de formação de gametas.
- d) Adaptação ao parasitismo.
- e) Talo do tipo micélio.

3 - (UFBA) Encontram-se às vezes, em certos ambientes, pedaços de pão recobertos de bolor. Explica-se esse fato porque o bolor representa:

- a) uma colônia de bactérias que se desenvolveu a partir de uma única bactéria que contaminou o pão.
- b) o levedo, usado no preparo do pão, que se desenvolveu e tomou uma coloração escura.
- c) um agrupamento de microrganismos que apareceram no pão, por geração espontânea.
- d) um conjunto de fungos originados de esporos existentes no ar e que se desenvolveram no pão.
- e) o resultado do apodrecimento da farinha utilizada no fabrico do pão.

4 - (Fuvest-SP) A membrana celular é impermeável à sacarose. No entanto, culturas de lêvedos conseguem crescer em meio com água e sacarose. Isso é possível porque:

- a) a célula de levedo fagocita as moléculas de sacarose e as digere graças às enzimas dos lisossomos.
- b) a célula de levedo elimina enzimas digestivas para o meio e absorve o produto da digestão.
- c) as células de levedo cresceriam mesmo sem a presença desse carboidrato ou de seus derivados.
- d) as células de levedo têm enzimas que carregam a sacarose para dentro da célula, onde ocorre a digestão.
- e) a sacarose se transforma em amido, por ação de enzimas dos lêvedos, e entre as células, onde é utilizada.

5 - (AEUDF) Todos os itens indicam alguma importância ligada à atividade de fungos, exceto:

- a) Podem causar doenças chamadas micoses.
- b) Desempenham papel fermentativo.
- c) Produção autotrófica de substâncias orgânicas para consumo de outros seres.
- d) Alguns produzem antibióticos.
- e) Participação na formação de líquens.

6 - (UEL-PR) A candidíase é uma doença oportunista que geralmente se instala quando o indivíduo está com suas defesas debilitadas. É causada por:

- a) protozoário.
- b) bactéria.
- c) verme.
- d) fungo.
- e) vírus.

7 - (PUCC-SP) A fabricação de vinho e pão depende de produtos liberados pelas leveduras durante sua atividade fermentativa. Quais os produtos que interessam mais diretamente à fabricação do vinho e do pão, respectivamente?

- a) Álcool etílico e gás carbônico.
- b) Gás carbônico e ácido láctico.
- c) Ácido acético e ácido láctico.
- d) Álcool etílico e ácido acético.
- e) Ácido láctico e álcool etílico.

8 - (Mack-SP) Algumas espécies do gênero *Penicillium* desempenham importante papel na obtenção de antibióticos e também na fabricação de queijos. Na escala de classificação dos seres, o *Penicillium* é considerado:

- a) bactéria.
- b) fungo.
- c) protozoário.
- d) vírus.
- e) briófito.

9 - (UA-AM) Entende-se por micélio:

- a) um conjunto de hifas emaranhadas.
- b) o corpo de frutificação dos fungos.
- c) o mesmo que basidiósporo.
- d) um processo de união sexual das hifas.
- e) nenhuma das anteriores.

10 - (UFMG) Sementes oleaginosas, como o amendoim, são frequentemente contaminadas pela aflatoxina, substância tóxica produzida por microrganismos que apresentam hifas, núcleo organizado e não possuem clorofila. Esses microrganismos podem ser classificados como:

- a) algas.
- b) bactérias.
- c) fungos.
- d) protozoários.
- e) vírus.

11 - (PUC-SP) O cogumelo comestível é um:

- a) zigomiceto.
- b) basidiomiceto.
- c) ascomiceto.
- d) ficomiceto.
- e) oomiceto.

12 - (FCC) Nos basidiomicetos saprófitas, como os cogumelos-de-chapéu, os corpos de frutificação são estruturas:

- a) nas quais se formam gametângios.
- b) nas quais se formam esporos.
- c) resultantes da germinação de esporos.
- d) resultantes de células haploides provenientes do zigoto.
- e) nenhuma das anteriores.

13 - (UFPR) O líquen consiste numa rede organizada de hifas ou filamentos, constituindo um falso parênquima; nas camadas superiores dessa rede situam-se muitos grupos de pequenas algas verdes (clorofíceas) ou, mais raramente, de algas azuis (cianofíceas). Utilizando os conhecimentos adquiridos, assinale a alternativa correta:

- a) O fungo protege e envolve a alga, fornecendo água ao substrato; a alga realiza fotossíntese e retira água do fungo.
- b) O fungo protege e envolve a alga, absorvendo água do substrato; a alga realiza fotossíntese e fornece alimento ao fungo.
- c) A alga protege e envolve o fungo, absorvendo água do substrato; o fungo faz fotossíntese e fornece alimento à alga.
- d) A alga protege e envolve o fungo, absorvendo água do substrato; o fungo faz fotossíntese e retira água da alga.
- e) Nenhuma das anteriores.

14 - (UFPR) Fazendo um corte do talo de um líquen e observando-o ao microscópio, consegue-se reconhecer pequenas formações verdes e arredondadas. Essas formações são interpretadas como:

- a) esporos da alga que o fungo não conseguiu digerir.
- b) algas, componentes normais do líquen.
- c) esporos do fungo, produzidos normalmente.
- d) cloroplastos, ingeridos pelo fungo do vegetal parasitado.
- e) gotas de pigmento, resultantes da digestão da alga cativada pelo fungo.

15 - (Mack-SP) Certos fungos se desenvolvem nas raízes de certas plantas, formando uma associação denominada *micorriza*. Sobre essa associação, é correto afirmar que é um tipo de:

- a) parasitismo, pois o fungo prejudica a planta hospedeira.
- b) comensalismo, pois o fungo é beneficiado e a planta não é prejudicada.
- c) mutualismo, pois tanto o fungo quanto a planta são beneficiados.
- d) epifitismo, pois o fungo só se desenvolve na raiz da planta para conseguir absorver melhor os nutrientes do solo.
- e) predatismo, pois o fungo mata a planta ao sugar-lhe a seiva orgânica.

BIOLOGIA EM TODOS OS TEMPOS

Aprendendo e investigando aplicações, contextos e interdisciplinaridade

Cogumelos no prato

A diversidade de fungos tem atraído cada vez mais a atenção de pesquisadores em todo o mundo. Nos Estados Unidos, um fungo da espécie *Armillaria ostoyae* foi até transformado em atração turística: popularmente conhecido como "cogumelo-mel", em virtude da coloração amarelada de seus "chapéus" — que podem atingir até 30 centímetros de diâmetro —, esse fungo vive no solo da Floresta Nacional de Malheur. Considerado o maior ser vivo da Terra, esse cogumelo ocupa uma área equivalente a 47 estádios do Maracanã colocados lado a lado; sua idade estimada é de 2 400 anos.

Mas são os cogumelos comestíveis que, em geral, despertam o interesse das pessoas. No Egito e na Roma Antiga, eram considerados alimentos divinos. Na China, são usados há milhares de anos na culinária. Na primavera e no outono europeus, em especial, basta surgir o sol em seguida a uns dias de chuva fina que muitos saem com suas cestas para os bosques, beiras de estrada ou mesmo para parques e praças públicas à cata de cogumelos. Livretos e guias de identificação podem ajudar os novatos a distinguir as espécies comestíveis das tóxicas, mas o mais comum é a tradição da coleta de fungos passar de geração em geração, junto com as receitas familiares.

Na França, as cestas logo se enchem de *giroles*, *morilles* e *bolets*. Na Itália, os mais comuns são os *funghi porcini*; junto às raízes de carvalhos, as trufas aguardam aqueles que têm mais sorte ou habilidade em encontrá-las.

Os cogumelos foram também incorporados à cozinha brasileira. Ricos em proteínas, fibras, certas vitaminas e sais minerais, são usados em sopas, risotos, massas, em molhos para carnes ou saladas. As espécies de cogumelos comestíveis mais produzidas em escala comercial no país são: shimeji (*Pleurotus ostreatus*), shiitake (*Lentinula edodes*) e o cogumelo mais consumido em todo o planeta, o "champignon de Paris" (*Agaricus bisporus*), que movimenta cerca de 70% do mercado mundial de cogumelos. O shimeji é o menor de todos e pode ser branco ou acinzentado. O shiitake é o que tem sabor e aroma mais fortes. O champignon, de cor clara e formato arredondado, é muito vendido em conserva, mas é considerado mais saboroso por muitos *in natura*.

O *Agaricus blazei* é nativo do Brasil mas não é muito conhecido em nosso país. Conquistou fama no exterior, sendo amplamente difundido em países como o Japão.

Adaptado de: PRUDENTE, João. Cogumelos do Paraná. *Terra da Gente*, agosto de 2004, p. 50-55.

MANTOVANI, Flávia. Cogumelos têm proteínas e fibras. *Folha de S. Paulo*, 21 de abril de 2005.

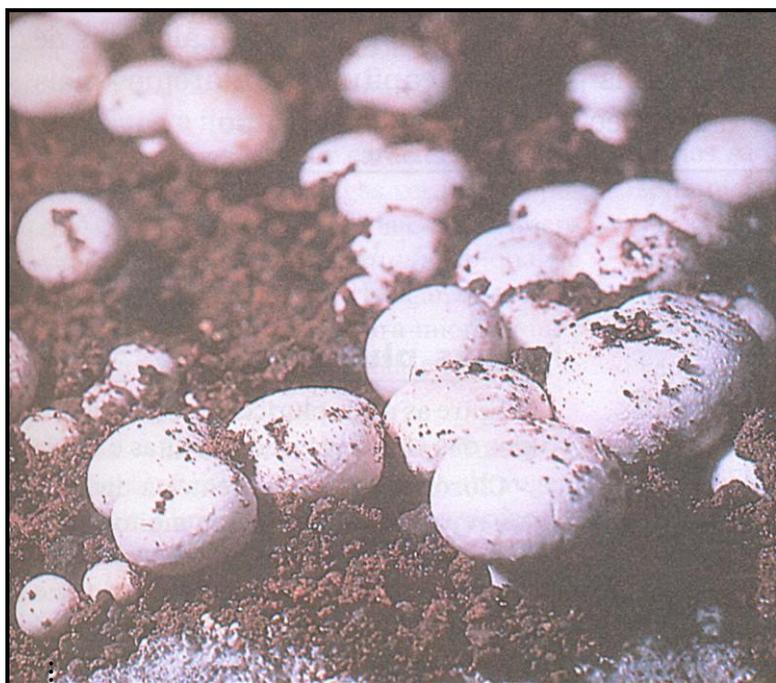


Fig. 6.17 — *Agaricus bisporus*, cogumelo comestível, conhecido como *champignon*.

❖ **Em grupo: justificar e pesquisar**

1. Ao comer uma *pizza* com *champignon*, um estudante afirmou que estava comendo o corpo de frutificação do fungo, estrutura associada com a reprodução, e não o micélio propriamente dito. Você concorda com ele? Justifique sua resposta.
2. Pesquisar, se necessário, e identificar pelo menos três exemplos de comidas (além das citadas no texto e na questão 1) em que cogumelos podem entrar na sua confecção.

CAPÍTULO 7

Reino Plantae ou Metaphyta

As plantas são seres pluricelulares e eucariontes. Nesses aspectos elas são semelhantes aos animais e a muitos tipos de fungos; entretanto, têm uma característica que as distingue desses seres - **são autotróficas**. Como já vimos, seres autotróficos são aqueles que produzem o próprio alimento pelo processo da **fotossíntese**.

Utilizando a luz, ou seja, a energia luminosa, as plantas produzem a glicose, matéria orgânica formada a partir da água e do gás carbônico que obtêm do alimento, e liberam o gás oxigênio.

As plantas, juntamente com outros seres fotossintetizantes, são produtoras de matéria orgânica que nutre a maioria dos seres vivos da Terra, atuando na base das cadeias alimentares. Ao fornecer o gás oxigênio ao ambiente, as plantas também contribuem para a manutenção da vida dos seres que, assim como elas próprias, utilizam esse gás na respiração. As plantas conquistaram quase todos os ambientes da superfície da Terra.

Segundo a hipótese mais aceita, elas evoluíram a partir de **ancestrais protistas**. Provavelmente, esses ancestrais seriam tipos de algas pertencentes ao grupo dos protistas que se desenvolveram na água. Foram observadas semelhanças entre alguns tipos de clorofila que existem tanto nas algas verdes como nas plantas. A partir dessas e de outras semelhanças, supõe-se que as algas verdes aquáticas são ancestrais diretas das plantas.

Há cerca de 500 milhões de anos, as plantas iniciaram a ocupação do ambiente terrestre. Este ambiente oferece às plantas vantagens como: maior facilidade na captação da luz, já que ela não chega às grandes profundidades da água, e facilidade da troca de gases, devido à maior concentração de gás carbônico e gás oxigênio na atmosfera. Esses fatores são importantes no processo da respiração e da fotossíntese.

Mas e quanto a presença da água, tão necessária à vida?

Ao compararmos o ambiente terrestre com o ambiente aquático, verificamos que no terrestre a quantidade de água sob a forma líquida é bem menor e também que a maior parte dela está acumulada no interior do solo.

Como, então, as plantas sobrevivem no ambiente terrestre? Isso é possível porque elas **apresentam adaptações que lhes possibilitam desenvolver no ambiente terrestre** e ocupá-lo eficientemente. As plantas adaptadas ao ambiente terrestre apresentam, por exemplo, estruturas que permitem a absorção de água presente no solo e outras estruturas que impedem a perda excessiva de água. Veremos mais adiante como isso ocorre.

Devemos lembrar que alguns grupos de plantas continuaram sobrevivendo em ambiente aquático.

➤ Classificação das plantas

As plantas cobrem boa parte dos ambientes terrestres do planeta. Vistas em conjunto, como nesta foto, parecem todas iguais. Mas na realidade existem vários tipos de planta e elas ocupam os mais diversos ambientes.



Você já sabe que para classificar, ou seja, organizar diversos objetos ou seres em diferentes grupos, é preciso determinar os critérios através dos quais identificaremos as semelhanças e as diferenças entre eles.

Vamos ver agora como as plantas podem ser classificadas.

O reino das plantas é constituído de organismos pluricelulares, eucariontes, autótrofos fotossintetizantes.

É necessário definir outros critérios que possibilitem a classificação das plantas para organizá-las em grupos menos abrangentes que o reino. Em geral, os cientistas consideram como critérios importantes:

- A característica da planta ser vascular ou avascular, isto é, a presença ou não de vasos condutores de água e sais minerais (seiva bruta) e matéria orgânica (a seiva elaborada);
- Ter ou não estruturas reprodutoras (semente, fruto e flor) ou ausência delas.

❖ Os nomes dos grupos de plantas

- **Criptógama:** palavra composta por *cripto*, que significa escondido, e *gama*, cujo significado está relacionado a gameta (estrutura reprodutiva). Esta palavra significa, portanto, "planta que tem estrutura reprodutiva escondida". Ou seja, sem semente.
- **Fanerógama:** palavra composta por *fanero*, que significa visível, e por *gama*, relativo a gameta. Esta palavra significa, portanto, "planta que tem a estrutura reprodutiva visível". São plantas que possuem semente.
- **Gimnosperma:** palavra composta por *gimno*, que significa descoberta, e *sperma*, semente. Esta palavra significa, portanto, "planta com semente a descoberto" ou "semente nua".
- **Angiosperma:** palavra composta por *angion*, que significa vaso (que neste caso é o fruto) e *sperma*, semente. A palavra significa, "planta com semente guardada no interior do fruto".

• Briófitas - Plantas sem vasos condutores

- Essa divisão compreende vegetais terrestres com morfologia bastante simples, conhecidos popularmente como "musgos" ou "hepáticas". São organismos eucariontes, pluricelulares, onde apenas os elementos reprodutivos são unicelulares, enquadrando-se no Reino Plantae, como todos os demais grupos de plantas terrestres.

• Ocorrência

- As briófitas são características de ambientes terrestre úmidos, embora algumas apresentem adaptações que permitem a ocupação dos mais variados tipos de ambientes, resistindo tanto à imersão, em ambientes totalmente aquáticos, como a desidratação quando atuam como sucessores primários na colonização, por exemplo de rochas nuas ou mesmo ao congelamento em regiões polares. Apresenta-se entretanto sempre dependentes da água, ao menos para o deslocamento do anterozoide flagelado até a oosfera. Esta Divisão não possui representantes marinhos.

- **Morfologia**

- As briófitas são plantas avasculares de pequeno porte que possuem muitos e pequenos cloroplastos em suas células. O tamanho das briófitas está relacionado à ausência de vasos condutores, chegando no máximo a 10 cm em ambientes extremamente úmidos. A evaporação remove consideravelmente a quantidade de água para o meio aéreo. A reposição por absorção é um processo lento. O transporte de água ao longo do corpo desses vegetais ocorre por difusão de célula a célula, já que não há vasos condutores e, portanto, é lento.

- **Classificação**

- As briófitas mais conhecidas são as hepáticas e os musgos. As hepáticas são tanto aquáticas quanto terrestres e seu talo é uma lâmina extremamente delgada. Seu talo lembra muito um vegetal superior: apresenta-se ereto, crescendo a partir do solo.



Hepáticas

- Nos musgos, como, aliás, em todas as briófitas, há duas gerações adultas somáticas com aspectos totalmente diferentes e que se alternam em um ciclo reprodutivo (gametófito e o esporófito).



Musgo

- **Importância dos musgos**

Apesar do aspecto modesto, os musgos têm grande importância para os ecossistemas. Juntamente com os líquens, os musgos foram as primeiras plantas a crescer sobre rochas, as quais desgastam por meio de substâncias produzidas por sua atividade biológica. Desse modo, permitem que, depois deles, outros vegetais possam crescer sobre essas rochas. Daí seu importante papel nas primeiras etapas de formação dos solos.

- ❖ **Pteridófitas**

Samambaias, avencas, xaxins e cavalinhas são alguns dos exemplos mais conhecidos de plantas do grupo das pteridófitas. A palavra pteridófitas vem do grego *pteridon*, que significa 'feto'; mais *phyton*, 'planta'. Observe como as folhas em brotamento apresentam uma forma que lembra a posição de um feto humano no útero materno. Antes da invenção das esponjas de aço e de outros produtos, pteridófitas como a "cavalinha", cujo aspecto lembra a cauda de um cavalo e tem folhas muito ásperas, foram muito utilizadas como instrumento de limpeza. No Brasil, os brotos da samambaia-das-roças ou feto-água, conhecido como alimento na forma de guisados.



Cavalinha, pteridófitas do gênero Equisetum.

Atualmente, a importância das pteridófitas para o interesse humano restringe-se, principalmente, ao seu valor ornamental. É comum casas e jardins serem embelezados com samambaias e avencas, entre outros exemplos.

Ao longo da história evolutiva da Terra, as pteridófitas foram os primeiros vegetais a apresentar um sistema de vasos condutores de nutrientes. Isso possibilitou um transporte mais rápido de água pelo corpo vegetal e favoreceu o surgimento de plantas de porte elevado. Além disso, os vasos condutores representam uma das aquisições que contribuíram para a adaptação dessas plantas a ambientes terrestres.



Samambaia



Xaxins

O corpo das pteridófitas possui raiz, caule e folha. O caule das atuais pteridófitas é em geral subterrâneo, com desenvolvimento horizontal. Mas, em algumas pteridófitas, como os xaxins, o caule é aéreo. Em geral, cada folha dessas plantas divide-se em muitas partes menores chamadas folíolos.

A maioria das pteridófitas é terrestre e, como as briófitas, vive preferencialmente em locais úmidos e sombreados.

❖ **Gimnospermas**

As gimnospermas (do grego *Gymnos*: 'nu'; e *sperma*: 'semente') são plantas terrestres que vivem, preferencialmente, em ambientes de clima frio ou temperado. Nesse grupo incluem-se plantas como pinheiros, as sequoias e os ciprestes.

As gimnospermas possuem raízes, caule e folhas. Possuem também ramos reprodutivos com folhas modificadas chamadas **estróbilos**. Em muitas gimnospermas, como os pinheiros e as sequoias, os estróbilos são bem desenvolvidos e conhecidos como cones - o que lhes confere a classificação no grupo das coníferas.

Florestas de coníferas de regiões temperadas são ricas em árvores do grupo das gimnospermas. No Brasil, destaca-se a **Mata de Araucárias do Sul do país**.

Há produção de sementes: elas se originam nos estróbilos femininos. No entanto, as gimnospermas não produzem frutos. Suas sementes são "nuas", ou seja, não ficam encerradas em frutos.



Araucárias, tipo de conífera.

São também gimnospermas as Cycas, popularmente conhecidas como palmeira-de-ramos ou palmeira-de-sagu, comuns em alguns lugares do Brasil. O tronco também costuma ser espesso, a folha é parecida com a das palmeiras, porém, é muito mais rígida.

❖ Angiospermas

Atualmente são conhecidas cerca de 350 mil espécies de plantas - desse total, mais de 250 mil são angiospermas.

A palavra angiosperma vem do grego *angeios*, que significa 'bolsa', e *sperma*, 'semente'. Essas plantas representam o grupo mais variado em número de espécies entre os componentes do reino Plantae ou Metaphyta.

➤ Características principais de uma angiospermas

As angiospermas arborescentes possuem três componentes principais: raízes, tronco e folhas.

As raízes são os órgãos fixadores da árvore ao solo e absorvem água e sais minerais, indispensáveis para a sobrevivência da planta.

O tronco, constituído de inúmeros galhos, é o órgão aéreo responsável pela formação das folhas, efetuando também a ligação delas com as raízes.

E as folhas são os órgãos onde ocorrerá a fotossíntese, ou seja o processo em que se produzem os compostos orgânicos essenciais para a manutenção da vida da planta.

Cada flor, que aparece periodicamente nos galhos, é um sistema de reprodução e é formada pela reunião de folhas modificadas presas ao receptáculo floral, que possui formato de um disco achatado. Por sua vez o receptáculo floral fica no topo do pedúnculo floral, que é o "cabinho" da flor. No receptáculo há uma série de círculos concêntricos nos quais estão inseridas as peças florais. De fora para dentro, são quatro os tipos de folhas modificadas constituintes da flor: sépalas, pétalas, estames e carpelos.

A formação dos frutos e das sementes

Para que servem as flores? Após a polinização e a fecundação, a flor sofre uma modificação extraordinária. De todos os componentes que foram vistos anteriormente, acabam sobrando apenas o pedúnculo e o ovário. Todo o restante degenera. O ovário sofre uma grande modificação, se desenvolve e agora dizemos que virou fruto. Em seu interior, os óvulos viraram sementes.

Assim, a grande novidade das angiospermas, em termos de reprodução, é a presença de frutos.

ROTEIRO PARA AUTO AVALIAÇÃO EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1- As florestas tropicais caracterizam-se por apresentar ambientes bastante úmidos, onde é comum encontrar diversas espécies de plantas verdes de pequeno porte, com alguns centímetros (devido à ausência de vasos condutores), crescendo sobre o solo e as rochas, ou cobrindo troncos de árvores.

Assinale a alternativa correta que representa este tipo de planta.

- a) Gimnospermas.
- b) Angiospermas.
- c) Pteridófitas.
- d) Briófitas.
- e) Fungos.

2- Com relação às briófitas, assinale a alternativa correta:

- a) São consideradas os primeiros representantes do reino *Plantae* a conquistar o ambiente terrestre.
- b) Foram as primeiras plantas a apresentar xilema e floema.
- c) A geração esporófitica é a dominante no seu ciclo de vida.
- d) Não dependem da água para a reprodução sexuada.

3- Numa comparação grosseira, as briófitas são consideradas os anfíbios do mundo vegetal. Cite duas características deste grupo vegetal que justifiquem esta comparação com os anfíbios.

4- As briófitas são plantas criptogâmicas avasculares que podem ser muito úteis para o homem. A formação de “tapetes” de muitas espécies promove a absorção e retenção de água e uma diminuição no impacto da gota da chuva. Várias espécies habitam as margens dos rios, absorvendo a água e retendo partículas do solo em suspensão. Existem espécies que têm a capacidade de concentrar metais pesados, como o mercúrio, outras, de reter poluentes do ar. No Japão, foi identificada uma espécie que se desenvolve apenas em água poluída. Existem espécies de briófitas que servem ainda de alimento para alguns mamíferos, pássaros e peixes, e que podem ser usadas para fins medicinais, entre outras finalidades.

Ciência Hoje, v.16, n.91, junho de 1993 [adapt.].

Com base nos textos e em seus conhecimentos, é correto afirmar que as Briófitas:

- a) vegetais que são parasitas somente quando as raízes se fixam nos hospedeiros arbustivo arbóreos – são úteis como indicadores ecológicos da poluição, no controle da erosão e do assoreamento de rios.
- b) vegetais que, em seu ciclo reprodutivo, formam o esporófito (n), após a fecundação da oosfera pelo anterozoide no gametófito (2n) – são prejudiciais ao ecossistema, uma vez que levam à bioacumulação de metais pesados ao longo da cadeia alimentar.
- c) vegetais que apresentam rizoides para fixação no substrato e conduzem a água e os sais minerais através de vasos rudimentares – são úteis como indicadores ecológicos da poluição, sem ação, entretanto, no controle da erosão do solo e do assoreamento de rios.
- d) vegetais que, assim como as pteridófitas, apresentam estruturas produtoras de gametas bem visíveis – são prejudiciais ao ecossistema, uma vez que levam a uma maior bioacumulação de metais pesados quanto menor for o nível trófico na cadeia alimentar.
- e) vegetais que não apresentam sistema vascular organizado em xilema e floema – são úteis como indicadores ecológicos da poluição, no controle da erosão do solo e do assoreamento de rios.

5- O Reino Plantae é constituído por diferentes grupos de plantas, nos quais se encontram as Briófitas (filo/divisão Bryophyta) e as Pteridófitas (filo/divisão Pterophyta).

A respeito dessas plantas, assinale a alternativa incorreta.

- a) Na reprodução das Briófitas e Pteridófitas a meiose ocorre para formação de esporos.
- b) Briófitas e Pteridófitas possuem um sistema eficiente de vasos condutores de seiva.
- c) Briófitas e Pteridófitas dependem da água para a reprodução, pois seus gametas são flagelados.
- d) Briófitas e Pteridófitas apresentam alternância de gerações, sendo as gerações duradouras as gametofíticas e esporofíticas, respectivamente.
- e) Pteridófitas possuem raízes, caule e folhas verdadeiras, enquanto as Briófitas possuem rizoides, cauloides e filoides.

6- Assinale a opção que contém somente exemplos de Pteridófitas.

- a) Antóceros, hepáticas e musgos
- b) Pinheiros, ciprestes e cicas
- c) Samambaias, avencas e pinheiros
- d) Musgos, samambaias e pinheiros
- e) Samambaias, avencas e cavalinhas

7- Briófitas e pteridófitas apresentam várias características em comum, mas também diferem em muitos aspectos.

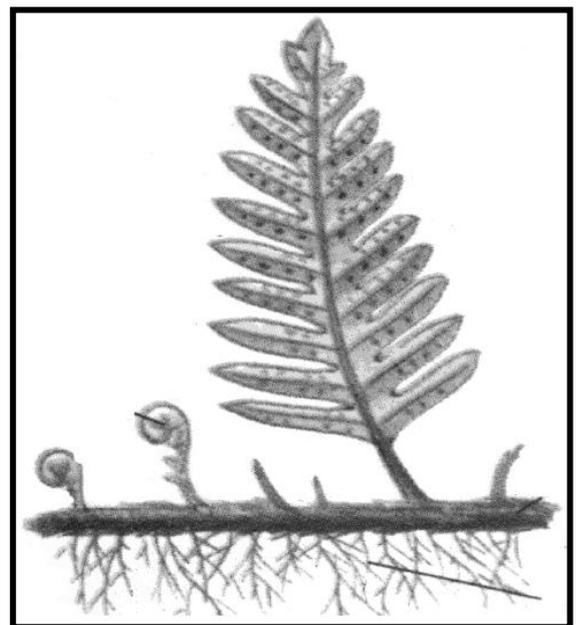
Assinale a característica que pertence a apenas um desses grupos de plantas.

- a) crescer preferencialmente em solos úmidos e sombreados
- b) necessitar de água para reproduzir-se
- c) não ter flores, sementes e frutos
- d) ser criptógama
- e) ser portadora de tecidos de transporte

8- Observe o desenho abaixo e marque **(V) Verdadeiro** ou **(F) Falso** ao lado das proposições sobre este grupo de organismos. Depois, marque a alternativa onde se acha a sequência correta.

- () São organismos vasculares.
- () Habitam locais úmidos e abrigados de luz direta.
- () São heterótrofos.
- () Dependem da água para reprodução sexuada.
- () Pertencem ao filo Bryophyta.

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



9- A floresta ombrófila mista, também conhecida como mata-de-araucária, ocorre em áreas de altitude do planalto meridional do Brasil. Como elementos característicos, encontram-se o pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*), de onde se obtém o pinhão, e a samambaiaçu (*Dicksonia selowiana*), de onde se extraía o xaxim para a confecção de vasos para plantas.

Segundo a classificação tradicional dos seres vivos, o pinheiro-brasileiro e a samambaiaçu são, respectivamente,

- a) Angiosperma e Gimnosperma.
- b) Angiosperma e Pteridófito.
- c) Gimnosperma e Briófito.
- d) Gimnosperma e Pteridófito.
- e) Pteridófito e Gimnosperma.

10- Assinale a alternativa que apresenta uma característica comum às plantas Pteridófitas e Gimnospermas:

- a) plantas com gametas masculinos flagelados.
- b) plantas produtoras de sementes.
- c) plantas avasculares.
- d) plantas com xilema e floema.
- e) plantas fanerógamas.

11- Ao se estudar os vegetais, pode-se caracterizar um grupo da seguinte maneira: englobam cerca de 700 espécies, são plantas vasculares, com raiz, caule e folhas. Representam as primeiras plantas com semente, que não se encontram protegidas dentro de frutos (sementes nuas). Este grupo representa a(s):

- a) Alga
- b) Briófitas
- c) Pteridófitas
- d) Angiospermas
- e) Gimnospermas

12- Em relação às características das Gimnospermas, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) produzem frutos comestíveis chamados “pinhão”.
- b) são ditas fanerógamas porque produzem flores.
- c) possuem raízes, caule e folhas verdadeiras.
- d) apresentam crescimento em diâmetro por atividade do câmbio e do felogênio.
- e) são representadas pelos pinheiros, ciprestes, sequoias, cupressus, entre outros.

13- Camões, em sua obra *Os Lusíadas*, faz alusão à preciosa madeira do Pau Brasil, árvore símbolo nacional:

“Mas cá onde mais de alarga ali tereis Parte também co’o vermelho nota,
De Santa Cruz o nome lhe poreis...”

Sobre o Pau-Brasil, esta planta leguminosa, nativa da mata atlântica, que possui raiz axial, caule, folhas, flores, frutos e sementes, podemos afirmar que é:

- a) um exemplo de pteridófito.
- b) uma planta avascular.
- c) uma gimnosperma.
- d) uma monocotiledônia.
- e) uma fanerógama e espermatófito.

14- Na história evolutiva das plantas, o principal papel do fruto deve ter sido a proteção das sementes. Posteriormente, ocorreram adaptações que conferiram ao fruto a função de disseminar as sementes, fazendo-as chegar a lugares distantes da planta que as produziu, o que garantiu que as novas plantas não disputassem os recursos do meio com sua genitora e suas irmãs, espalhando-se e colonizando novos ambientes.

Os vegetais que possuem flores e frutos, em botânica, são classificados como

- a) Angiospermas.
- b) Briófitas.
- c) Gimnospermas.
- d) Pteridófitas.
- e) Traqueófitas.

15- A presença ou a ausência da estrutura da planta em uma gramínea, um pinheiro e uma samambaia está corretamente indicada em:

	Estrutura	Gramínea	Pinheiro	Samambaia
a)	Flor	ausente	presente	ausente
b)	Fruto	ausente	ausente	ausente
c)	Caule	ausente	presente	presente
d)	Raiz	presente	presente	ausente
e)	Semente	presente	presente	ausente